МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том I

Труды XXI Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных,
посвященного 130-летию со дня рождения
профессора М.И. Кучина

Томск – 2017

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 **Проблемы геологии и освоения недр** : труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. Том I / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 877 с.



ISBN 978-5-4387-0761-5 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-0760-8

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, космогеологических исследований, 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.

Публикация сборника трудов XXI Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

Статьи даны в авторской редакции.

УДК 504(063)
ББК 20.1л0

Главный редактор – А.С. Боев, директор ИПР
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.
Ответственные редакторы секций:
Секция 1 – И.В. Рычкова, доцент, к.г.-м.н.
Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.
Секция 3 – Р.Ю. Гаврилов, доцент, к.г.-м.н.
Секция 4 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.
Секция 5 – М.М. Немирович-Данченко, профессор, д.физ.-мат.н.
Секция 6 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 7 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 8 – Ю.С. Ананьев, доцент, к.г.-м.н.
Секция 9 – О.А. Пасько, профессор, д.с.-х.н.
Секция 10 – Е.Г. Язиков, профессор, д.г.-м.н.
Секция 11 – С.И. Арбузов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 12 – О.С. Чернова, доцент, к.г.-м.н.
Секция 13 – П.А. Стрижак, д.физ.-мат. н.
Секция 14 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 14 (подсекция 2) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.
Секция 15 – В.И. Верещагин, профессор, д.т.н.
Секция 16 – А.В. Ковалев, доцент, к.т.н.
Секция 17 – Е.Н. Пашков, доцент, к.т.н.
Секция 18 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.
Секция 18 (подсекция 1) – С.Н. Харламов, профессор, д.физ.-мат.н.
Секция 19 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.
Секция 20 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.
Секция 20 (подсекция 1) – Ю.В. Колбышева, доцент, к.фил.н.
Технический редактор – И.В. Павлова, менеджер научного отдела
Технический редактор – А.А. Боброва, инженер научного отдела

ISBN 978-5-4387-0761-5 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-0760-8

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2017

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL RESOURCES



PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Part I

Proceedings of the 21th International Scientific Symposium of students, postgraduates and young scientists devoted to the 130th Anniversary of birth of M. Kuchin

Tomsk 2017

UDC 504(063)
ББС 20.1л0
Р78

Problems of Geology and Subsurface Development : Proceedings of the 21th International
Р78 Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 130th Anniversary of birth of M. Kuchin. Part I / Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2017. – 877 p.



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

Proceedings of the 21th International Scientific Symposium were published under the information support of Russian Agency of Education and under the support of Russian Foundation for Basic Research.

Articles autographed by authors.

UDC 504(063)
ББС 20.1л0

Editor-in-chief – A.S. Boev, director
Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor
Panels' executive editors:
Panel 1 – I.V. Rychkova, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 3 – R.Yu. Gavrilov, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 4 – N.M. Nedolivko, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 5 – M.M. Nemirovich-Danchenko, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)
Panel 6 – V.K. Popov, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 7 – S.L. Shvartzev, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 8 – Y.S. Ananyev, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 9 – O.A. Pasko, Professor, Dsc (Agricultural Sciences)
Panel 10 – Ye.G. Yazikov, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 11 – S.I. Arbuzov, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 12 – O.S. Chernova, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 13 – P.A. Strizhak, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)
Panel 14 (1) – V.I. Yerofeyev, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)
Panel 14 (2) – Ye.D. Ivanchina, Professor, Dsc (Engineering Sciences)
Panel 15 – V. I. Vereshchagin, Professor, Dsc (Engineering Sciences)
Panel 16 – A.V. Kovalev, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 17 – E.N. Pashkov, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 18 – A.V. Rudachenko, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 18 (1) – S.N. Harlamov, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)
Panel 19 – G.Yu. Boyarko, Professor, Dsc (Economic Sciences)
Panel 20 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor, PhD (Philological Sciences)
Panel 20 (1) – Yu.V. Kolbysheva, Associate Professor, PhD (Philological Sciences)
Technical editor – I.V. Pavlova, Manager of the scientific department
Technical editor – A.A. Bobrova, Engineer of the scientific department

© FSAEI HI NR TPU, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

3-7 апреля 2017 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся XXI Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 130-летию профессора М.И. Кучина, основателя первой гидрогеологической школы в Сибири и основателю кафедры гидрогеологии и инженерной геологии в ТПУ.

Организация и проведение XXI Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и Российского Фонда фундаментальных исследований и была поручена Институту природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета (ИПР ТПУ) как признание заслуг ИПР ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Институт природных ресурсов был основан в 1901 г. В.А. Обручевым – первым штатным геологом Сибири, впоследствии ставшим академиком АН СССР, Героем Социалистического Труда, первым в нашей стране лауреатом Ленинской премии.

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

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

Сегодня Институт природных ресурсов ТПУ представляет собой крупный учебный (около 4500 студентов) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 16 кафедр; аналитический центр; два Инновационных научно-образовательных Центра («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), 9 научно-производственных Центров и Инновационных научно-образовательных Центров, 24 научные лаборатории; 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 339 преподавателей, среди которых 7 – академики РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 63 доктора и 179 кандидатов наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 33 специальностям.

С момента основания в ИПР (ГРФ, НГФ, ИГНД) ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

Симпозиум работал по 20 секциям и Круглому столу: 1. Палеонтология, стратиграфия и региональная геология. Геоинформационные системы в науках о Земле; 2. Минералогия, геохимия и петрография; 3. Месторождения полезных ископаемых. Современные технологии и методы поисков и разведки МПИ. Геоинформационные системы в геологии; 4. Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья. Геоинформационные системы в геологии нефти и газа; 5. Геофизические методы исследования Земли, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Геоинформационные системы в геофизических исследованиях; 6. Гидрогеология и инженерная геология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях; 7. Гидрогеохимия и гидрогеоэкология Земли. Геоинформационные системы в гидрогеоэкологии; 8. Космогеологические исследования и дистанционные методы исследований в изучении и управлении природными ресурсами; 9. Землеустройство: наука и практика; 10. Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии; 11. Геология и разведка руд редких и радиоактивных элементов и стратегических металлов; 12. Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений; 13. Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности; 14. Современные технологии подготовки освоения и переработки природных ресурсов; 14 секция, подсекция 1 – Переработка углеводородного сырья; 14 секция, подсекция 2 – Химическая технология подготовки и переработки горючих ископаемых; 15 Комплексное использование и переработка минерального сырья; 16. Современные технологии и техника бурения скважин; 17. Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых; 18. Современные технологии и техника транспортировки и хранения нефти и газа; 19. Экономика минерального и углеводородного сырья. Природоресурсное право; 20. Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках); 20 секция, подсекция 1 – Проблемы межъязыковой профессиональной коммуникации в условиях глобализации

Круглый стол: «Наука. Образование. Молодежь. Проблемы. Перспективы».

XXI Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Заявки для участия в симпозиуме подали 1211 студентов и молодых ученых России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили 1112 докладов, из которых 263 доклада заявили иногородние участники.

Это представители стран дальнего зарубежья – 40. Страны СНГ представили 162 доклада. Представителей России подали 1009 докладов, из которых 331 заявили иногородние участники. По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из вузов – 852, из НАН – 3, из РАН – 37, из отраслевых НИИ – 20, из производственных организаций – 8, школьники – 3.

В период работы симпозиума было заслушано 811 докладов (535 – ТПУ). Иногородние участники выступили со 183 докладами. Статус участников симпозиума, выступивших с докладами, следующий: **студентов - 494, магистрантов – 144, аспирантов и молодых ученых - 282.**

Из 811 заслушанных докладов - из ТПУ - **535. Из 920** участников - из ТПУ - **648**, **638 студентов и магистрантов - из ТПУ -469, аспирантов и молодых ученых - 282 (из ТПУ - 177).**

Дальнее зарубежье было представлено странами: США, Великобритания, Германия, Вьетнам, Китай, Йемен, Сирия, Иран, Кот-д'Ивуар, Ирак, Гана, Венесуэла, Мозамбик. Ближнее зарубежье (страны СНГ) было представлено странами: Республика Беларусь, Республика Казахстан, Украина, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан, Азербайджанская Республика, Республика Молдова, Донецкая Народная Республика.

Открытие секций сопровождалось Пленарными докладами с обсуждением стратегических проблем геологии и освоения недр по всем видам полезных ископаемых и новейшим технологиям и технике разработки полезных ископаемых. 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. Участники из других ВУЗов и научных организаций отметили высокий организационный уровень проведения симпозиума.

Для участников симпозиума были организованы экскурсии: в музей истории ТПУ, в музейный комплекс ТПУ, в минералогический и палеонтологический музеи, по городу Томску, в центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела (Heriot-Watt).

В рамках XXI Международного симпозиума «Проблемы Геологии и освоения недр» был проведен отборочный тур федерального конкурса грантов «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятия в научно-технической сфере в номинации «За научные результаты, обладающие новизной и среднесрочной перспективой (до 6-8 лет) их эффективной коммерциализации». Для участия в конкурсе грантов «У.М.Н.И.К.» на I тур было подано и рассмотрено 17 заявок студентов и молодых ученых. Для участия во II отборочном туре экспертами на секциях были отобраны 8 проектов.

Конкурсные комиссии секций симпозиума рекомендовали лучшие доклады для публикаций в журнале «Известия ТПУ». По итогам симпозиума лучшие статьи будут опубликованы в журнале «Proceedings of the Geologists Association», индексируемом базой данных Scopus. По итогам работы симпозиума будет издан сборник научных трудов, зарегистрированный в базе РИНЦ. Материалы и итоги симпозиума размещены на сайте симпозиума: www. usovma.tpu.ru

Работа симпозиума осуществлялась, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Авторы лучших научных докладов, представленных на секциях, награждены дипломами и призами. Всем участникам симпозиума были выданы сертификаты участника.

География участников симпозиума обширна. Участниками симпозиума представлены доклады из следующих университетов, академических и отраслевых институтов и производственных организаций: Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (г. Москва), Института проблем нефти и газа Российской академии наук (г. Москва), Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина (г. Москва), Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов (г. Москва), Института нефтехимического синтеза Российской академии наук (г. Москва), Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Москва), ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» (г. Москва), Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург), Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Автономного университета Пуэблы Бенемерита (г. Пуэбла, Мексика), Политехнического института (г. Мехико, Мексика), Сайгонского государственного университета (г. Сайгон, Вьетнам), Технологического института (г. Карлсруэ, Германия), Общества разведки и локализации (г. Карлсруэ, Германия) Государственного университета Нью-Йорка (Фредония, США), Китайского геологического университета (г. Ухань), Ханойского университета науки и технологии (г. Ханой, Вьетнам), Технологического университета (г. Дельфт, Нидерланды), Таджикского национального университета (г. Душанбе, Таджикистан), Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), Карагандинского государственного технического университета, (г. Караганда,

Казахстан), Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан), Казахского национального аграрного университета (г. Алматы, Казахстан), Института радиационной безопасности и экологии (г. Курчатова, Казахстан), Государственного университета им. Шакарима (г. Семей, Казахстан), Павлодарского государственного университета им. Торайгырова (г. Павлодар, Казахстан), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан), Южно-Казахстанского государственного университета (г. Шымкент, Казахстан), Рудненского индустриального института (г. Рудный, Казахстан), НИИ радиационной медицины и экологии (г. Семей, Казахстан), ТОО «Корпорация Казахмыс» (г. Жезказган, Казахстан), Института геологии и геофизики (г. Баку, Азербайджан), Начхыванского отделения НАН Азербайджана (г. Начхыван, Азербайджан), Гомельского государственного университета им. Франциско Скорины (г. Гомель, Беларусь), Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (г. Горки, Беларусь), Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого (г. Гомель, Беларусь), Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти «БелНИПИнефть» (г. Гомель, Белоруссия), Института природопользования НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь), Донецкого национального технического университета (г. Донецк, Украина), Днепропетровского национального университета им. О. Гончара (г. Днепропетровск, Украина), Научно-исследовательского института минеральных ресурсов (г. Ташкент, Узбекистан), Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улгбека (г. Ташкент, Узбекистан), Института гидрогеологии и инженерной геологии НАН (г. Ташкент, Узбекистан), Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам (г. Ташкент, Узбекистан), Навоийского государственного горного института (г. Навои, Узбекистан), Института геологии и геофизики НАН Узбекистана (г. Ташкент, Узбекистан), Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (г. Ташкент, Узбекистан), Института общей и неорганической химии АН РУз (г. Ташкент, Узбекистан), ГИ «Саноатгеоконтехназорат» (г. Ташкент, Узбекистан), Института геологии и сейсмологии Академии наук Молдовы (Кишинев), Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток), Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток), Института геологии и природопользования ДВО РАН (г. Благовещенск), Дальневосточного государственного университета путей сообщения (г. Хабаровск), Института водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск), Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск), Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Якутск), АО «Георегион» (Росгеология, г. Анадырь), Забайкальского государственного университета (г. Чита), ООО «Мангазея Золото» (г. Чита), Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ), Иркутского национального исследовательского технического университета (г. Иркутск), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), Сибирского федерального университета (г. Красноярск), ООО «Экосупервайзер» (г. Красноярск), ООО «ХАКАСТИСИЗ» (г. Абакан), Горно-Алтайского государственного университета (г. Горно-Алтайск), Кузбасского государственного технического университета (г. Кемерово), Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН (г. Кемерово), Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк), Алтайского государственного университета (г. Барнаул), Новосибирского национального исследовательского государственного университета (г. Новосибирск), Новосибирского государственного технического университета (г. Новосибирск), Сибирского государственного университета геосистем и технологий (г. Новосибирск), Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск), Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука (г. Новосибирск), Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск), Института археологии и этнографии СО РАН (г.Новосибирск), ПАО «Сибнефтегаз» (г.Новый Уренгой), ОАО «Газпронефть-Ноябрьскнефтегазгеофизикиа» (г. Ноябрьск), Омского государственного педагогического университета (г. Омск), Омского государственного технического университета (г. Омск), Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина (г. Омск), Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск), Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Тюмень), Тюменского государственного университета (г. Тюмень), ООО «ТюменНИИгипрогаз» (г. Тюмень), Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск), Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург), Уральского государственного аграрного университета (г. Екатеринбург), Уральского государственного колледжа им. И.И. Ползунова (г. Екатеринбург), Уральского института ГПС МЧС России (г. Екатеринбург), Уральского научно-исследовательского и проектного института галургии, ОАО «Галургия» (г. Екатеринбург), Пермской государственной сельскохозяйственной академии им. академика Д.Н. Прянишникова (г. Пермь), Пермского государственного национального исследовательского университета (г. Пермь), Пермского национального исследовательского политехнического университета (г. Пермь), ООО «НПО «Омега» (г. Пермь), Башкирского государственного университета (г. Уфа), Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа), Ухтинского государственного технического университета (г. Ухта, Республика Коми), Института геологии Коми УрО РАН (г. Сыктывкар), Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (г. Багульма), Казанского (Приволжского) Федерального университета (г. Казань), Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского НЦ РАН (г. Казань), Самарского государственного технического университета (г. Самара), Национального исследовательского Саратовского государственного университета им. М.Г. Чернышевского (г. Саратов), Северного (Арктического) федерального университета (г. Архангельск), Института геологии Карельского НЦ РАН (г. Петрозаводск), Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону), Гидрохимического института (г. Ростов-на-Дону), Южно-Российского государственного политехнического университета им. М.И. Платова (г. Новочеркасск), Кубанского государственного технологического университета (г. Краснодар), Кубанского государственного университета (г. Краснодар), ООО

«НК «Роснефть» - НТЦ» (г. Красноярск), Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь), Ставропольского государственного аграрного университета, Национального исследовательского Томского политехнического университета (г. Томск), Национального исследовательского Томского государственного университета, Томского государственного архитектурно-строительный университет (г. Томск), Института химии нефти СО РАН (г. Томск), Томского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа, ООО «НПО ЭТН – «Циклон» (г. Томск).

Работа симпозиума проходит в течение четырех дней одновременно по 20 секциям и «Круглому столу». Уникальность этого симпозиума состоит в том, что он проходил по всем фундаментальным научным направлениям геологического профиля, по методам поисков и разведки всех полезных ископаемых, технологии и техники разведки всех видов полезных ископаемых, их разработки и добычи, в том числе углеводородного сырья, включая космогеологические исследования и геоинформационные системы в геологии, а также по экологическим проблемам и комплексному использованию минерального сырья, по землеустройству, природоресурсному праву и экономике минерального сырья. Участвовали в симпозиуме лучшие студенты и молодые ученые России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

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

Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступали ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 20 научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в данном сборнике.

Научный уровень докладов очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Доложенные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке многие из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок. Многие доклады являются частью хоздоговорных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии.

Авторы научных работ на XXI Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» 2017 г. демонстрируют владение самыми современными методами научных исследований.

В рамках XXI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» проведены две выставки:

1. Выставка исторических материалов: «К 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, основателя первой гидрогеологической школы в Сибири и созданию впервые в Сибири кафедры гидрогеологии и инженерной геологии в ТПУ».
2. Выставка «Научные достижения студентов и молодых ученых ИПР ТПУ по созданию минерально-сырьевой базы страны» (1901 – 2017 гг.).

Во время работы XXI Международного симпозиума был проведен конкурс лучших научных докладов. Лауреаты конкурса лучших докладов по всем 20 научным направлениям (секциям) традиционно награждаются дипломами и призами. Всем участникам симпозиума были выданы сертификаты. Награждение проводилось в торжественной обстановке в Международном культурном центре ТПУ, был организован праздничный концерт.

Для участников симпозиума организуются экскурсии: в музей истории ТПУ, в минералогический и палеонтологический музеи, в научные и учебные лаборатории ТПУ, по городу Томску, в современное автоматизированное кернохранилище с лабораторно-аналитическим центром; в кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова, в Инновационный научно-образовательный Центр «Урановая геология», в Инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа, в Выставочный Центр современных научных достижений ТПУ.

Материалы и итоги симпозиума размещены на сайте симпозиума: usovma.tpu.ru. Сайт симпозиума имеет англоязычную версию.

Доложенные материалы нередко несут новые научные идеи, отражают современное состояние российской

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

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

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

Прежде всего, хочется выделить статью «Алгоритм сейсмической миграции в обратном времени на основе эффективного численного моделирования первых вступлений сейсмических волн» (авторы А.С. Смелов, Г.С. Чернышов, научный руководитель ст. науч. сотр. А.С. Сердюков). В ней использован оригинальный приём – решать прямую задачу эластодинамики не во всей области, а в скользящем окне с предвычисленным положением. Это даёт, как показывают авторы, ускорение вычислений (до 40 раз) и экономию памяти (до 50 раз). В наше время даже экономия на первые проценты рассматривается как прорывное решения, а такой технологичный подход, который доставляет ускорение и экономию на первые порядки, имеет, конечно, большие перспективы. Интересны и другие работы, выполненные группой авторов под руководством А.С. Сердюкова. Здесь привлекаются методы, позволяющие отказаться от высокочастотной аппроксимации (метод волновой томографии), методы расчета волновых полей, основанные на использовании библиотеки решений с заданным набором функций Грина.

В последние десятилетия в решении задач геофизики всё чаще используются методы оптимизации с использованием нейронных сетей, генетических алгоритмов. Одна разновидность решения задач оптимизации рассмотрена в работе А. А. Волковой «Комплексный анализ сейсмических и скважинных данных при изучении трещиноватых коллекторов на примере месторождения в фундаменте Западной Сибири», научный руководитель доцент В.П. Меркулов. Ею использованы результаты применения т.н. «муравьиного алгоритма» как дополнительного атрибута для выявления зон повышенной трещиноватости при постобработке данных 3D сейсморазведки в сочетании с данными каротажа.

Несколько работ, представленных в геофизической секции, основаны на численном решении задач электромагнитного зондирования.

Это работы, выполненные под руководством профессора Ельцова И.Н. (Павлова Д. М. «Интерпретация данных скважинной геоэлектрики с учетом гидродинамических параметров на примере юрского нефтяного коллектора»), доцента Сухоруковой К.В. (Копытов Е В. «Сигналы высокочастотного электромагнитного каротажа при пересечении тонкослоистых и анизотропных моделей субгоризонтальной скважиной», Литвиченко Д. А. «Влияние эксцентриситета зондов на трансформации сигналов высокочастотного электромагнитного каротажа», под руководством доцента Глинских В.Н. (Москаев И. А. «Численное моделирование данных высокочастотного индукционного каротажа в процессе бурения наклонно-горизонтальных скважин») , доцента Молоковой Н.В. (Коробейников П.А., Соколова А. С. «Математическая модель программного комплекса для интерпретации данных метода дипольного электромагнитного зондирования». Во всех этих работах представлен широкий спектр подходов к решению прямых и обратных задач геоэлектрики.

Нужно еще выделить работу, стоящую на стыке геофизики и геодинамики - это работа Татауровой А. А. «Численное моделирование деформаций в складчато-надвиговых поясах», научный руководитель ведущий научный сотрудник Ю.П. Стефанов. В этой статье модель упруго-пластической среды использована для описания формирования складчато-надвиговых структур, а численная реализация базируется на конечно-разностном аналоге полной системы уравнений механики сплошных сред. Такие решения пока довольно редко встречаются в мировой литературе применительно к задачам физики Земли.

Сейсмологические проблемы представлены в работах Чубарова Д.Л. «Расчет и анализ роли приливных сил в процессе подготовки землетрясения», Васильевой М. А. «Сейсмичность и глубинное строение тектоносферы дальневосточного региона», Шабалина В.А., «Сейсмомикрорайониование особой экономической зоны Советская Гавань», Ислямовой А.А., «Прогноз оползнеопасных участков склона на основе моделирования поля напряжений». В последней работе численное решение прямой задачи сочетается с применением известного

пакета расчета амплитудных характеристик колебаний грунта.

При **минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях** использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микрозондовый анализ на микроанализаторе, исследования на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, инструментальный нейронно-активационный анализ, метод лазерного микроанализа, моделирование минералообразования по методикам М.Б. Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучения обогатимости кварцитов посредством аэромеханической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолюминесцентный анализы, метод осколочной f-радиографии, оригинальные методики расчета количества керогена типа-П по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава отдельных отходов с целью прогноза возможности их использования в целях переработки на извлечение минералов платиновой группы, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газово-жидких включений, Ar-метод для определения абсолютного возраста отложений и метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов, микротермометрический метод с использованием микрокриотермостолика THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологичискими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей, трехмерное моделирование, методы многомерной статистики, дешифрование космо- и аэрофотоснимков и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. В представленных докладах отражены новые методики оценки экологического состояния территорий и отражена возможность применения биогеохимии для оценки уровня техногенного загрязнения. Представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в базальтоидах, по которым была расшифрована геохимическая специализация и обстановки формирования пород, что позволяет применять эти данные при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены технологии компьютерного моделирования месторождений урана и рудных тел. Впервые была предложена методика разделения существенно радиевых и существенно урановых ореолов внутри одного рудного тела. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по постановке поисково-прогнозных работ и рационально использовать природные ресурсы. Авторами разработаны новые методики оценки перспективных рудных полей на обнаружение месторождений урана, золота, железа, а также кварцевого сырья. Следует отметить, что при решении минералогических, петрографических и геохимических задач наряду с уже традиционными методами отмечается широкое использование новейших методик. Атомно-абсорбционный метод, позволяющий определить около 70 химических элементов. Рентген-флуоресцентный метод, применяемый для исследования химического состава минералов. Сканирующая электронная микроскрпия, позволяющая получить изображение поверхности исследуемого объекта с разрешением около 30 нанометров, а также количественный и химический состав исследуемого вещества. Широко используется поляризационные микроскопы с подключенной термокамерой, которые позволяют определить основные характеристики флюидных включений и генетические условия образования минералов. Актуальность заключатся в решении научных и практических проблем в области минералогии и геохимии. В представленных докладах получены новые данные по химическому составу гранатов, биотитов, турмалинов из гранитов и пегматитов. В некоторых докладах представлены новые данные по особенностям петрографического состава различных массивов интрузивных пород. В другой части докладов освещены термобарогеохимические условия образования месторождений. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В докладах представлены ноые данные по геохимии и петрографии ультрамафитов Западного Саяна, рассмотрены актуальные вопросы минералогических особенностей грунтов земельного полотна автомобильных дорог Западной Сибири, представлены исследования типоморфных особенностей циркона гранитоидов Рудного Алтая, приведена оценка редкоземельного оруденения восточных областей Памира, рассмотрены особенности химизма пиропов Архангельской и Якутской алмазоносных провинций, представлены новые данные нефтеносных песчаных пород Казанского месторождения, а также обсуждаются множество других важных и актуальных вопросов минералогии, петрографии, геохимии и металлогении.

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

геоэкологическое состояние поверхностных и подземных объектов различных районов России, Молдовы и Вьетнама, характерные областям гидрогеохимии и гидрогеоэкологии. Многие доклады были посвящены оценке экологического состояния водных объектов в различных условиях антропогенной нагрузки. Интересны были доклады, рассматривающие условия формирования химического состава и гидрологического режима водных объектов различных ландшафтов, а также территорий разной степени преобразованности за счет антропогенного воздействия. Наиболее интересными являются темы исследования, касающиеся вопросов формирования химического состава углекислых вод Тувы (доклады А.В. Шестаковой, Е.А. Шевченко, Е.А Ворожейкиной), исследования химического состава подземных вод Вьетнама (докладчик Чан Тхи Хыонг), Молдовы (А.Н. Гроза), Республики Татарстан (Р.Р. Галямов), изучение родников города Томска (А.В. Еремина) и др. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В докладах представлены результаты собственные исследований, полученных в ходе экспедиций, учебных и производственных практик.

Научный и практический интерес представляют материалы по направлению **«Гидрогеология и инженерная геология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях»**. Они посвящены актуальным проблемам экологизации и территориальному планированию водопользования, природообустройства и землеустройства. В настоящее время возрастают объемы и виды гидрогеологических и инженерно-геологических изысканий, исходя из ландшафтно-климатических условий и развития отраслей экономики России, на территориях с распространением многолетнемерзлых пород (ММП). Особое внимание было уделено проблемам водопользования (П.И. Петрова (ТПУ)), так же, формируется повышенный интерес к экологическим аспектам взаимодействия человека с геологической средой, как городской (Г.С.Лоншаков (ИНИТУ), К.С. Медведков (ОГТУ)) так и промышленной (Е.Г. Прянишников (ТГАСУ), Е.А. Епифанова, А.Г. Гридасов, Д.В. Пургина (ТПУ)), абсолютное большинство гидрогеологических задач молодые ученые предпочитают решать методами численного моделирования. Не угасает интерес к исследованиям опасных инженерно-геологических процессов (П.В. Сотников, И.Е. Курлюк (ТПУ)). В ходе первого дня представлено 12 докладов из 8 городов России и ближнего зарубежья. Второй день работы секции включал доклады студентов и магистрантов делающих первые свои шаги в науке, количество докладов в этот день – 29, из 4х стран. На сегодняшний день наибольший научно-практический интерес представляют результаты исследований связанные с гидрогеодинамическими и геоэкологическими проблемами освоения месторождений полезных ископаемых. Так Е.А. Поскотинов (ТПУ) в своей работе исследует динамику водопритоков в подземные горные выработки алмазоносной трубки «Удачная», Э.А. Кыйматов предлагает схематизацию гидрогеологических условий для подсчета запасов на месторождении подземных вод, Ю.А. Деева (ТПУ) выявляет источники загрязнения на подземном водозаборе расположенном вблизи р. Томь, Н.А. Ангахаева (ТПУ) обращает наше внимание на проблему мониторинга водных и земельных отношений в России на примере Тункинского национального парка, А.В. Карманова (ТПУ) выявляет технологические аспекты эффективности водопользования на Обь-Томском междуречье. Не менее важные проблемы поднимаются докладчиками по обоснованию и совершенствованию методик инженерно-геологических изысканий под строительство на многолетнемерзлых породах (А.В. Шрамок, К.В. Бекирова (ТПУ)), а также исследования напряженно-деформированного состояния грунтового массива для повышения надежности эксплуатации основания (С.С. Тарек (ТПУ)). Студентами были изложены сложные геодинамические процессы на территории г. Томска (Т.В. Коржова (ТПУ)) приведена сравнительная характеристика методов изучения проницаемости грунтов при проведении изысканий на шельфе (К.С. Богрова (ТПУ)), изучалась устойчивость геологической среды (Т.И. Грифинштейн (ТПУ)). Доклады, представленные по данному направлению, отличались достаточно высоким научным уровнем. В основу большинства докладов были положены данные собственных исследований авторов по научным темам, актуальность которых была несомненна.

При исследованиях в области г**еологии и разведки нефтяных и газовых месторождений** широко использовались методы компьютерного моделирования геологического строения и процессов разработки нефтяных месторождений с помощью программы Eclipse Шлюмберже и других современных программных средств (для построения трехмерной модели месторождений, для оценки запасов нефти, для установления положения водонефтяного контакта, для статистического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, SURFER и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий, также использовались космоснимки при прогнозировании ловушек нефти структурного типа. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия, атомно-адсорбционный анализ, газовая хроматография, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, люминесцентная микроскопия, ртутная порометрия, изотопные методы исследований и др. В исследованиях молодых ученых и студентов широко используются информационные технологии и статистические модели поведения коллекторов нефтяных и газовых месторождений, термобарический и геохимический методы реконструкции палеогидрогеохимических условий развития осадочных отложений, методы термостимулированной люминесценции грунтов при поисках месторождений нефти и газа, компьютерное моделирование залежей углеводородов с использованием трехмерных моделей, зарубежные и отечественные программные комплексы по моделированию истории формирования современных структур и прогноза нефтегазоносности месторождений углеводородов, способов применения гидроразрыва пласта и трассерные исследования. В представленных молодыми учеными и студентами докладах рассмотрены вопросы геологического строения и нефтегазоносности Западно-Сибирской, Днепрово-Принятской, Прикаспийской, Волго-Уральской, акватории северных морей и других нефтегазоносных

провинций. Авторами проведена оценка перспектив нефтегазоносности новых территорий – востока Томской области, акваторий северных морей, в том числе Арктического шельфа (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых) и глубокопогруженных горизонтов Западной Сибири. В частности интересны доклады Мануиловой Е.А. (МГУ) «Методика исследований керна баженовской свиты для выделения запасов и ресурсов», Рубана А.С. и Юриновой Ю.А. (ТПУ) – «Литологические особенности донных осадков юго-восточной части моря Лаптевых», и цикл работ по теме «Трассерные исследования как инструмент оптимизации систем разработки» авторов Трифоновой О.Н., Майкова К.Ю. (н.рук. – Кудряшова Л.К., ТПУ).

По научному направлению **региональной геологии, палеонтологии и стратиграфии** авторами продемонстрированы новейшие компьютерные технологии и, в частности, ГИС-технологии, в том числе новейшие программы, позволяющие обрабатывать аэрофото- и космоснимки с последующим прогнозом. При исследованиях использованы кластерный метод, палеонтологические, математические, а также классические методы исследований, методы электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), нейтронно-активационный анализ, метод люминесцентной микроскопии для изучения органического вещества, анализ аэрофотоснимков и космоснимков. В палеонтологических исследованиях было показано применение универсального принципа симметрии Пьера-Кюри для характеристики форм и условий обитания отряда фузулинид и т.д. В работах использованы новейшие методы исследования веществ пород на современной инструментальной базе СО РАН и Мюнстерского университета, определения абсолютного возраста пород, палеонтологических реконструкций при прогнозировании месторождений и т.д. В связи с тем, что многие озера находятся под угрозой исчезновения и глобального климатического изменения, а целые народы испытывают засуху, современные исследования озер весьма актуальны. В 2017 году отмечается 115-летие кафедры исторической геологии и палеонтологии ТПУ – первой кафедры горно-геологического направления в Сибири, основанной выдающимися учеными с мировыми именами – академиками В.А. Обручевым и М.А. Усовым. Об истории кафедры рассказала студентка ТПУ Е.А. Осипова. С интересными научными работами выступила аспирант ИГХ СО РАН (г. Иркутск) Ощепкова А.В. по теме «Моделирование минерального состава донных озерных отложений как инструмент расшифровки палеоклиматических сигналов позднего плейстоцена-голоцена Байкальского региона». Интересна работа Глушкова С.Ю., студента ТПУ «Применение методов математической статистики при определении границ вида на примере кораллов» (н.рук.- доцент Гумерова Н.В.). Интересны и другие доклады. Уникальные исследования работ с остатками крупных млекопитающих регулярно проводятся в Северной Якутии. В многолетней мерзлоте Якутии сохраняются не только скелеты и кости млекопитающих ледникового периода, но и их замороженные трупы, представляющие особую научную и музейную ценность, где находки ведутся уже десятки лет в составе международных групп ученых из России, Бельгии и Южной Кореи. В докладе «Находки плейстоценовых псовых в многолетней мерзлоте Якутии» (авторы Молодые ученые К.Е. Протодьяконов, С.Е. Фёдоров, А.И. Дмитриев, Научный руководитель: С.Е. Фёдоров из Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Якутск) обсуждаются и расмматриваются новые находки млекопитающих, найденных в 2011-2016 гг. В исследовании применяются самые новейшие методы исследования: радиоуглеродная датировка, проведенная в Университете Гронинген (Нидерланды), биостратиграфические, тафономические, почвенные и археологические исследования, с отбором проб на радиоуглеродный, споро-пыльцевой и общехимический анализы. Найдены впервые в мире ископаемые псовых плейстоценового возраста с сохранившимися тканями, внутренними органами и, возможно, одной из первых одомашненных собак в Сибирской Арктике. Результаты проведённых комплексных исследований являются несомненным вкладом в мировую палеонтологическую науку. Студенты ТГУ и других вузов Сибири выполнили ряд интересных докладов посвященных новым палеонтологическим находкам Сибири. В докладах представлены новые находки и тафономия таких животных как мамонт, шерстистый носорог, бизон, лошадь, олень, лось и др. Это следующие работы: «Особенности и тафономический анализ фауны местонахождения Нововодубровское (предварительные результаты работ 2015 г.)» «Особенности геологического строения и условий формирования местонахождения мамонтовой фауны Новодубровское», «Тафономический и морфологический анализы остатков лошадей местонахождений Новодубровское и Волчья грива (предварительные результаты работ 2015 г.)». Данные работы проводятся ежегодно и постоянно пополняются новыми находками и данными по тафономии крупной фауны млекопитающих четвертичного периода. Все работы выполнены на средства гранта Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2015 – 2016 гг. Интересны и другие доклады по данному научному направлению.

В секции **«Космогеологические исследования и дистанционные методы исследований в изучении и управлении природными ресурсами»** представлены доклады актуально ориентированные на решения научных и практических проблем в области геологии, геохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды с использованием современных методов анализа данных дистанционного зондирования Земли. Дистанционные технологии получили в последние десятилетия бурное развитие в решении широкого круга задач, связанных с исследованием окружающей среды, природных ресурсов, мониторингом процессов природного и антропогенного характера. Материалы космических съемок позволяют получить в ряде случаев принципиально новую информацию, имеющую как фундаментальное значение для наук о Земле, так и очевидную практическую значимость. В представленных на секцию докладах обсуждаются вопросы использования и комплексирования материалов мультиспектральных и радарных космических съемок, картирования в целях решения геологических, геоэкологических, землеустроительных задач и вопросов проектирования застройки новых территорий. Ряд докладов посвящен мониторингу загрязнения и геодинамическим процессам в районах нефтегазодобычи и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Авторы для решения задач в

процессе исследования использовали современные методы: статистический анализ напряженного состояния горных массивов, линеаментный анализ, методы улучшения, классификации и предискретизации растровых изображений. Работу секции, как правило, открывает профессор А.А. Поцелуев, и доценты ИПР ТПУ Ю.С. Ананьев, В.Г. Жидков интересным докладом «Дистанционные технологии геологических исследований и управления природными ресурсами в условиях Арктики». Актуальны и интересны доклады студентов ТГУ Железнова Я.А. «Проявление участков холодной дегазации Земли по данным мультиспектральных космических съемок» и Кузнецов А.Е. «Структурно-вещественные парагенезисы крупных сдвиговых зон по материалам мультиспектральных космических съемок». Интересен также доклад «Общие сведения об используемых спутниковых навигационных системах» (автор - Пушкарь А.А., Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь). Интересны и другие работы по этому направлению.

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

На секцию «Землеустройство. Наука и практика» были представлены доклады из 7 стран: США (Государственный университет Нью-Йорка (Фредония)); Франции (Парижский университет); Нидерландов (Дельфтский университет); Ирака (Иракский университет); Казахстана (Казахский Национальный аграрный университет (г. Алматы); Беларуси (Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси (г. Минск) и Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки)). Представленные доклады выявили общие проблемы в землеустройстве России, стран Европы, Америки и Азии. Отчетливо проявилась международная тенденция к рациональному использованию земельных ресурсов, особенно отличающихся высоким плодородием. Голландские ученые при этом были ориентированы на выполнение Парижских соглашений в рамках Рамочной конвенции ООО об изменении климата: российские, казахские, иракские – на сохранение и восстановление земель сельскохозяйственного назначения. Кстати, А. Алшаиби, студент кафедры вычислительной техники Института кибернетики ТПУ, не только описал динамику изменений их площадей, но и выделил основные причины. Интерес представляеь целый ряд докладов из Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» (г. Горки, Республика Беларусь), таких как «Использование земельно-информационноной системы при проведении землеустроительных работ в республике Беларусь» (автор Ахремчик А.С.), «Создание картографической основы внутрихозяйственного землеустройства средствами QGIS» (автор - Качан А.В.). Безусловно интерес представляет работа «Мониторинг состояния особо охраняемых природных территорий томской области с использованием данных дистанционного зондирования Земли» (авторы - Черникова Т.Ю., начальник отдеда ООПТ Томского областного комитета охраны окружающей среды и природопользования; Алшаиби А.Д., студент ТПУ (Ирак); н.рук. – Пасько О.А., профессор ТПУ). Студенты Гапонов Е., Макарцова Е., Янкович К., аспирант Н. Ушакова также с помощью ГИС-технологий и космоснимков смогли решить актуальные научно-практические задачи, такие, как установление времени образования снежных отвалов, получение информации об изменении их площади, температурного режима, анализ данных инвентаризации земель лесного фонда и т.д. Из интересных практических работ следует выделить создание программного приложения для работы специалиста в полевых условиях И.Ванюшина, студента Института кибернетики ТПУ, созданное в рамках выполнения госконтракта с сотрудниками ИПР и интерактивную карту зон отдыха Томского района студентов ИПР ТПУ Д. Полымской и Ю. Югиной. Основная часть представленных на секции докладов характеризовалась анализом правовых аспектов землеустройства на местных материалах, вопросами трансформации землепользований, территориального планирования и прогнозирования, а также – землеустройства загрязненных территорий.

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

задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участниками симпозиума предложена механистическая модель лифта скважины при моделировании совместной разработки газовой шапки и оторочки высоковязкой нефти; оригинальная методика определения стратегии разработки нефтяных месторождений Западной Сибири, интегрированная с анализом рисков и неопределенностей; оригинальные экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти различными композициями из реальных образцов керна. В работах использовано математическое и физическое моделирование процессов нефтеизвлечения, проведены натурные эксперименты и испытания новых устройств и технологий на действующих месторождениях. Молодыми учеными предложены разработки новых оригинальных программ для решения конкретных задач по интенсификации добычи углеводородов и производительности скважин на нефтяных месторождениях на поздних стадиях разработки и при наличии осложнений, вызванных асфальтосмолопарафиновыми отложениями. В частности, рассмотрено осложняющее добычу нефти тепловое взаимодействие скважинной продукции и узлов установки электроцентробежного насоса, приводящее к преждевременному выходу из строя погружного оборудования и кабельных линий. Построена физическая и математическая модель вынужденного конвективного теплообмена между трехфазным потоком флюида и погружным электродвигателем при различных свойствах флюида (плотности, вязкости, газонасыщенности, обводненности) и параметрах погружного оборудования (габаритных размеров двигателя, мощности, диаметра эксплуатационной колонны и др.). Актуальность данной проблемы обусловлена часто встречающимся отказом двигателя и кабельных линий по причине недостаточного охлаждения. Кроме того, экспериментальными и теоретическими исследованиями молодых ученых установлено, что образование дисперсных систем (эмульсий) внутри пласта может благоприятно сказываться на подвижности исходной нефти, тем самым, увеличивая ее дебит. Проведены исследования процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий. В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая нефть Усинского месторождения. Данная нефть содержит высокий процент смол и асфальтенов (природных эмульгаторов), что позволяет получать устойчивые во времени эмульсии. Молодыми учеными использованы новые методы экспериментальных исследований процессов отложения неорганических солей и подбора ингибиторов для борьбы с этим явлением, а также оригинальные способы и техническое устройство для получения оперативной информации о технологических параметрах нефтедобывающих скважин. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) увеличение нефтеотдачи пластов и производительности скважин путем создания радиальных каналов методом глубокой гидроперфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.; 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокомпозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокомпозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов. Одним из лучших докладов по данному направлению является доклад Дегтярева Д.С. и Костадинова Н.К. (Тюменский индустриальный университет) «Новые принципы разведки и добычи нефти и газа», а также НИР Кожанова Д.Д. «Анализ применения нанотехнологий при решении проблем в нефтегазовой отрасли» (Пермский государственный национальный исследовательский университет). Актуальны и интересны доклады: «Методы освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и газа» (авторы - Денисенко Д.Г., Хиджакадзе Г.Н., ТПУ); «Физико-химическое исследование пластового флюида месторождения «М» (автор - Банчу И.А., н.рук. – доцент Шишмина Л.В., ТПУ); «Особенность технологии HIWAY при проведении гидроразрыва пласта» (автор - Леби Давид Джуниор, н.рук. - *Арбузов В.Н.,* доцент ТПУ); и доклад «Технологическая сборка для теплофизического воздействия для предотвращения гидратобразования» (автор - Волков П.В., н.рук. - Зятиков П.Н., профессор ТПУ). Интересны и многие другие доклады по данному направлению.

В области **современной технологии и техники бурения скважин** применялся весь арсенал современных методов: тонкие физические измерения (электромагнитная эмиссия, дозированное радиационное облучение), современные математические методы обработки анализов на ЭВМ, выявлена новая возможность применения высокомолекулярного поливинилпирролидона в качестве добавок в тампонажные растворы, имеющих повышенную прочность почти в 2 раза и равные адгезийные свойства, измерение термо-ЭДС в твердосплавном породоразрушающем инструменте, определение микротвердости с использованием современных компьютерных микротвердомеров, тензометрия при определении режимных параметров бурения с выдачей информации на компьютер, а также методика регистрации импульсного релаксационного тока, возбуждаемого на границе горная порода–режущий инструмент и др. Молодые исследователи широко использовали программные средства автоматизированного проектирования различных технических устройств таких, как «Автокад», «Компас», программы расчета прочности изделий методом конечных элементов «Ansys», программы статистического анализа результатов применения новых образцов буровой техники, например «Statistica». В лабораторных исследованиях свойств различных материалов использовались комплексы современного аналитического оборудования, например, комплекс контроля свойств буровых растворов «OFITE». Для контроля процессов электризации породы на контакте с породоразрушающим инструментом при бурении скважин применялся

разработанный в ТПУ новый метод записи электрических токов, протекающих через бурильную колонну. Студенты ТПУ спроектировали и создали лабораторную установку с компьютеризированным измерительным комплексом.

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

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

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

При рассмотрении вопросов **по совершенствованию нефтегазопромыслового оборудования** участниками симпозиума предложено применение ударно-волновой технологии в малодебитных и рентабельных скважинах; использование новейших информационных технологий для создания поисковой системы нефтегазопромыслового оборудования; применение кислотной обработки коллектора с использованием установки с гибкими трубами, что должно привести к интенсификации и увеличению притока нефти; показана уникальность и эффективность использования торцевых уплотнителей центробежных насосов и т.д.; были продемонстрированы результаты экспериментов по внедрению ударно-импульсной технологии воздействия на продуктивную зону нефтегазового пласта, что вдвое повышает нефтеотдачу; предложена оригинальная методика определения уровня жидкости в межтрубном пространстве нефтедобывающих скважин методами эхометрии; авторами была продемонстрирована модель учета, контроля и анализа надежности подземного оборудования эксплуатационного фонда скважин, оборудованных УЭЦН, которая позволит оперативно управлять технологическим процессом и снизить себестоимость добычи нефти; участниками симпозиума предложена новая технология селективного гидроразрыва продуктивных пластов с применением гибких непрерывных труб и т.д. Доклады выполнены на высоком уровне. Актуальность состоит в решении современных научных и практических проблем в области нефтепромыслового оборудования. Более половины из представленных докладов имеют несомненную научную новизну. Так в работе доцента Грузина А.В., Антроповой Л.Б., студент (Омский государственный технический университет) представлена интересная разработка технологии по регулированию деформационных свойств несвязного дисперсного грунта основания резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов. Интересны также доклады Гвоздырева Е. Ю. «Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния надземного нефтепровода с учетом образования трещины» и доклад Николенко Е.В. «Опорожнение нефтепровода с помощью азотных установок» (н.рук. – Крец В.Г., доцент ТПУ). Интересны также доклады Чехлова А.Н. «Моделирование динамики термокарстовых процессов в зоне воздействия на многолетнемерзлые грунты подземных нефтегазопроводов» (н.рук. – Чухарева Н.В., доцент ТПУ), а также НИР Шавлова Е.Н.

«Применение комплексного подхода в решении задачи повышения эксплуатационной надежности промысловых нефтепроводов на Кальчинском месторождении» (н.рук. - Лукьянов В.Г., профессор ТПУ, Брусник О.В., доцент ТПУ). Интерес вызывают и ряд других докладов, несущих актуальность и новизну.

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

Представлены статьи аналитического характера (приведен анализ метрологического обеспечения газораспределительных станций; сформулирована проблема разработки комплексной системы подогрева высоковязких и быстрозастывающих нефтей и нефтепродуктов и др.); результаты личных экспериментальных исследований (например, состава и свойств изоляционных покрытий для газонефтепроводов), направленных, в том числе, на разработку нового оборудования и устройств (измеритель объемной плотности заряда протекающей жидкости) и совершенствование технологий (композиция грунтового основания резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов; совершенствование системы мониторинга за состоянием оборудования). Отдельные статьи, посвящены оптимизации режимов перекачки углеводородной среды с учетом различных условий эксплуатации.

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

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

количеством экспериментальных исследований с применением современных методов анализа (дистанционное программирование процессов, бортовые телекамеры, системы технического зрения и автономной навигации, элементы искусственного интеллекта, объединение автоматизированных машин информационной сетью). В ходе автоматизации оборудования для горного дела широко используются элементы микроэлектроники. Многие работы реализованы посредством программного комплекса метода конечных элементов ANSYS. Так, в докладе аспиранта ТПУ Урниша В.В. «“Оптимизация режимов шароструйного бурения регулированием расстояния от снаряда до забоя“» рассмотрен этот новый вид бурения скважин. В докладе представлена разработка математической модели гидроимпульсного безбойкового механизма, входящего в состав буровых установок. Исследования этого механизма показали большие возможности для регулирования формирующегося импульса. Данный механизм в связи с имеющимися конструктивными особенностями, может изменять параметры формирующегося импульса, за счет незначительных изменений в конструкции. Таким образом, проведённый анализ показал, что каждый из рассмотренных способов поддержания требуемого регулирования расстояния от снаряда до забоя скважины имеет существенные недостатки, проблема фактически пока не решена и вызывает необходимость продолжения исследований. Первые лабораторные испытания предложенного нами нового способа оптимизации режимов шароструйного бурения скважин дали обнадёживающие результаты. Интересна также работа Вавулина А.В., ассистента Пермского национального исследовательский политехнического университета, по теме “Способ повышения эффективности процесса воздухоподготовки на подземных горнодобывающих предприятиях в холодное время года“. В докладе представлено повышение эффективности воздухоподготовки и предложено в воздухоподающем стволе выше сопряжения калориферного канала с ним устанавливать воздушную завесу. Также облегчается процесс управления смешиванием потоков воздуха, в результате чего появляется возможность нормализовать температурный режим в воздухоподающих стволах по всему сечению. В ходе проведенных исследований и численных расчетов было установлено, что в предлагаемом способе (на примере рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий») затраты энергоресурсов на воздухоподготовку снизятся примерно на 18%, а электроэнергии на работу главной вентиляторной установки на 23%. Интересны и многие другие доклады.

По направлению **«Моделирование процессов при транспортировке нефти и газа»** доклады выполнены на высоком современном научном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области гидрогазодинамики, тепломассопереноса во внутренних системах (трубах и каналах), экспериментальных и теоретических методов исследования гомогенных и гетерогенных потоков, реологии вязких сред и теплофизики. В 2017 г. работу секции открыл пленарными докладами д.ф.-м.н., профессор Института природных ресурсов Томского политехнического университета Харламов С.Н. Профессор Харламов С.Н. подробно осветил современные информационные технологии и ресурсоэффективные модели в решении задач энергосбережения и транспорта вязких сред: историю, достижения и перспективы.

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

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

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

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

свойств, состава и структуры углеводородных сред в широком диапазоне изменений термобарических условий, характерных для работы устройств предварительной подготовки нефти. Построены зависимости изменения компонентного состава и теплофизических свойств (коэффициенты динамической вязкости, теплопроводности, диффузии, теплоемкости) смеси от температуры и давления. Приведены рекомендации по прогнозу оптимальных режимов функционирования оборудования. Полученные результаты работ имеют практическую значимость. Практическая ценность определяется их ясной прикладной направленностью, необходимостью расширения фундаментальных знаний о природе углеводородного сырья и выдачей рекомендаций по прогнозированию оптимальных режимов работы оборудования предварительной подготовки нефти. В докладе Логиновских В.М., студента и Черенцова Д.А., доцента Тюменского индустриального университета "Исследование крутильных колебаний валов насосных агрегатов нефтегазовой отрасли" выполнены исследования по разработке и тестированию универсальной математической модели колебательного движения, а также произведена оценка влияния различных характеристик на частоты свободных колебаний, что весьма ценно для практики. В докладе Пененко В.Д., студента и Медведевой О.Н., доцента Саратовского государственного технического университета (Институт Урбанистики, архитектуры и строительства) "Построение оптимального маршрута прокладки трассы газопровода" представлены результаты исследования задачи об определении оптимальных параметров систем межрегионального и межгородского распределения газового топлива, к которым относятся: оптимальное количество сел, подключаемых к одной газораспределительной станции, оптимальное размещение, оптимальная трассировку межпоселкового газопровода, количество отводов от межпоселкового газопровода, места их врезки и т.д. Представлена оценка эффективности функционирования межпоселковых систем газоснабжения с технико-экономическом обоснованием рациональных схемных решений межпоселкового транспорта газа и оптимальных параметров газораспределительной системы. Одним из лучших среди студенческих докладов является доклад Дедеева П.О., магистранта ТПУ и Amati G., (M.Sc., Politecnio di Torino, Torino, Italia) "Возможность применения алгебраических моделей турбулентности в потоках вязкой жидкости во внутренних системах, находящихся под воздействием полимерных молекул". В данной работе представлены новые комплексные теоретико-экспериментальные исследования эффектов ламинаризации вихревых потоков в трубопроводах с демонстрацией возможностей прогноза изменений в локальных свойствах пульсационного течения в рамках статистических моделей К-теории турбулентности. Экспериментальные данные о подавлении интенсивности и энергии турбулентности в данных потоках могут служить базой для конструирования новых полуэмпирических моделей к расчету сложных сдвиговых потоков с ламинаризацией. Интересен также доклад Шатохиной А.А., и Мисюна М.А., студентов ТПУ, "Моделирование процессов парафинообразования и особенности транспорта высоковязких нефтей". Авторами выполнена кропотливая работа по систематизации подходов, методов борьбы и моделей исследования гидродинамики и тепломассопереноса в гомогенных и гетерогенных углеводородных средах с учетом парафинообразования в трубопроводах с учетом реальной картины динамики процессов асфальто-смоло-парафиновых отложений и неизотермических течений несжимаемых вязко -и вязкопластичних жидкостей в подземных трубопроводах с заданной(неизвестной) толщиной отложений парафина. Критически оцениваются методики определения оптимальных температуры подогрева сред, позволяющих формулировать более низкие температуры застывания, значения динамической вязкости и предельного напряжения сдвига, способствующих полному управлению реологическими свойствами в аномальных средах. Результаты составляют банк эмпирической информации для разработки и тестирования детальных математических моделей гидродинамики и тепломассопереноса. Интересны также другие доклады молодежи по данному направлению.

В направлении **«Переработка углеводородного сырья»** молодыми учеными использовались следующие новые методы: современные физико-химические методы исследования металлических и наноструктурированных цеолитных катализаторов: ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6000, дифференциальный термоанализ на приборе синхронного термического анализа NETZSCH STA 409 (Германия), электронно-микроскопические исследования на растровом электронном микроскопе VEGAII LMU (Чехия) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа, интегрированного с VEGAII LMU, Oxford INGA Energy 350; кислотные и каталитические свойства интерметаллидов и наноструктурированных цеолитных катализаторов изучены на специальных автоматизированных установках: термодесорбционная и проточные автоматизированные каталитические установки с различным объемом реакторов; современные методы исследования физико-химических свойств нефтеполимерных смол, а также новейшие методы термогравиметрии, рентгеноструктурного анализа, БЭТ, спектроскопии ЯМР 13С, метод ГХ-МС, спектроскопии ЯМР 13С, 1Н, ИК, метод математического моделирования, применение интеллектуальных программных комплексов, газовой хромаграфии, метод термодесорбции и др. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) утилизация и глубокая химическая переработка попутных нефтяных газов (ПНГ) на наноструктурированных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах в жидкие углеводороды и «сухой газ»; 2) углекислотная конверсия природного газа в синтез-газ на интерметаллидах никеля и алюминия; 3) переработка прямогонных бензиновых фракций газовых конденсатов и нефти на наноструктурированных модифицированных цеолитных катализаторах в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5»; 4) получение различных модифицированных нефтеполимерных смол с улучшенными характеристиками из жидких продуктов пиролиза; 5) моделирование процессов промысловой подготовки нефти, газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование); 6) освещены вопросы совершенствования процессов переработки тяжелой смолы пиролиза в ценные химические продукты, а также получения

2-этилгексановой кислоты, как основного компонента при производстве металлокомплексных катализаторов и других веществ; 7) представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем; 8) показана актуальность повышения ресурсоэффективности переработки различных видов углеводородного сырья в продукты с высокой добавленной стоимостью – высокооктановые моторные топлива и добавки к ним, полуфабрикаты синтетических моющих средств – линейные алкилбензолы, тяжелая смола пиролиза – сырье для производства саж и технического углерода, 2-этилгексановой кислоты для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромысловой отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области цеолитного катализа и его применения в нефте- и газохимии, рационального природопользования, особенно легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов, эффективного использования побочных продуктов пиролиза для синтеза нефтеполимерных смол. В представленных докладах рассмотрены результаты исследований по физико-химическим свойствам различных модифицированных микропористых цеолитных катализаторов типа ZSM-5, а также процессов переработки легкого углеводородного сырья: природного и попутного нефтяного газов, газовых конденсатов в низшие олефины, ароматические углеводороды и высокооктановые бензины, что имеет не только научное, но и большое прикладное значение, особенно для нефте- и газодобывающих регионов для решения экологических проблем, охраны окружающей среды и их комплексного развития. Впервые проведены исследования по превращению прямогонных бензинов и попутных нефтяных газов C_3-C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисоединениями Mo и W. Показано, что введение гетерополисоединений Mo и W приводит к повышению выхода высокооктановых бензинов из газового конденсата и ароматических углеводородов из газообразных насыщенных углеводородов. Рассмотрены технико-экономические показатели этих новых процессов и показана перспективность их практического применения. Другая часть докладов была посвящена новым способам и процессам использования жидких продуктов термического пиролиза углеводородных фракций и получению на их основе новых эффективных нефтеполимерных смол. Показано, что модификация ароматических нефтеполимерных смол комплексом электрогенерированных окислителей позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики модифицированных нефтеполимерных смол. В ряде докладов приведены новые альтернативные способы переработки различных видов сырья: биоспиртов, биомасел и других в углеводороды, синтетические моторные топлива и другие ценные продукты (Институт технической химии Технического университета г. Дрезден, Германия). В некоторых докладах представлены новые данные по исследованию состава тяжелых фракций нефти, по превращению высокомолекулярных компонентов природного битума (Институт химии нефти СО РАН, г. Томск), а также по созданию новых эффективных пленкообразующих материалов на основе нефтеполимерных смол (Институт природных ресурсов Томского политехнического университета). Все вышеизложенное позволяет более квалифицированно разрабатывать рекомендации по рациональному использованию природных углеводородных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается большим количеством полученного экспериментального материала с использованием новейших физико-химических методов анализа. Одним из лучших докладов по данному направлению является доклад бакалавра Фам Чыонг Фук и аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета В.В. Хасанова, в котором представлены новые уникальные результаты конверсии легких углеводородов C_3-C_4 ПНГ в ароматические углеводороды на цеолитных катализаторах, модифицированных 1-3 мас. % сульфида цинка. В результате проведенных исследований установлено, что с повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 3 % ZnS выход жидких продуктов (ароматических углеводородов C_6-C_{10}) достигает 60,6 мас. % при температуре 600 ^oC. По данному направлению интерес представляют следующие доклады: «Влияние модифицирующей добавки вольрамовисмутита кобальта и условий обработки на зауглероженность цеолитных катализатор конверсии прямогонных бензинов» авторов Власовой Н. Д., Матвеевой Е.Ю. и Нажису (н.рук.- Ерофеев В.И., профессор ТПУ и Егорова Л.А., доцент Томского государственного университета); доклад Еремеевой А. М. «Способ улучшения качества товарного дизельного топлива с помощью введения биодобавок» (н.рук. - Кондрашева Н. К., профессор Санкт – Петербургского горного университета). Интерес вызывает также НИР «Анализ эффективности применения химических методов увеличения нефтеотдачи пластов» Нажису (научный руководитель – Ерофеев В.И., профессор ТПУ). Интересны и другие доклады.

По направлению **«Моделирование процессов переработки углеводородного сырья»** представлены новые способы улучшения реологических свойств высоковязкие и высокозастывающие нефти (ИХН СО РАН). Получены новые значения о нестационарных каталитических процессах, предложены новые принципы их математического моделирования (Иванчина Э.Д., Чернякова Е.С.). Предложены новые депрессорные и оценено их влияние на показатели депарафинизации летнего дизельного топлива в электрическом поле (Н.С. Яковлев, С.Г. Агаев). Разработаны методики расчета низкотемпературных свойств дизельных фракций (А.А. Алтынов, И.А. Богданов). Оценено влияние и выработаны новые технические решения по оптимизации процесса сульфирования линейных алкилбензолов с применением новых математических моделей (К.А. Васючка, Крутей А.А., Долганова И.О.). Предложен новый способ управление активностью платиносодержащего катализатора риформинга путем оптимизации состава гидрогенизата (П.А. Глик, В.А. Чузлов), исследовано влияние состава риформата (платформата) от состава гидрогенизата, результаты позволили определить режимы стадии

ректификации по получению фракции 85-140 оС и интенсифицировать процесс гидроочистки данной фракции с целью снижения количества ароматики в гидрогенизате, а также определить вероятностный выход, состав и свойства продукта. Представлены отечественные технические решения для повышения эффективности работы аппаратов электрообезвоживания и обессоливания нефти (Зайковский В.В.). Установлено влияние технологических параметров установки каталитической депарафинизации на содержание сероводорода в стабильном гидрогенизате (И.В. Зырянова, Н.В. Попова, Н.С. Белинская) с целью повышения коррозионной безопасности продукта и повышения ресуроэффективности работы установки каталитической депарафинизации (А.С. Луценко, Н.В. Попова). Разработана технология получения композиционного жидкого топлива из твердого остатка пиролиза автошин (А.С. Кононова). Показано, что при термолизе индивидуальных соединений возможно образование высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых компонентов. Выполнено моделирование образования смолисто-асфальтеновых компонентов нефти (Д. С. Корнеев). Приведены результаты последних исследований структуры и свойств ультрадисперсных катализаторов в синтезе из CO и H2 (К.А. Малых). Оценены ресурсы и возможности получения ванадиевых концентратов из тяжелых нефтей в процессах их облагораживания для транспортировки (Д.В. Милордов, Г.Р. Абилова). Выполнены исследования и представлены результаты по определению физико-химических свойств и состава нефти Баженовской свиты Западной Сибири (А.Д. Мусина, В.В. Самойленко). Приведены результаты определение группового состава сырья и продуктов процесса каталитического крекинга при переработке вакуумного дистиллята из смеси Казахстанской и Западно-Сибирской нефти, на основании которых выполнено математической моделирование технологии глубокой переработки нефти (Г.Ю. Назарова, Г. Р. Бурумбаева, Г.Ж. Сейтенова). Наглядно продемонстрированы возможности использования математической модели процесса и основанной на ней компьютерной программы при решении разнообразных технологических задач по оптимизации показателей процесса каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора (Н.П. Серикова). Разработана новая имитационной динамической модели технологической установки низкотемпературной сепарации газа, с применением которой достигнуто повышение эффективности работы промышленных аппаратов (Писарев М.О., Долганов И.М., Сизова Е.Н.) разработаны математические модели теплообменного, сепарационного, эжекционного оборудования и регулирующей арматуры химико-технологической системы процесса подготовки газа и газового конденсата. На основе математических моделей разработана имитационная динамическая модель процесса низкотемпературной сепарации газа, пригодная для использования в качестве компьютерного тренажера. Рассмотрены одни из основных факторов, влияющих на эффективность процесса низкотемпературной сепарации газа: точка росы и давление. Исследованы различные варианты организации процесса изомеризации пентан-гексановой фракции. Реализация технологий с одним, двумя рециклами, в отличие от технологии за проход, позволяет увеличить октановое число продукта на 10 пунктов. Наилучший результат по октановому числу достигается при использовании технологии с двумя рециклами (свыше 90 пунктов) (Ю.А. Смольянова, В.А. Чузлов). Выполнено моделирование процесса компаундирования высокооктановых бензинов с использованием компьютерной моделирующей системы (А. А. Солопова). Разработаны оптимальные рецептуры смешения для бензина марки АИ-95 и АИ-92 с использованием компьютерной моделирующей системы, при этом каждая рецептура соответствует техническим и экологическим стандартам. Необходимость и целесообразность учета состава сырья и неаддитивности октановых чисел смешения при разработке рецептур подтверждаются результатами проведенных расчетов.

По направлению **«Современные технологии переработки минерального сырья»** доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области переработки минерального сырья, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, технологии переработки минерального сырья. В представленных докладах отражены современные направления обогащения полиметаллических руд, технологии комплексного освоения и переработки отходов золоторудных объектов, получены новые данные по созданию водостойких магнезиальных материалов на основе диопсидового и серпентинитового сырья, показаны возможности увеличения поглотительной способности глин и активации бентонитов ионами натрия, исследованы возможности использования карбонатных марганцевых руд в металлургической промышленности и для получения катализаторов глубокой конверсии природного газа. Представлены новые результаты в области нетрадиционных методов получения оксидов металлов с использованием электрохимического синтеза на переменном токе, модифицирование свойств и эксплуатационных характеристик геля гидроксида алюминия, аналитического контроля ионного состава растворов промышленных предприятий, использующих природные рассолы. Разработаны методы получения сорбентов на основе отходов обезжелезивания воды, используемых для очистки и регенерации отработанных масел. В представленных докладах отражены современные направления технологий комплексной переработки золы углей Кузбасса. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, потенциометрия, кондуктометрия, электронная микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, химический анализ и др. Представленные работы охватывают широкий спектр исследований минерального сырья от измельчения горных пород до получения готовых изделий. Для подсчета запасов месторождений необходимо проведение анализа руд и пород. Установлено, что инверсионная вольтамперометрия отличается от других высокочувствительных инструментальных методов анализа низкого содержания благородных металлов возможностью определения микроколичеств элементов с высокой чувствительностью и минимальной погрешностью. Кроме того, данный метод характеризуется простотой, экспрессностью и низкой стоимостью выполнения анализа. Измельчению, как важнейшему этапу

рудоподготовки, традиционно уделяется значительное внимание. Измельчение негабаритов горных пород может быть обусловлено сложностями при транспортировке и дроблении из-за массогабаритных параметров. Кроме того, измельчение является важнейшим этапом процесса обогащения. Предложенный электроразрядный способ измельчения представляет собой экологически чистый способ разрушения горных пород, позволяет производить разрушение и осуществлять направленный откол без разлета осколков и эвакуации персонала с места проведения работ. Предложенное усовершенствование методики исследования измельчаемости Ф. Бонда позволит в более короткие сроки проводить тестирование руд, как следствие, своевременно вносить коррективы в существующие режимы работы измельчительного передела обогатительных фабрик. Аспирантом У.М. Павловой показано, что измельчение с применением механохимоактивации в среде аминоуксусной кислоты позволяет повысить извлечение редких металлов из черносланцевого сырья на стадии флотации. Особое внимание традиционно уделяется переработке разных видов отходов. Студенты кафедры ОХХТ представили работы по получению магнезиального цемента и заполнителей бетонов из зол ТЭЦ. В работе магистранта М.А. Алпысбаева предлагается использовать золы Кранокаменской ТЭЦ для получения закладочных смесей, заполняющих горные выработки Краснокаменского уранового рудника. Это позволит снизить стоимость закладочных смесей за счет замены цемента золой и утилизации многотонных золошлаковых отвалов в районе их скопления. Показано, что шламы, образующиеся при обезжелезивании воды, и рисовая шелуха, являющаяся отходом производства риса во Вьетнаме, рассматриваются как альтернативные источники сырья для получения эффективных сорбентов.

В научных работах, связанных **с комплексным использованием различных видов сырья,** в процессе исследований применялись такие современные методы исследования, как рентгенофлюресцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексный термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия, электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ, дилатометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциально-термический анализ и др. Доклады секции выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами и их научными руководителями технологии рационального использования сырьевой базы России, а также представлены технологии переработки техногенных отходов с целью замены ими природного сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые способы и технологии использования минерального сырья и техногенных отходов для производства кислотоупорных керамических изделий, теплоизоляционных материалов для гражданского и промышленного строительства, алюмосиликатные пропанты для нефтегазодобывающей отрасли, пигменты и бетоны с широким спектром свойств. Широко рассмотрены вопросы утилизации зол ТЭС, а также доменных шлаков, шлаков чёрной металлургии и другие отходы промышленности, что позволяет конструктивно решать экологические проблемы. Особое внимание уделено проблемам ресурсоэффективности. В связи с особенностью географического расположения и суровыми климатическими условиями Россия вынуждена расходовать огромные энергетические ресурсы на отопление зданий и сооружений различного назначения. Кроме того, эта проблема связана с невысоким качеством и ограниченным ассортиментом материалов, используемых при тепловой изоляции теплогенерирующих установок, тепловых магистралей и объектов теплоснабжения. Примером практически значимой технологии является разработка получения пеностекла на основе алюмосиликатного сырья. Проведенные исследования подтверждают целесообразность использования всего известного многообразия различных техногенных отходов с алюмосиликатной основой в качестве исходного сырья для варки стекла, на основе которого можно получать пеностекло при более низких энергозатратах. Молодыми участниками были предложены новые технологии создания новых видов керамики и силикатных строительных материалов, разнообразных стеклоизделий, а также в ряде случаев предложены в качестве сырья нестандартные минеральные ассоциации для производства некоторых изделий. Предложенные авторами разработки имеют большое практическое значение и позволяют с использованием минерального и техногенного сырья Сибирского и Уральского регионов расширить номенклатуру изделий. По направлению **«Комплексное использование минерального сырья»** доклады выполнены на высоком научном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены современные технологии комплексного освоения магнезиального сырья, высококремнеземистых пород, переработки золошлаковых отходов, показаны возможности получения кислотостойких материалов на основе глинистого сырья Уральского региона, исследованы возможности использования отходов углеобогащения для получения топливных брикетов. Представлены новые результаты в области переработки цинксодержащих руд, получения ферросплава из алюминийсодержащей опоки. Предложена одностадийная технология получения пеностекольного материала, которая позволяет снизить энергозатраты производства и расширить сырьевую базу. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, электронная микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, дифференциально-термический анализ, химический анализ и др. Предложенные авторами разработки имеют большое практическое значение и позволяют с использованием минерального и техногенного сырья Сибирского и Уральского регионов расширить номенклатуру изделий. Среди лучших докладов данного направления необходимо отметить доклад профессора ТПУ Казьминой О.В. и аспирантов ТПУ Семке А.П., и Мисковец

А.Ю. «Получение пористой стеклокерамики на основе отходов обогащения медно-цинковой руды». Интерес представляют также научные работы: «Продукты химической переработки окисленных углей» (авторы Василец Е.П., Кудайберген Г.К., Арнт О.В., н.рук. Жакина А.Х., доцент Института органического синтеза и углехимии, г. Караганда, Казахстан); «Повышение эффективности комплексной переработки ильменитовых концентратов» (авторы Занавескин К.Л., Черезова Л.А., Бурмакина О.В., Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия, Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, г. Москва); «Вовлечение в безотходную пирометаллургическую переработку высокотитанистых титаномагнетитов» (автор магистрант Смирнов К.И., н.рук. - Рощин В.Е., профессор Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск). Актуальны и имеют научное значение целый ряд других сообщений по данному направлению.

По направлению **«Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности»** доклады выполнены на высоком современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области безопасного и надежного энергоснабжения нефтегазопромыслов. В представленных докладах отражены новые подходы к созданию перспективных топлив из отходов нефте- углепереработки, созданию уникальных экологически чистых технологий сжигания топливных композиций, автономных источников энергоснабжения, электрических систем и сетей управления, систем безопасности (в том числе пожарной) для объектов нефтегазопромыслов и трубопроводов. Более 70 % докладов выполнено с результатами лабораторных и натурных экспериментов. Достоверность результатов теоретических работ подтверждается тестированием и соответствующими контрольными опытами. Молодые ученые и студенты использовали новейшие методы исследований: методы высокоскоростной видеорегистрации, панорамные оптические методы трассерной визуализации «Particle Image Velocimetry», «Particle Tracking Velocimetry», «Stereo Particle Image VeIocimetry», «Interferometric Particle Imaging)), «Shadow Photography».

Сокращение запасов углеводородного сырья и повышение стоимости органического топлива стимулирует повышение эффективности энергетических технологий и оптимизацию передачи выработанной энергии потребителям. Например, транспортировка углеводородного сырья от мест добычи к потребителям традиционно осуществляется с использованием магистральных трубопроводов, что требует затрат электрической энергии на работу насосных и компрессорных станций. В Российской Федерации значительная часть таких магистралей расположена на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока. Указанные территории характеризуются слабо развитой энергетический инфраструктурой, и зачастую оптимальным способом энергоснабжения удалённых объектов транспорта углеводородного сырья является использование автономных источников энергоснабжения. Надежность работы автономных источников энергоснабжения является одним из ключевых факторов при обеспечении энергетической безопасности любого производства (особенно географически удалённого от централизованной энергосистемы). Информация о физических закономерностях технологического процесса автономного источника энергоснабжения, а также об изменениях параметров работы при воздействии внешних и внутренних факторов даёт возможность оценки надежности работы как установки в целом, так и ее отдельных элементов. В этом направлении интерес представляет доклад Стрижака П.А. (ТПУ) – «Исследование проблем надежного и безопасного энергоснабжения предприятий». На предприятиях добывающих отраслей также находят широкое применение традиционные источники энергоснабжения. Так ряд докладов секции посвящен анализу режимов работы подстанций, тепловых электростанций для энергоснабжения месторождений Западной Сибири, Киргизстана, Казахстана, Красноярского края, среди которых можно выделить доклады магистрантов Энергетического института электроэнергетического профиля с детальной проработкой режимов работы электростанции и выбором устройств релейной защиты и автоматики оборудования подстанции. В этом направлении интерес вызывают следующие статьи: студента Душечкина В.А. «Анализ схем электрических соединений распределительных устройств подстанции "Белозерная», студента Петрусева А.С. «Электрическая часть ГТЭС-24 филиала ЯРЭУ ЗПС ЭВС ООО «Газпром добыча Ямбург»; магистранта Ярмонов В.В., «Исследование режимов Назаровской ГРЭС». Следует также отметить интересные доклады, выполненные в рамках четырех направлений: создание композиционных угольных топлив из отходов переработки нефти и углей; снижение экологически опасных антропогенных выбросов при сжигании энергоносителей; энергоэффективное подавление процессов горения твердых и жидких конденсированных веществ диспергированными флегматизаторами; пожароопасное взаимодействие конденсированных веществ и материалов при взаимодействии с локальными источниками энергии. Возникшая в последние годы потребность использования результатов исследований на производстве, в частности, предприятиях топливно-энергетического комплекса, послужила стимулом для проведения широкомасштабных численных и экспериментальных исследований, результатом которых стало создания единого моделирующего комплекса прогноза критических условий возникновения нерегламентированных возгораний и последующего развития пожаров, а также ресурсоэффективных условий их ликвидации с использованием распределенных во времени и пространстве капельных пароводяных потоков. Среди таких докладов интересны следующие доклады: Дмитриенко М.А., Косинцев А.Г. «Экспериментальная оценка выбросов CO_2 при сжигании отходов углепереработки»; Валиуллина Т.Р., С.А. Шевырева С.А. «Разработка модельной камеры сгорания для исследования зажигания капель органоводоугольных топлив, витающих в потоке окислителя»; Войтков И.С. «Экспериментальное определение времен сохранения пониженных температур продуктов сгорания в следе капель воды, раствора на ее основ». Отмеченные доклады подготовлены на основе выполненных научно-исследовательских работ в рамках проектов Российского научного фонда, Фонда по грантам Президента РФ, Российского фонда фундаментальных исследований, некоммерческого партнерства «Глобальная энергия» и других.

На секции **«Геоэкология, охрана и защита окружающей среды»** актуальность докладов, выполненных на

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

в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Томской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания.

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

Немалое количество докладов освещают проблему загрязнения нефтепродуктами и нефтяными шламами, способы их утилизации. В некоторых докладах получены новые данные об особенностях химического состава озер Томской области и Республики Хакасии и поверхностных вод Горно-Алтайска. Сообщают и о способах очистки сточных вод от органических соединений, нефтепродуктов. Часть докладов посвящена изучению содержания и особенностей распределения химических элементов в органах и тканях человека, проживающего в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, произведена оценка регионального уровня содержания элементов в волосах по предварительному количеству проб, предложены региональные нормативы по элементному составу волос в Томской области. Был представлен доклад в рамках нового научного направления «медицинская геология», в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Томской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания. Научный интерес по данному направлению вызывает доклад Клышиной Е.Н., студента Павлодасркого государственного педагогического института «Распределение тяжелых металлов в волосах детей, проживающих на юге Казахстана». Показывается сравнительный анализ распределения тяжелых металлов в волосах детей, проживающих на юге Казахстана. Другая часть докладов посвящена проблеме радиационной обстановке на различных территориях. По этому направлению научный и практический интерес вызывает доклад Теровской Т.С., инженера Северский технологического института НИЯУ МИФИ «Моделирование миграции образующихся при подземном выщелачивании урана загрязняющих компонентов». Автор доказывает по собственным результатам моделирования, что области влияния подземного выщелачивания на окружающую среду локальны и спустя несколько лет после завершения добычи происходит автоочистка продуктивного горизонта в результате различных физико-химических и гидродинамических процессов внутри области незначительно выходящей за границы технологических блоков. Еще одну проблему Казахстана о следствии эксплуатации объектов атомной энергетики освещает доклады Торопова А.С., Джамбаева М.Т., Есильканов Г.М. аспирантов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, посвященные изучено миграции трансурановых радионуклидов в водных объектах Семипалатинского полигона, также авторами выявлено, что более высокое накопление урана в составе крови отмечается у жителей населенного пункта Зенковка. Одним из источников поступления урана в кровь человека в исследуемых населенных пунктах авторы рассматривают питьевую воду. Аналогичную проблемы отражает доклад коллег из Узбекистана Ражаббоева И.М., Мизомова Л.С., студента Навоийского государственного горного института, города Навои: «Оценка суммарной альфа, бета-активности и концентрации радиоизотопов в природных водах Кызылкумского региона Узбекистана».

По теме аэрозольного загрязнения атмосферы в этом году представлены широкие результаты в районах расположения локальных котельных и ТЭЦ различной мощности. Данную проблему освещают Мельникович Е.А., Весьма интересный доклад по новизне исследуемой территории Адильбаевой Т.Е., Николаенко А.Н., Кирсанова Д.И., студенты Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, а также Адильбаевой Т.Е., аспирантом института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета. Касаясь проблемы загрязнения твердыми частицами воздуха, представлены новые данные о состоянии воздушного бассейна в районах расположения крупных нефтеперерабатывающих комплексов различной мощности и с различающейся технологией аспиранткой института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета Шаховой Т.С. Отражает научную новизну и доклад по проблеме атмосферного загрязнения «Оценка качества атмосферного воздуха в районах со сложными геоморфологическими условиями Данилова А.С., аспиранта Санкт-Петербургского горного университета. Перспективные идеи открывает доклад «Технология защиты наносимого плодородного слоя от минерализованых вод хвостохранилища АЛ «АЛРОСА» при рекультивации Афанасиади К.И. (Смирнова Ю.Д.,) магистранта Национального минерально-сырьевого университета «Горный», (г. Санкт-Петербург). Представлен современный взгляд в докладе Киевских коллег Трус И.Н., Гомеля Н.Д., Иваненко Е.И., Воробьева В.И., Флейшер А.Ю. из Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»: «Ресурсосберегающие технологии в процессах реагентной очистки минерализованных вод». Перспективным докладом является доклад авторов Янушевского В.И., Осипенко М.А., студентов Белорусского государственного технологического университета из Минска: «Переработка ванадийсодержащих отходов как способ сохранения исчерпаемых полезных ископаемых». Получившая большую актуальность тема потепления и подземных льдов, также была затронута Цыреновым Т.Г., студентом Забайкальского государственного университета: «Воздействие глобального потепления на криолитозону в пределах Забайкальского края». Также актуальна работа Мех. А.А. магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического

университета, посвященная изучению буровых шламов. Представлены совершенно новые исключительные данные по территории Мало-Тарынского золоторудного поля (Республика Саха) по данным изучения комплекса природных сред, представившие доклады Карпенко Ю. и Меховников С., аспирант и магистрант Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета. Из этой области актуальным был доклад соавторов Юркевич Н.В., Карин Ю.Г. и Кулешовой Т.А. из Новосибирского государственного технического университета и Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН: «Состав отвала Белоключевского месторождения золота по данным электромагнитного сканирования и геохимического опробования». Весьма интересный доклад представлен Быковской Е.А. и Маюровой А.С., студенткой Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики на тему: «Системный анализ для выбора источника энергии».

Представлены оригинальные данные по активно развивающемуся направлению – дендрохронологии элементного состава и использованию такого рода данных в оценке динамики поступления химических элементов в окружающую среду. Вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа: инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, атомная адсорбция, оптическая микроскопия, ИК-спектроскопия, лазерно-люминесцентный анализа, рентгенфлуоресцентная спектрометрия, активно используются ГИС-технологии различного направления в геоэкологии и многие другие современные методы анализа и способов обработки данных с использованием новейшего оборудования и современных программ.

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

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

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

Можно отметить современные подходы и интересные научные идеи молодых исследователей. С этой точки зрения интересен доклад магистранта ТПУ Абылкаирова И.Е. «О необходимости и проблемах инновационного развития предприятий нефтегазовой отрасли» (н.рук.- Макашева Н.П., доцент ТПУ).

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

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

- методы исследований: формально-логические методы, в т.ч. методы классификации и обобщения,

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

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

Лучшим докладом студентов в разделе «Экономика минерального и углеводородного сырья» можно назвать доклад студента ТПУ Антоненко О.А. «Инвестиционные налоговые льготы для контрагентов разработки арктического шельфа» под руководством ассистента ТПУ Гринкевича А.М. В исследовании анализируются и предлагаются основные направления совершенствования системы налогообложения в РФ нефтегазовых месторождений континентального шельфа. Выделены основные принципы и критерии стимулирования привлечения капитала в разработку месторождений Арктической зоны. Представлен анализ существующих модели налоговых льгот с целью стимулирования инвестиций в региональной политике. Среди докладов молодых ученых – экономистов выделяется доклад ассистента ТПУ Макашевой Ю.С. «Трудовой потенциал Арктической зоны России». В ее исследовании дана оценка трудового потенциала Арктического шельфа: структура, состав, динамика и т. п. Рассмотрены два подхода к оценке трудового потенциала: на основе данных официальной статистики, так и на основе социологических опросов. Выделены проблемы развития трудового потенциала Арктики и намечены пути решения поставленной проблемы.

В подсекции **«Природоресурсное право»** особое внимание уделено обсуждению правового регулирования отношений в сфере недропользования. В частности доклад профессора, доктора юридических наук, Е.С. Болтановой касался проблем правового регулирования использования подземного пространства городов, в том числе как связанных, так и не связанных с извлечением полезных ископаемых. Также затрагивались такие темы как недропользование в пределах особо охраняемых природных территорий, использование земельных сервитутов для доступа к участку недр; имущественные режимы объектов в сфере добычи углеводородов; договорные отношения между государством и недропользователями, недропользователями и иными лицами; юридическая ответственность за нарушения в сфере недропользования; охрана окружающей среды в РФ, правовое обеспечение экологической и промышленной безопасности горных работ, а также сравнение соотношений прав на земельный участок и на добычу полезных ископаемых по законодательству России и других стран. Доклад молодого ученого, вызывающий особый интерес – доклад соискателя Юридического института Национального исследовательского Томского государственного университета Митулинской Я.А. на тему «К вопросу о взаимосвязях единой системы газоснабжения с правом пользования недрами». Автором проведен комплексный анализ положений действующего законодательства, в том числе специального, выявлены противоречия в подходах различных отраслей права к терминологии в отношении имущества, обеспечивающего процесс недропользования. Установлена взаимосвязь между материальными и нематериальными результатами деятельности пользователя недр. По результатам автор делает вывод, что единая система газоснабжения представлена не только материальными объектами, но и объектами нематериальными. Среди студенческих докладов выделяется доклад магистранта Юридического института ТГУ Часовских К.В. «Недропользование в пределах особо охраняемых природных территорий». Автором проведен анализ законодательства об особо охраняемых природных территорий с точки зрения установления возможности проведения геологоразведки и добычи полезных ископаемых в пределах их территории. В работе рассмотрены примеры решения данных вопросов в РФ и за рубежом (Австралия). Автором сделаны выводы о необходимости доработки законодательства РФ об ООПТ и определены направления возможного совершенствования. Интересны и другие доклады по направлению *«*Экономика минерального и углеводородного сырья. природоресурсное право*»*.

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

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

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

Доклады в подсекции **«Проблемы межъязыковой профессиональной коммуникации в условиях глобализации»** рассматривают актуальное для настоящего времени явление глобализации и ее влияние на специфику профессионального общения, без которого невозможно международное сотрудничество и научное развитие. Проблематика докладов затрагивает различные стороны межъязыкового взаимодействия, являющегося

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

Кроме того, в рамках симпозиума проведен **«Круглый стол» по теме: «Наука. Образование. Молодежь. Проблемы. Перспективы».**

Тема «Круглого стола» посвящена науке и образованию, молодежной науке в современных условиях, многочисленным проблемам в связи с реформированием средней и высшей школы.

Проблемы, поднятые на «Круглом столе», актуальны для развития и сохранения независимости и будущего России в сегодняшнем неспокойном мире. В связи с этим дискуссии вызывают большой интерес у преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов и студентов сегодня.

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

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

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

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

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

НОВЫЕ ЗАДАЧИ И НОВЫЕ РУБЕЖИ. О ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТПУ СРЕДИ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

П.С. Чубик, профессор, ректор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

КРАТКАЯ СПРАВКА

Чубик Петр Савельевич — ректор Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктор технических наук, профессор, «Отличник разведки недр РФ», «Почетный разведчик недр РФ», кавалер Почетного знака «Шахтерская слава» II и III степеней, вице-президент Ассоциации инженерного образования России и вице-президент Ассоциации технических университетов.

2017 год является рубежным для Томского политехнического университета как участника Проекта по повышению конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Проект, стартовавший в 2013 году с конкурса по отбору лучших вузов России для предоставления им государственной поддержки в продвижении к 2020 году в топ-100 международных университетских рейтингов, перевалил за свой экватор.

В марте 2017 года в Москве на заседании Совета по повышению конкурентоспособности ведущих университетов Российской Федерации среди ведущих мировых научно-образовательных центров, проходившем под председательством вице-премьера Правительства России Ольги Голодец, Томский политехнический университет отчитался о своей деятельности в 2016 году и защитил «дорожную карту» по реализации программы повышения конкурентоспособности на 2017 год.

С какими результатами подошел ТПУ к рубежному этапу своей современной истории и каковы наши задачи на ближайшую перспективу?

Под флагом юбилея

2016 год прошел для ТПУ под флагом 120-летия со дня основания. Эту дату вуз отметил:

- сдачей в эксплуатацию новых объектов (1-я очередь Научного парка, плавательный бассейн и др.);
- Международным форумом ресурсоэффективности, состоявшемся на базе ТПУ в сентябре 2016 г.;
- очередной победой волонтерского центра ТПУ, получившим право участвовать в XIX Всемирном фестивале молодежи и студентов;
- запуском с космодрома «Байконур» в составе транспортно-грузового корабля пока только на Международную космическую станцию спутника «Томск-ТПУ-120»;
- получением Премии Правительства Российской Федерации в области качества.

Рейтинги

В международном университетском рейтинге QS 2016 года вуз занял 400 место, это 8-я позиция среди вузов России и 54-я – среди технических вузов мира. В рейтинге THE Томский политехнический университет находится в группе 501-600 (9 место в России).

В 2017 году ТПУ совершил прорыв в предметных рейтингах QS, впервые войдя в свою профильную предметную область «Инженерное дело и технологии» и заняв в ней высокие позиции сразу по трем предметам: «Химическая инженерия» (Engineering – Chemical) - в группе 201-250 ведущих университетов мира (это второй результат в Российской Федерации), «Инженерия – электротехническая и электронная» (Engineering - Electrical & Electronic) и «Инженерия - механическая, авиационная и промышленная» (Engineering - Mechanical, Aeronautical & Manufacturing) - в группе 251-300 (пятое место в России). В предметной области «Естественные науки» (Natural Sciences) по направлению «Физика и астрономия» (Physics & Astronomy) ТПУ перешел из группы 301-400, в которой он был представлен в 2016 году, в группу 251-300. В этой же предметной области ТПУ впервые вошел в группу ранжируемых вузов по направлению «Химия» (Chemistry) - 451-500.

Управление и инфраструктура

В 2016 году была существенно реорганизована система управления стратегией развития университета. В ТПУ не только сформированы стратегические академические единицы (САЕ), но и осуществлен переход в научно-образовательных институтах (НОИ) от управления образованием и наукой к оперативному и стратегическому управлению. Вместо двух заместителей директоров НОИ введена должность заместителя по развитию. В вузе создан сетевой Проектный офис, который руководит реализацией Программы повышения конкурентоспособности, обеспечивая вовлечение в этот процесс всех ответственных лиц и большей части коллектива ТПУ.

С введением эффективного контракта для сервисных служб был завершен перевод всех сотрудников ТПУ на систему KPI (ключевые показатели эффективности). В текущем году в эффективный контракт административно-управленческого персонала и научно-педагогических работников, включая иностранных граждан, будут внесены

изменения, мотивирующие их на достижение еще более высоких результатов. Для того, чтобы высвободить у преподавателей, обучающих магистрантов и аспирантов, дополнительное время на совместную с обучаемыми научную работу, планируется установить для них льготную учебную нагрузку.

В 2016 году был выполнен большой объем работ по развитию образовательной, научной и социальной инфраструктуры. Помимо Научного парка и бассейна, завершен процесс санации восьми общежитий. По итогам конкурса Минобрнауки России студгородок ТПУ признан лучшим в стране. Кроме того, введен в строй после полуторагодовой реконструкции исследовательский ядерный реактор – единственный в вузах азиатской части России.

Образовательные программы

Среди знаковых событий 2016 года в образовательной сфере - запуск ряда уникальных магистерских программ. Уникальных и по форме, и по содержанию, и по составу участников их реализации, и по компетенциям выпускников этих программ.

В 2016 г. открыт прием на следующие магистерские программы:

- «Биомедицинская инженерия» и «Biomedical Science and Engeeniring» (направление «Электроника и наноэлектроника») на русском (15 человек) и английском (6 человек) языках в сетевой форме совместно с СибГМУ (для обучения на английском языке принято 6 абитуриентов из Индии и Пакистана). Проект по разработке программы «Биомедицинская инженерия» получил поддержку Благотворительного фонда В. Потанина;
- «Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия» (направление «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств») в сетевой форме совместно с СПбПУ Петра Великого, ПНИПУ, ЮУрГУ, набор на программу составил 14 чел.;
- «Устойчивое развитие городской среды» (направление «Инноватика»). Программа реализуется в сетевой форме совместно с ТГАСУ. Набор на программу составил 11 чел.

В 2016 г. произведен набор на 3 магистерские программы, реализуемые совместно и в интересах наших промышленных партнеров: Системного оператора ЕЭС (ЭНИН) и Росатома (ФТИ).

- «Управление режимами электроэнергетических систем» (10 чел.);
- «Автоматизированные системы диспетчерского управления электроэнергетических систем» (10 чел.);
- «Управление ядерной энергетической установкой» (13 чел.) на английском языке.

Два открытых онлайн-курса университета попали в «10 лучших практик онлайн-курсов России» по версии ведущей платформы открытого образования «Лекториум», образовательного портала «Newtonew» и национального конкурса EDcrunch Award ООС 2016.

Существенно увеличилось количество иностранных студентов. Сегодня в университете по основным образовательным программам обучается 3175 иностранных граждан из 37 стран, в том числе 563 человека из 29 стран дальнего зарубежья. Доля иностранных студентов составила 27,6 процента.

Доля магистрантов, аспирантов и докторантов в общем числе обучающихся 2016 году превысила 36,7%. В PhD-докторантуре зарубежных университетов проходило обучение 27 чел. (в 2015 г. – 17). В 2016 г. в ТПУ работало 44 постдока, в том числе 7 иностранцев.

В 2017 году планируется сделать набор еще, как минимум, на 6-7 уникальных магистерских программ. В частности, на совместные программы с Томским государственным университетом, с ведущими российскими госкорпорациями и компаниями «Роскосмос», «Интер РАО», «Газпромнефть».

В рамках сетевого университета БРИКС, участником которого является ТПУ, вуз начнет реализацию международной магистерской программы «Чистая вода», а в рамках коллаборациях ЦЕРНа - магистерскую программу «Большие данные». В прошедшем году, ТПУ стал полноправным участником сразу четырех коллабораций ЦЕРНа: LHCb, CMS, COMPASS и RD 51.

Студенты и школьники

В борьбе за талантливых студентов вуз совместно с промышленными партнерами открыл в Лицее при ТПУ три профильных класса: Атом-, Газпром- и IT-класс. Продолжает развиваться Интернет-лицей, в котором школьники со всей России и стран СНГ проходят игровые научно-образовательные миссии. В 2017 году Интернет-лицей пополнится симуляторами производственных процессов и виртуальными технологическими полигонами.

ТПУ стал соорганизатором ряда олимпиад для школьников: Всероссийской инженерной олимпиады Национальной технологической инициативы, Инженерно-экономической олимпиады Ассоциации инновационных регионов России, Олимпиады ПАО «ГАЗПРОМ».

Итогом проведенной системной работы по привлечению талантов стало увеличение среднего балла ЕГЭ поступивших на первый курс до 76,7. По качеству приема ТПУ поднялся с 11-го на 7-е место среди технических вузов страны и первое — среди нестоличных технических университетов.

Программа Элитного технического образования ТПУ, направленная на развитие проектного и предпринимательского мышления студентов, получила статус Федеральной инновационной площадки.

В текущем году ТПУ вместе с коллегами и госкорпорацией «Роскосмос» запустил уникальный образовательный проект для школьников – «Космические уроки», которые российские космонавты в прямом эфире ведут непосредственно с Международной космической станции.

В 2017 году будет введена в работу независимая автоматизированная система оценки знаний выпускников бакалавриата, названная «ЕГЭ для бакалавров».

И эта борьба за таланты приносит результаты. Студенты и молодые ученые ТПУ за 2013-2016 гг. удостоены двадцати медалей Российской академии наук. Это лучший результат среди-вузов участников Проекта 5-100 и

второй в стране после МГУ.

Наука и инновации

Во всех научно-образовательных институтах ТПУ были созданы CAE – стратегические академические единицы. Это: «Космическое материаловедение», «Экоэнергетика», «Ядерные технологии для онкологии», «Промышленная томография», «Трудноизвлекаемые природные ресурсы», «Системы управления и телекоммуникаций», «Люди и технологии».

Плодотворная совместная с ИФПМ СО РАН работа в области космического материаловедения привела к включению нескольких «политеховских» научных экспериментов в программу исследований на Международной космической станции (МКС). Это работы по противомикрометеороидным покрытиям иллюминаторов МКС, 3D-печати в условиях космоса и исследованию динамических нагрузок на корпусные элементы российского модуля МКС. Спутник «Томск-ТПУ-120» в марте 2016 года был успешно доставлен на космическую станцию. Летом 2017 года планируется отправить его в открытый космос.

По заказу ПАО «Газпром» создан радиационный томограф для крупногабаритных объектов. С индийской компанией Innotech Systems Pvt. Ltd разработан новый бетатрон SEA-7 для нестационарного рентгеновского контроля сварных соединений.

В рамках международной коллаборации ТПУ с учеными из Дубны, Польши, Словакии, Казахстана осуществлена разработка уникального, единственного в России, ускорителя легких ионов на диапазон энергий 2-40 кэВ, с использованием которого решаются задачи ядерной астрофизики.

Сотрудники ТПУ приняли участие в нескольких арктических экспедициях. В одной из них проводились испытания подводного робота «Платформа», в котором применен ряд разработок политехников, в другой оценивался экологический риск массированных выбросов метана из донных отложения северных морей.

Успешно пройден первый этап приемочных испытаний геохода – опробование опытного образца и его систем.

Одно из главных событий года - запуск первой очереди Научного парка ТПУ. Здесь разместились шесть научных лабораторий и центров. Концентрация разнообразных научных проектов под одной крышей, их близкое соседство позволит ученым из разных институтов ТПУ и разных стран обмениваться идеями и создаст комфортную международную площадку для воплощения этих проектов в жизнь.

Открыт Инжиниринговый центр неорганических материалов, в котором будут разрабатываться новые ресурсоэффективные технологии для отечественной химической промышленности.

Научный журнал «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов» в 2016 году включен в базу данных Scopus.

Значительно увеличились показатели публикационной активности и цитируемости ученых вуза. В 2016 г. индекс Хирша университета вырос до 50 (2015 г. – 44).

В текущем году университет совместно с Газпромнефтью впервые в России приступил к разработке методов поиска трудноизвлекаемых запасов нефти, а с Росатомом – к проектированию первого в России завода по производству оксида бериллия.

Прорывные проекты

В рамках реализации «дорожной карты» на 2017 год ТПУ заявил три крупных научных проекта, в работе по которым ученые вуза рассчитывают достигнуть существенных прорывов в ближайшем будущем. Это проект «Ядерные технологии персонализированной тераностики диссеминированных форм рака», предусматривающий разработку и сертификацию новых уникальных методовьобнаружения и лечения онкологических заболеваний при помощи радиофармпрепаратов и диагностических-терапевтического комплекса на базе бетатрона ТПУ. Проект «Прорывные технологии аддитивного производства и неразрушающего контроля жаропрочных композиционных материалов для экстремальных условий» направлен на создание новых жаропрочных материалов, а также новых бездефектных технологий изготовления из них элементов ракетно-космической техники, в том числе способных работать в химически активных окислительных средах. Третий проект - «Комплексная технология преобразования твердых топлив с повышенной энергоэффективностью и малой эмиссией парниковых газов». В его рамках планируется на базе опытно-промышленного комплекса по газификации угля создать уникальные технологии производства электрической энергии из генераторного газа (продукт газификации угля), минимизировав вредные выбросы в атмосферу.

На новые рубежи

В 2016 году Томск стал одним из лучших студенческих городов мира в рейтинге QS. Это в том числе оценка деятельности и Томского политехнического университета, который привлекает в город лучших студентов со всего мира, обеспечивая им не только качественное инженерное образование, но и комфортное проживание. Все это подтверждает статус ТПУ как одного из лучших инженерных вузов не только в нашей стране, но и в мире.

Вуз многого добился за последние годы, но сейчас наступает решающий этап, требующий от всех сотрудников университета особого напряжения сил и ответственности. ТПУ нужно не только выполнить взятые на себя обязательства и совершить решительный рывок в рейтингах, но и определить необходимые и безупречно правильные шаги для поступательного развития на ближайшие годы.

М.И. КУЧИН – ОСНОВАТЕЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ В СИБИРИ

С.Л. Шварцев, профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Михаил Иванович Кучин родился 8 ноября 1887 г. в Кургане тогда Тобольской губернии в крестьянской семье. После окончания Барнаульского реального училища им. Императора Николая II (1907 г.) он поступил на горное отделение тогда Томского технологического института (ТТИ). Во время летних каникул (1908 г.) работал коллектором в Кулундинской партии, занимавшейся гидрогеологическими исследованиями в районе Павлодара. Эта практика во многом определила его будущую профессиональную деятельность в области гидрогеологии. В это время он уже состоял в Барнаульской и Томской объединенной организации РСДРП меньшевиков (1906-1909 гг.) и эта его революционная деятельность ему грозила арестом. Поэтому в 1909 г. он был вынужден прервать учёбу и уехать из Томска в г. Тайшет, где занимался водоснабжением этого города. С мая 1910 г. по сентябрь 1915 г. состоял участковым гидротехником в Енисейском переселенческом управлении. Занимался изысканием источников водоснабжения, постройкой колодцев и небольших запруд.

В 1915 г. вторично поступил на горный факультет ТТИ, но в апреле 1916 г. был призван в Армию. В начале служил на Кавказском фронте в инженерно-строительной дружине, в декабре 1916 г. переведён в саперный батальон, расквартированный в Петрограде, а в январе 1917 г. направлен на учебу в школу прапорщиков инженерных войск. Во время Февральской революции назначался начальником караула Таврического дворца. В августе 1917 г. получил назначение на Румынский фронт в дорожно-мостовую роту 11-го инженерного полка. В армии он был избран в ноябре 1917 г. делегатом II съезда Советов в Петрограде, на котором Ленин провозгласил Советскую власть и которую Михаил Иванович назвал «петроградской авантюрой». Поэтому он выступил её противником. Вот суть его выступления (по книге Джона Рида «Десять дней, которые потрясли мир»): «Я послан сюда только для информации. Я немедленно возвращаюсь на фронт, где армейские комитеты твердо уверены, что захват власти Советами за три недели до открытия Учредительного собрания есть нож в спину армии и преступление перед народом». Выступление было встречено угрозами и ревом возмущенного зала, т.к. его большинство стояло на стороне большевиков.

Наконец, в апреле 1920 г. после окончания службы в Армии М.И. Кучин возвращается в ТТИ и продолжает учёбу. В 1924 г. под руководством профессора М.А. Усова он защитил проект на тему «Гидрогеологические исследования в южной части Акмолинской области». Это был первый диплом по гидрогеологии, выполненный в стенах ТТИ, а М.И Кучин стал первым гидрогеологом в Сибири. После окончания института он был оставлен на кафедре геологии, возглавляемой М.А. Усовым. Уже летом 1925 г. М.И. Кучин был направлен в Европейскую часть СССР для ознакомления с постановкой гидрогеологических исследований в вузах и научно-исследовательских институтах Москвы, Ленинграда, Ростова-на-Дону и Пятигорска. Попутно М.И. Кучин ознакомился с ходом гидрогеологических работ на Волховстрое, Кавказских минеральных водах и в Муганской степи Азербайджана, изучал оползни в Крыму и т.д. Весной 1928 г. он ознакомился с постановкой преподавания по специальности «Гидрогеология» в Московской горной академии. Так готовили в ТТИ тогда выпускников для научной и педагогической работы!

В 1928 г. в ТТИ была открыта гидрогеологическая специальность, на которую пригласили четырёх студентов-геологов старших курсов из ТТИ и ТГУ (Томский государственный университет). М.И. Кучин вёл занятия на этой специальности по всем гидрогеологическим и инженерно-геологическим дисциплинам. Ранее (с 1925 г.) он вёл практические занятия со студентами инженерно-строительного отделения ТТИ. С 1 сентября 1929 г. М.И. Кучин по рекомендации М.А. Усова был избран доцентом по специальности «Гидрогеология» (утверждён ГУСом 4 апреля 1931 г.).

В 1929 г. в рамках реформы высшего образования в СССР ТТИ был разделён на 10 институтов, включая горный и геологоразведочный. В составе последнего в 1930 г и была организована кафедра «Гидрогеологии и инженерной геологии», первым заведующим которой и был избран М.И. Кучин в 1930 г. (утверждён в Москве в 1931 г.). К счастью, раздел ТТИ на 10 институтов продолжался недолго и в 1934 г. все они снова были объединены в один, но уже под названием Томский индустриальный институт, в котором продолжала функционировать и кафедра «Гидрогеологии и инженерной геологии».

Естественно, что на плечи М.И. Кучина легла вся организационная работа по подготовке инженерных кадров в достаточно тяжёлых условиях. Гидрогеология и инженерная геология как науки только ещё формировались, не было учебников, опыта преподавания, методик ведения лабораторных работ, не хватало преподавателей и учебных аудиторий, общежитий для студентов. В этих условиях специалисты готовились в основном не по учебникам, а непосредственно в процессе решения возникающих народно-хозяйственных задач и в тесной связи с широкими научными исследованиями. Студенты при прохождении длительных практик были начальниками производственных отрядов, партий, руководили гидрогеологическими и инженерно-геологическими изысканиями, давали заключения, проводили экспертизы. Иногда они возвращались в институт только для защиты диплома. Поэтому уже первые выпускники были прекрасными специалистами и тому мы имеем массу примеров [1]. В период заведования кафедрой М. И. Кучиным (до 1938 г.) было подготовлено 37 инженеров.

Но обстановка на кафедре постепенно ухудшалась. Дело в том, что Михаил Иванович был очень требовательным, принципиальным, а иногда и жестоким человеком. Кроме того он не отличался лояльностью к советской власти, а среди студентов было достаточно молодых коммунистов, которые следили за поведением

профессоров. Обстановка особенно накалилась в 1937 – году репрессий. В этот год в институтской многотиражке появилась статья «Самодур на кафедре». Всё это заставило Михаила Ивановича в марте 1938 г. покинуть кафедру и перейти в Томский госуниверситет на кафедру динамической геологии, где он ранее читал лекции студентам-гидрологам. В ТГУ он организовал кафедру грунтоведения и гидрогеологии, которой начал заведовать в 1940 г. В августе 1941 г. ему без защиты диссертации была присуждена учёная степень доктора геолого-минералогических наук и присвоено звание профессора.

Казалось, что жизнь наладилась, спецорганы о нём забыли, организация новой кафедры шла полным ходом. Но 20 апреля 1949 г. его наряду со многими другими Томскими и Московскими профессорами арестовали по так называемому «Красноармейскому делу» «за участие в антисоветской группе». Срок отбывал в Красноярске, работая в «Енисейстрое» по своей специальности. Находился в лагерях до 17 апреля 1954 г. 31 марта 1954 г. Военной коллегией Верховного Суда СССР его дело было пересмотрено и прекращено за недоказанностью обвинения. С 5 мая 1954 г. он восстановлен в должности профессора Томского университета. Но поскольку созданная им кафедра в ТГУ была закрыта, 1 февраля 1955 г. он переходит в Томский инженерно-строительный институт (сейчас - ТГАСУ) на должность зав. кафедрой «Инженерной геологии, оснований и фундаментов», где и работал до конца своих дней. В эти годы им была создана первая в вузах Сибири проблемная лаборатория по инженерной геологии и основаниям фундаментов, осуществлявшая инженерно-геологические исследования в районах с широким развитием лёссовых грунтов. Также он обеспечивал чтение лекций по гидрогеологии и грунтоведению на 3-х факультетах.

Параллельно с педагогической нагрузкой Михаил Иванович со студенческих лет, несмотря на серьёзные перипетии в его жизни, занимался наукой. Работая в ТТИ и ТИИ, он с первых лет освоения Кузбасса активно изучал гидрогеологию и инженерную геологию этого региона. Под его руководством исследованы и оценены гидрогеологические и инженерно-геологические условия строительства Кузнецкого металлургического комбината, организовано водоснабжение Кузнецка, Прокопьевска, Киселёвска, многих рабочих посёлков, проведены инженерно-геологические изыскания под площадки для строительства промышленных объектов во многих районах Кузбасса, в Барнауле, Новосибирске, Томске и под строящиеся железные дороги, решены вопросы борьбы с оползнями на железных дорогах, главным образом, в районе Бадайского косогора, изучены подземные и поверхностные воды Кузбасса, намечены пути борьбы с ними при шахтном строительстве. Одновременно М.И. Кучиным исследовались минеральные воды курортов Лебяжье, Шира, Кучук, Чемал, Белокуриха, он организует в 1935 г. первую в Сибири режимную гидрогеологическую станцию в Новосибирске. Одновременно с большой производственной деятельностью М.И. Кучин возглавляет важную работу по составлению кадастра подземных вод Западной Сибири (совместно с Е.П. Хорошаевой), руководит составлением ряда гидрогеологических карт. Результатом этого явилось издание в 1940 г. первой в Сибири монографии по подземным водам юга Западной Сибири [2]. В этой работе М.И. Кучин поднимается до серьёзных теоретических обобщений, связанных с региональными закономерностями распределения подземных вод, условиями формирования ресурсов и состава, зональностью и другими важными гидрогеологическими проблемами. Попутно нужно отметить, что его более поздняя, подготовленная для печати монография «Подземные воды Западной Сибири» из-за его ареста осталась не опубликованной. Внимательно изучая гидрогеохимию осадочного чехла Западно-Сибирской плиты, М.И. Кучин в числе первых отметил широкое распространение на этой территории типичных нефтяных подземных вод и сделал вывод о нефтегазоносности Западной Сибири. Все его работы по изучению подземных вод Сибири и определению путей их использования в различных отраслях народного хозяйства, в частности, для поисков полезных ископаемых, в т. ч. нефти, были пионерными не только в Сибири.

Большое внимание М.И. Кучин уделял и солёным озёрам юга Западной Сибири. Он первым, применив оригинальную континентальную теорию происхождения природных солей и отказавшись от преобладавшего до этого взгляда на морское происхождение солей на этой территории, выявил их крупнейшие местонахождения, разработал технологию освоения и довёл её до промышленного применения. Его изыскания сырьевых ресурсов солей Кулундинских озёр и соды на Алтае способствовали развитию химической промышленности в Сибири. В частности, им были открыты громадные запасы соды в оз. Танатар. В годы Великой Отечественной войны, когда возник на металлургических заводах Новокузнецка «содовый голод», на базе этого месторождения были построены заводы для содового производства и проложен железнодорожный подъездной путь в 150 км к месторождению природной соды, расположенному в Михайловском районе Алтайского края. В эти же военные годы он принимал активное участие в Томске по водообеспечению прибывающих с центра России заводов.

Многие годы Михаил Иванович занимался изучением грунтов Западной Сибири с позиции строительства (промышленного, жилищного, железнодорожного, дорожного, гидротехнического и др.). Он изучал проблемы устойчивости откосов выемок и насыпей и укрепления оползневых участков, исследовал условия строительства на лёссовидных суглинках Сибири. Являясь знатоком гидрогеологии и инженерной геологии, М.И. Кучин многие годы руководил изысканиями и консультировал строительство промышленных предприятий и железных дорог в Сибири, в т. ч. Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов, Кемеровского коксохимического завода, Новосибирской левобережной ТЭЦ, лесохимического комбината на р. Чулым, Новосибирской ГЭС и др. Впервые в Сибири М.И. Кучин применил новейшие методы исследования грунтов под тяжёлыми сооружениями.

Михаил Иванович был очень активной личностью. По мнению М.А. Усова он является основателем гидрогеологической школы в Сибири. По его инициативе в Сибири основана также гидрогеологическая служба. М.И. Кучиным опубликовано 60 работ, в том числе монография. Он подготовил большое число специалистов гидрогеологов и грунтоведов, из них 4-х кандидатов наук (С.Г. Бейром, П.А. Удодов, П.М. и С.М. Большаковы).

Начиная со студенческих лет он принимал активное участие в общественной жизни, избирался членом

исполкома ТТИ (1920-1921 гг.), секретарём Президиума и членом Совета горного отделения (1920-1922 гг.), секретарём учебного комитета института (1921-1922 гг.), председателем методической комиссии при профисполбюро (1923-1924 гг.) и т. д. Участвовал в работе Всесоюзного и Краевого съездов по реформе вузов, избирался членом Томского областного Совета депутатов трудящихся (1945-1947 гг.), где работал в комиссии по благоустройству, был членом совета плановой комиссии при Томском облисполкоме, председателем строительной секции общества «Знание» (1958 г.) и др.

Если к этому добавить, что он практически постоянно работал по совместительству в тех или иных производственных или научных организациях, читал лекции одновременно в нескольких вузах, то станет понятно, что это была незаурядная личность. Он отличался исключительной работоспособностью, требовательностью к себе и подчинённым, никогда не отказывал в помощи. Решительный и резкий характер, с одной стороны, часто помогал М.И. Кучину отстаивать свою точку зрения, а с другой – нередко служил поводом для конфликтов в отношениях с коллегами, сотрудниками и студентами.

Награждён орденом «Знак Почёта» (1961 г.) и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» (1945 г.). Скончался 29 августа 1963 г., похоронен в Томске.

Михаил Иванович прожил очень достойную жизнь в сложное время, умел отстаивать интересы людей, стал крупным специалистом. Основанная им кафедра «Гидрогеологии и инженерной геологии» в ТИИ, а также кафедра в ТГАСУ, которой он руководил в течение 8 лет, плодотворно развиваются [3,4]. В числе выпускников кафедры в ТПУ имеются выдающиеся учёные и производственники. Среди них два члена-корреспондента РАН (Хоментовский А.С. и Пиннекер Е. В.), лауреат Ленинской премии СССР, первооткрыватель нефтяных месторождений в Западной Сибири, член ЦК КПСС, первый секретарь Тюменского Обкома Г.П. Богомяков, два ректора вузов (Рогов Г.М., Матусевич В.М.), десять лауреатов Госприемии СССР (Полиновский А.С., Хоментовский А.С., Савченко Е.З., Пономарёв В.В., Павленко Н.П., Поздняков Г.Г., Филько А.С., Лазаренко В.Н.. Пиннекер Е.В., Шварцев С.Л.), разработчик нового научного направления Удодов П.А. и многие другие. За годы своего существования кафедра подготовила 2664 инженера, 450 бакалавров, 124 магистра. Среди них 31 доктор и 161 кандидат наук. Сотрудниками кафедры опубликовано монографий и учебников – 47, статей в рецензируемых журналах, включая зарубежные – 270, учебно-методических пособий – 124. В настоящее время на кафедре работает 58 человек, из которых 37 преподавателей, среди последних – один член-корреспондент РАН (Зуев В.В.), восемь докторов и 19 кандидатов наук. Среди аспирантов два иностранца (из Вьетнами и Латвии), среди студентов – 6 иностранцев. Установлены тесные контакты со многими вузами и институтами РАН, среди которых на первом месте – Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

Литература

1. Шварцев С.Л. (отв. ред.). 70 лет кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института. Томск: изд. НТЛ, 2001, 240 с.
2. Кучин М.И. Подземные воды Обь-Иртышского бассейна. М.-Л.: ГосТоптехиздат, 1940, 306 с.
3. Рогов Г.М. (отв. ред.) Кучинские чтения. Матер. юбил. научной конф., посвящённой 120-летию со дня рожд. проф. М.И. Кучина. Томск: изд. ТГАСУ, 2007, 158 с.
4. Шварцев С.Л. (отв. ред.). Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии. Матер. Всеросс. научной конференции, посвящённой 80-летию кафедры ГИГ ТПУ. Томск: изд. НТЛ, 2011, 720 с.

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ М.И. КУЧИНА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.Е. Ольховатенко, профессор
Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Михаила Ивановича Кучина можно по правду назвать основоположником инженерной геологии Сибири. На всех этапах своего жизненного пути он исключительно большое внимание уделял изучению грунтов Западной Сибири. Им был заложен генетический подход к изучению грунтов и выявлению условий формирования их состава и физико-механических свойств. Михаилом Ивановичем впервые были проведены исследования грунтов на площадке строительства Кузнецкого металлургического завода и других крупных строек в Западной Сибири. Одновременно были установлены закономерности изменения физико-механических свойств различных генетических типов грунтов. Много внимания Михаил Иванович уделял исследованиям грунтов применительно к железнодорожному строительству. Ещё в 1925 году он занимался исследованиями оползней в Крыму, а в последующем и оползнями на территории г.Томска.

М.И. Кучин был не только крупным ученым в области инженерной геологии, но и непосредственно руководил изысканиями, консультировал по вопросам взаимодействия грунтовых оснований с фундаментами. В его многогранной научной деятельности применялся комплексный подход к исследованиям грунтов и оценке условий строительства различных сооружений. Михаил Иванович рассматривал грунтовое основание, фундаменты, конструкции зданий и сооружений как единую геотехническую систему.

Важную роль в исследованиях грунтов Западной Сибири сыграла созданная М.И. Кучиным проблемная лаборатория при кафедре инженерной геологии, оснований и фундаментов в Томском инженерно-строительном институте, где проводились всесторонние исследования минералогического и химического состава грунтов, их физико-механических свойств.

Большое место в планах работы проблемной лаборатории кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов занимали исследования по моделированию напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований и по проблемам фундаментостроения в Западной Сибири.

Выдвинутые М.И. Кучиным научные идеи нашли свое дальнейшее развитие в исследованиях кафедрв инженерно геологии, оснований и фундаментов, а в последующем кафедры инженерной геологии и геоэкологии. Начиная с 1968 года в Томском инженерно-строительном институте развивается новое научное направление, связанное с выявлением закономерностей формирования инженерно-геологических условий крупных угленосных провинций Сибири и Дальнего Востока и решением проблемы устойчивости бортов глубоких карьеров. Появление этого научного направления потребовало создания новых научных лабораторий и оснащения их современным оборудованием, что было сделано в кратчайшие сроки.

Научным коллективом кафедры инженерной геологии и геоэкологии на хоздоговорной основе были выполнены инженерно-геологические исследования на территории Кузнецкого, Канско-Ачинского, Горловского угольных бассейнов, а также угольных месторождений Иркутской области, Дальнего Востока и о.Сахалин. На основании этих исследований была разработана теория формирования физико-механических свойств горных пород угленосных отложений при литогенезе, выявлены закономерности их пространственной изменчивости, дана количественная оценка устойчивости бортов глубоких карьеров и произведена типизация угольных месторождений по условиям разработки открытым способом.

- Одним из крупнейших в России, где широко применяется открытый способ разработки угольных месторождений является Кузнецкий угольный бассейн. Наиболее крупными в Кузбассе являются Бачатский, Талдинский, Уропский, Ерунаковский Южный углеразрезы. Выполненные нами исследования показали, что ведущими природными факторами, влияющими на разработку месторождений открытым способом являются геолого-структурные особенности месторождений, тектоника, состав, степень литогенетических преобразований и физико-механические свойства пород. В процессе исследований детально изучены состав и физико-механические свойства горных пород балахонской ($C_{2-3}P_1be$), кольчугинской (P_2), тарбаганской (J_{1-2}) серий и четвертичного возраста (Q_{III-IV}). При этом была установлена четкая зависимость физико-механических свойств пород от стадии литогенетических преобразований, что позволило впервые разработать инженерно-генетическую классификацию пород и типизацию угольных месторождений Кузбасса. Среди выделенных типов наиболее сложными в инженерно-геологическом отношении являются месторождения Присалаирской и Приколывань-Томской зон интенсивной линейной складчатости, для которых характерна сложная тектоника, наличие кулискообразных брахискладок с падением крыльев 60-90°изменения напряженно-деформированного состояния горных пород в бортах карьеров;
- изменения физико-механических свойств горных пород, особенно их прочностных характеристик;
- техногенное воздействие на горные породы при работе горно-транспортного оборудования;
- система и технология разработки угольных месторождений открытым способом;
- сейсмические воздействия при производстве буровзрывных работ в бортах карьеров.

Наряду с исследованиями на угольных месторождениях Сибири в последние годы кафедрой инженерной геологии и геоэкологии проводятся исследования на золоторудных месторождениях Дальнего Востока. Одним из крупных в этом регионе является Айнское золоторудное месторождение на о.Уруп, разработка которого ведется открытым способом. С целью обеспечения геоэкологической безопасности при разработке месторождения открытым способом были проведены детальные инженерно-геологические исследования и расчеты устойчивости

бортов карьеров.

Айнское золоторудное месторождение расположено в южной части о. Уруп, который является составной частью Большой Курильской гряды. Среди природно-климатических факторов наибольшее влияние на разработку месторождения открытым способом будут оказывать климат, геологическое строение, состав и физико-механические свойства горных пород.

В геологическом строении месторождения принимают участие следующие стратиграфо-генетические комплексы пород:

- современные четвертичные отложения (Q_{III});

- вулканогенно-осадочные и осадочные отложения рыбаковской свиты (N_3rb);

- субвулканические образования рыбаковского вулканического андезитового комплекса (eN_3rb);

- гидротермально измененные породы.

Четвертичные отложения представлены глинистыми породами и щебенистым грунтом, имеют небольшую мощность и существенного влияния на устойчивость бортов карьеров оказывать не будут. Отложения рыбаковской свиты представлены туффитами, имеющими горизонтальные или наклонные (7-10%) залегания. Субвулканические образования рыбаковского андезитового комплекса содержат в своем составе андезиты, базальты, диориты, дациты. Гидротермально измененные породы представлены кварцитами, кварцевыми метасоматитами, аргиллизитами, тектонической брекчией.

На основании проведенных исследований выделено 13 инженерно-геологических типов пород (таблица 1).

Таблица 1

№ п.п.	Типы пород	Физико-механические свойства				
		r	s	s	j	C, МПа
1	2	3	4	5	6	7
1	Туффиты псефитовые	2,00-2,50 2,21	1,38-26,80 8,23	0,23-4,50 1,39	22-35 30	0,37-8,00 2,28
2	Туффиты псаммитовые	2,05-2,27 2,17	1,80-36,0 11,38	0,30-6,00 1,89	27-42 33	0,50-2,25 1,58
3	Туффиты алевро-псаммитовые	2,37-2,68 2,52	1,79-36,4 19,09	0,29-6,07 3,18	34-36 35	0,42-8,70 4,56
4	Туффиты аргиллизированные	2,30-2,36 2,34	3,96-16,88 11,33	0,66-2,81 1,88	30-38 32	0,75-5,00 3,18
5	Аргиллизиты по туффитам	2,07-2,59 2,24	1,48-21,0 6,31	0,24-5,32 1,32	25-45 33	0,60-5,80 1,72
6	Аргиллизиты по псефитовым туффитам	2,18-2,42 2,32	0,72-6,19 3,25	0,12-1,26 0,59	29-36 32	0,18-1,75 0,86
7	Аргиллизиты по псаммитовым туффитам	2,36	0,72-5,33 3,02	0,12-0,75 0,43	32-34 33	0,18-1,50 0,84
8	Продвинутые аргиллизиты	1,94-2,53 2,25	2,60-21,50 8,76	0,43-3,50 1,47	30-43 35	0,60-4,30 2,00
9	Андезиты	2,39-2,70 2,26	8,13-27,81 18,68	2,32-8,61 4,19	34-40 35	2,00-7,00 4,85
10	Дациты	2,31-2,40 2,36	2,10-6,72 3,99	0,35-1,12 0,79	27-33 31	0,62-1,75 1,04
11	Кварцевые метасоматиты	2,18-2,32 2,24	2,56-22,37 12,69	0,43-3,71 2,20	38-40 39	0,55-6,00 2,68
12	Тектоническая брекчия	2,47-2,63 2,55	2,30-6,60 4,45	0,60-1,10 0,85	39	0,50-1,50 1,0
13	Вторичные кварциты	2,12-2,25 2,18	14,7-24,10 19,40	2,40-4,00 3,20	35	4,00-7,00 5,50

Среди них наиболее прочными оказались вторичные кварциты для которых среднее значение предела прочности на одноосное сжатие изменяется от 14,7 до 24,10 МПА, при среднем значении 19,4 МПА. По своим прочностным характеристикам близки к кварцитам андезиты, среднее значение предела прочности на одноосное сжатие которых 18,68 МПА, угла внутреннего трения 35°

Таблица 2

Р.Л.	Скважина	Борта карьера	Средневзвешенные расчетные характеристики			Коэффициент устойчивости	
			u	j	С, МПа	Без учета сейсмичности	С учетом сейсмичности
82	281	Правый	23,8	29,7	20,6	1,59	1,23
	282	Левый	23,2	31,8	25,5	1,62	1,25
90	215	Правый	22,1	29,7	19,6	1,92	1,41
	225	Левый	28,6	28,6	18,3	1,60	1,21

Как видно из приведенных данных коэффициент устойчивости без учета сейсмичности для правого борта (линия 82, скв. 281), составляет 1,59,для левого борта -1,62. По разведочной линии 90 имеем коэффициент устойчивости 1.92 (правый борт) и 1,60 (левый борт). С учетом сейсмичности коэффициент устойчивости снижается до 1,21 для левого борта по линии 90 и 1,23 для правого борта по линии 82. Выше оказался коэффициент устойчивости для правого борта по линии 90, его величина составляет 1,41. Полученные расчетами коэффициенты устойчивости оказались выше нормативных значений.

Отсюда можно сделать вывод, что устойчивость бортов карьера на весь период отработки золоторудного месторождения будет обеспеченной.

Исключительно актуальное значение приобретает проблема устойчивости бортов карьеров при разработке открытым способом Союзного месторождения графита в Еврейской автономной области.

В геологическом строении территория предполагаемого строительства карьера принимают участие четвертичные отложения, метаморфические и магматические породы палеозойского возраста.

Литологически метаморфические породы представлены мелкозернистыми кварцитовидными, гнейсовыми, кварцито-полевошпатовыми сланцами, метаморфизованными известняками и амфиболитами. Магматические породы представлены пегматитами.

Физико-механические свойства перечисленных литологических типов пород представлены в таблице 3.

Таблица 3

№ п.п.	Типы пород	Физико-механические свойства				
		r	s	s	j	С, МПа
1	Щебенистый и дресвяной грунт коры выветривания	2,05	-	-	28	0,0209
2	Сланец мелкозернистый графитовый	2,41-3,25 2,73	4,866-64,94 28,64	0,81-10,62 4,76	27-39 32	2,7-16,2 7,36
3	Сланец кварцитовидный графитизированный	2,76-3,05 2,87	39,13-127,9 84,28	6,52-21,3 14,04	28-36 33	10-35 22,87
4	Сланец гнейсовидный графитовый	2,56-2,72 2,63	15,89-149 90,52	6,28-24,83 15,09	27-36 32	4,1-40 25,75
5	Сланец мелкозернистый графитистый	2,76	57,15-126,2 91,67	9,52-21,03 15,27	28-37 32	17,5-30 23,75
6	Сланец кварцитовидный графитистый	2,789-2,815 2,78	96,28-146,3 114,28	16,05-24,38 19,05	33-38 36	25-40 30
7	Кварц-полевошпатовые сланцы	2,39-3,02 2,75	54,5-161,4 93	22,9-39,3 29,7	31	26,6
8	Амфиболиты	2,64-3,07 2,74	46,19-177,8 99,78	7,69-29,583 16,63	30-39 30	9-40 26,06
9	Кварциты	2,689-3,27 2,94	68,84-127,3 91,79	11,47-16,55 15,29	28-37 32	15-35 24,58
10	Пегматиты	2,51-2,89 2,66	20,48-142,2 78,01	6,84-23,7 12,98	28-38 32	12,5-40 19,37
11	Известняк мраморизованный	2,789-3,105 2,95	19,74-58,06 42,86	3,29-9,68 7,14	33-36 34	5,0-15 10,93
12	Известняк метаморфизованный	2,67-3,04 2,84	50,8-96,5 75,4	11,1-26,3 19,3	38	18,4

Как видно из таблицы, среди выделенных типов пород наибольшей прочностью характеризуются сланцы кварцитовидные, для которых среднее значение предела прочности на одноосное сжатие составляет 114,28

МПа, угла внутреннего трения 36^0, а удельного сцепления 30 МПа.

Наименьшей прочностью характеризуются мелкозернистые графитовые сланцы, для которых предел прочности на одноосное растяжение не превышает 10,62 МПа, а среднее его значение составляет 4,76 МПа. Среднее значение предела прочности на одноосное сжатие составляет 28,64 МПа.

Учитывая инженерно-геологические особенности месторождения для проведения расчетов устойчивости бортов использовался метод криволинейной поверхности, близкой к логарифмической спирали. Результаты расчётов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Расчетная линия	Участок карьера	Борта карьера	Высота, м	Угол наклона, град.	Коэффициенты устойчивости	
					без учета сейсмичности	с учетом сейсмичности
1-1	Южный	левый	130	48	1,24	1,16
1-1	Южный	правый	120	45	1,70	1,59
1-1	Северный	правый	125	50	1,41	1,26
2-2	Южный	левый	98	54	1,34	1,25
3-3	Северный	правый	140	49	1,33	1,19
А-А	Перспективный контур карьера. Западный участок карьера.	правый	170	26	1,51	1,42
А-А	Перспективный контур карьера. Восточный участок.	левый	138	28	2,13	1,59
А-А	Перспективный контур карьера. Восточный участок.	правый	154	47	1,43	1,18
	Правый борт карьера 1 очередь		60	59	1,92	1,79
	Устойчивость уступа при погашении (правый борт карьера 1 очереди)		20	70	4,40	4,30

Из приведенных данных видно, что полученные коэффициенты устойчивости превышают нормативные значения. На основании этого можно сделать вывод, что устойчивость бортов карьеров Союзного месторождения графита при сейсмических воздействиях будет обеспеченной.

Исключительно важная роль принадлежит М.И Кучину в изучении инженерно-геологических условий территории г.Томска. Особое внимание он уделял изучению опасных геологических процессов и оценке их влияния на городскую застройку. Дальнейшее развитие данного направления получило на кафедре инженерной геологии и геоэкологии при реализации целевой комплексной программы «Инженерная защита территории г.Томска от опасных природных процессов».

Развитие на территории г. Томска опасных природных и техноприродных процессов приводят к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций.

Выполненные нами исследования [2,3] показали, что наибольшую опасность при застройке территории г. Томска представляют оползни, эрозионные процессы, оврагообразование и подтопление территорий. Оползнеопасными в г. Томске являются территории Лагерного Сада, мкр. «Солнечный», Каштачной и Воскресенской гор.

Преимущественным развитием на территории Лагерного Сада пользуются оползни вязкопластического течения и сдвига. Основной причиной развития оползней является обводнение грунтового массива за счет подземных вод неоген-палеогенового водоносного горизонта Комплексным проектом противооползневых мероприятий предусматривалось устройство вертикального дренажа, уполаживание склона, строительство дренажных прорезей, удерживающих сооружений, контрбанкета, упорядочение поверхностного стока. Для осушения неоген-палеогенового водоносного горизонта была запроектирована дренажная горная выработка (ДГВ). К настоящему времени не все запроектированные мероприятия выполнены в полном объеме. В период изысканий и проектирования не учитывались возможные изменения напряженно-деформированного состояния грунтов склона в процессе эксплуатации ДГВ. Оценка степени опасности и уровня риска от воздействия ДГВ на геологическую среду не осуществлялось, что привело к формированию ослабленных зон на участках провалов грунтов. Прокладка ДГВ в юго-восточном направлении осложняется наличием тектонических разломов, которые послужили причиной поступления напорных вод из нижележащего горизонта. Отсутствие нормальной эксплуатации и своевременного ремонта приводит к разрушению конструкций ДГВ, снижению эффективности осушения. Это в свою очередь способствует замачиванию грунтов, снижению их прочностных характеристик и устойчивости склона.

Обследование ДГВ показало, что значительная часть фильтров не работает из-за их кальматации, что приводит к повышению уровня подземных вод. Общей проблемой территории Лагерного Сада является отсутствие

мониторинга за природно-техническими системами и изменением напряженно-деформированного состояния грунтового массива. Концентрация напряжений в грунтах по оси штольни, их увлажнение при повышении уровня подземных вод может послужить причиной активизации оползневых процессов на рассматриваемой территории.

Оползневые процессы на территории мкр. «Солнечный» связаны со строительством двух 10-ти этажных жилых домов на оползнеопасном склоне. Наряду с природными факторами на развитие оползневых процессов большое влияние оказали техногенные факторы:

- пригрузка склона при строительстве 10-ти этажных домов;
- техногенное обводнение грунтового массива;
- замачивание грунтов за счет скопления воды в котловане, вырытом для строительства детского сада;
- отсутствие дренажно-ливневой канализации.

Геологическое строение территории характеризуется распространением слаболитифицированных горных пород четвертичного и неоген-палеогенового возраста, преимущественно-глинисто-суглинистого состава, что и предопределило ход оползневого процесса. Существенный вклад в него внесли подземные воды, разгрузка которых осуществляется у подножия склона. Гидродинамическое давление подземных вод и широко развитая суффозия привели к изменению напряженно-деформированного состояния грунтового массива и снижению прочностных показателей. Это, в свою очередь, стало причиной глубинной ползучести глинистых грунтов. На данной стадии (первой стадии развития оползней) в теле грунтового массива образовались области концентрации касательных напряжений. В пределах потенциальной поверхности скольжения происходили деформации вдоль линии ползучести, происходило перераспределение касательных напряжений, что вызвано изменением коэффициента бокового давления. Фаза глубинной ползучести, по-видимому, длится довольно продолжительное время, а затем происходит в сравнительно быструю фазу разрушения. По всей вероятности, этому способствовало замачивание грунтов, а также резкое увеличение касательных напряжений, в грунтовом массиве, которые превышали сопротивление грунтов сдвигу. Коэффициент мобилизационного сопротивления сдвигу превысил его значение на пределе разрушения. В процессе последующего оползания грунтового массива к подножию склона были перекрыты все выходы подземных вод на дневную поверхность. Фильтрация из основного водоносного горизонта оказалась затруднена, что привело к подпору грунтового массива подземными водами в нижних частях склона, это, в свою очередь, послужило причиной дальнейшего развития оползневого процесса. Именно таким представляется механизм формирования древних (первичных) оползней.

Выявленные закономерности развития опасных процессов и составленная карта зонирования территории г. Томска по степени опасности и уровню риска использованы при решении следующих градостроительных проблем:

- прогнозной оценке геоэкологических и инженерно-геологических условий строительства объектов;
- разработке мероприятий по инженерной защите территорий, расположенных в зонах риска;
- подготовке комплексной целевой программы мониторинга природно-технических систем.

Литература

1. Ольховатенко В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузнецкого бассейна. – Томск: Изд-во Том.гос.архит.- строит.ун-та, 2014. – 150 с.
2. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М. Опасные природные и техноприродные процессы на территории г.Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск. Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.
3. Ольховатенко В.Е., Чернышова Н.А., Краевский А.А. Геоэкологическая оценка и прогноз осадок грунтовых толщ при длительном водопонижении на оползнеопасной территории Лагерного сада г.Томска. – Томск: Изд-во Том.гос.архит.-строит.ун-та, 2013. – 124 с.

СЕКЦИЯ 1
ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

К 115-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Е.А. Осипова
Научный руководитель доцент И.В. Рычкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

2017 год знаменателен для Томского политехнического университета, так как в этот год исполняется 115 лет со дня основания одной из первых кафедр Горного отделения Томского технологического института (ТТИ) - кафедры палеонтологии (образована в 1902 г.). Позднее, в период перестройки ТТИ, в 1930-1934 гг. кафедра палеонтологии была преобразована в кафедру исторической геологии, палеонтологии и каустобиолитов, затем, в 1952 от неё отделилась кафедра горючих ископаемых и нефти, а в 1973 году она была преобразована в кафедру общей и исторической геологии, будучи соединенной с кафедрой общей геологии. После нескольких преобразований в 2016 г. сотрудники вошли в состав кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов.

В 1902 г. по приглашению Владимира Афанасьевича Обручева, искавшего на тот момент преподавательский состав для только что основанного Горного отделения Томского технологического института, в Томск приезжает Михаил Эрастович Янишевский (рис. 1). Он становится основателем кафедры палеонтологии и её первым заведующим.

Михаил Эрастович родился 14 декабря 1871 г. в Казани в семье известного профессора-математика Казанского университета, ученика знаменитого Н.И. Лобачевского, а так же городского головы Казани Эраста Петровича Янишевского (1829-1906). В 1889 г. Михаил Эрастович с отличием окончил Казанскую гимназию, после чего поступил на физико-математический факультет Казанского университета, выбрав естественное отделение. Еще в студенческие годы М.Э. Янишевский начал заниматься научной деятельностью, проявляя особый интерес к области геологии. Им была написана работа «Описание кристаллов топаза и берилла, хранящихся в минералогическом кабинете Казанского университета», которая впоследствии получила золотую медаль. В 1893 г. он закончил обучение, после чего отправился отдавать воинскую повинность, а в 1895 г. вернулся в университет, но теперь чтобы работать в качестве «профессорского стипендиата» на кафедре геологии и минералогии Казанского университета под началом палеонтолога А.А. Штукенберга. В 1897 г. он стал сверхштатным, а затем в 1899 г. штатным, хранителем геологического кабинета Казанского университета. В 1899 г. зачислен в приват-доценты, начал читать лекции по палеонтологии студентам естественного направления [1, 2].



Рис. 1. М.Э. Янишевский



Рис. 2. Кабинет палеонтологии (104 ауд.)

На протяжении своей рабочей деятельности проявлял особое внимание к фауне каменноугольных отложений Урала, впоследствии написав фундаментальный труд «Фауна каменноугольного известняка, выступающего по р. Шартымке на восточном склоне Урала», в котором он первый сумел правильно обосновать раннекаменноугольный возраст исследованных им гониатитовых слоев восточного склона Южного Урала (которые ранее относили к позднекаменноугольному). В 1900 г. он защитил эту работу, как диссертацию на ученую степень магистра минералогии и геогнозии.

В это же время в Сибири открывается Томский технологический институт, которому необходим преподавательский состав. В 1902 г. Михаил Эрастович Янишевский был по конкурсу избран преподавателем в Горное отделение ТТИ, где он впоследствии создает одну из первых за Уралом кафедру палеонтологии.

М.Э. Янишевский со всей серьезностью принимается за поставленную ему задачу. Для получения навыков и опыта, а так же для ознакомления с методиками преподавания палеонтологии в 1903 г. он отправляется в

вузы Западной Европы, в Берлин и Бонн. Там же в фирме Ф. Кранца он покупает многочисленную коллекцию окаменелостей для палеонтологического кабинета, сейчас – 104 ауд. 1-го, Горного корпуса ТПУ (рис. 2). Часть коллекции была также выставлена в 106 ауд., там же проводились занятия по палеонтологии. Эта коллекция сейчас составляет основную часть экспозиции палеонтологического музея, более того, образцы, купленные тогда М.Э. Янишевским, уже более века служат отличным учебным материалом для студентов-геологов. Помимо коллекции, он обогатил библиотеку кафедры уникальными книгами по палеонтологии на русском, французском и немецком языках. Так, в период с 1902 по 1904 г. Михаил Эрастович занимается обогащением новой кафедры палеонтологии знаниями, литературой и собственной палеонтологической коллекцией, то есть накапливает необходимый учебный материал. Он совершает еще пять длительных поездок заграницу, принимает участие в работе Международного геологического конгресса в Вене (1903 г.), а затем и в Мексике (1906 г.), и в Стокгольме (1910 г.).

В это же время он совершает множество научных экскурсий по Европейской части России, по Уралу и по Западной Сибири. В одной из таких экскурсий в 1904 г. он замечает множественные органические остатки хорошей сохранности в локальном выходе известняков в Губерлинских горах (южный Урал), в 5 км севернее от поселка Хабарное на р. Урал. Затем в 1907 г. он организовал уже полноценную экспедицию для изучения этих известняков. Тогда ему помогали студенты ТТИ Н.М. Попов, братья Н.Г и М.Г. Поповы. Михаил Эрастович по ископаемым остаткам определил возраст этих отложений как раннекаменноугольный. Позднее, в 1910 г. в Казанском университете он защитил докторскую диссертацию по этой теме и опубликовал ее как монографию «Нижнекаменноугольный известняк около поселка Хабарного Орского уезда, Оренбургской губернии» с 21 таблицей рисунков и фотографий найденных и описанных им окаменелостей и картой.

После защиты диссертации М.Э. Янишевский становится одним из трех профессоров на кафедре палеонтологии ТТИ, помимо него профессорами значились А.М. Зайцев и А.В. Лаврский.

В 1908 г. он совершает экспедицию по Сибири для осмотра условий местонахождения палеонтологических остатков, а так же для осмотра музеев Красноярска, Минусинска, Иркутска. С 1909 г. М.Э. Янишевский занимается изучением берега р. Томь от Кузнецка до Томска. В 1911 г. в обнажениях правого берега реки изучает остатки древней фауны.

Огромный вклад внес Михаил Эрастович в развитие томской геологии. Он первый отнес правобережные отложения р. Томь к раннекаменноугольному возрасту, обнаружив два горизонта, богатых окаменелой фауной, названные им «брахиоподовый слой» и «мшанковый слой». Им были сделаны множественные находки моллюсков, мшанок, брахиопод и даже единичные находки трилобитов.

В Лагерном саду, в одном из обнажений, им была найдена ископаемая флора, которую он отнес к миоценовому возрасту, все эти находки свидетельствовали о теплом климате, господствующем тогда на данной территории. Затем в 1915 г. по проведенным исследованиям им были опубликованы две монографии «О миоценовой флоре окрестностей г. Томска» и «Глинистые сланцы, выступающие около г. Томска».

Из-за резкого отношения к царскому правительству М.Э. Янишевский был отстранен от должности, и вскоре отбыл в Санкт-Петербург, где до 1932 г. работал в геологическом комитете. В 1919 г. он создал кафедру палеонтологии в Петроградском университете и до 1949 г. являлся ее профессором.

За всю свою научную деятельность М.Э. Янишевский опубликовал более 120 работ, был удостоен почетных государственных наград, внес неоценимый вклад в развитие томской и российской геологии и палеонтологии. Его открытия и публикации до сих пор являются актуальными и востребованными. В память о великом ученом в 1-м корпусе ТПУ установлена мемориальная доска.

В связи с увольнением М.Э. Янишевского курс исторической геологии и палеонтологии стал читать М.А. Усов, он же заведовал палеонтологическим кабинетом (1913-1920 гг.). С 1920 по 1948 гг. кафедрой палеонтологии заведовал М.К. Коровин. На кафедре в «усовский период» (1913-1939 гг.) успешно развивались палеонтологические исследования Сибири. В первые 40 лет существования кафедры палеонтологии вырабатывались основные направления научных исследований, шла подготовка к рождению новых, дочерних школ в рамках Сибирской геологической школы, в основе которой стояли В.А. Обручев, М.Э. Янишевский, М.А. Усов, М.К. Коровин.

Особый размах палеонтологические и на их основе стратиграфические работы получили, когда кафедрой заведовал Л.Л. Халфин (1948-1963 гг.). На кафедре под его руководством был создан многочисленный и деятельный коллектив исследователей Сибири. Тематика работ была разнообразная: археоциаты, трилобиты и стратиграфия кембрия (А.Г. Сивов, В.Д. Томашпольская, Р.Т. Богнибова, А.К. Семашко, И.И. Коптев), флора мезозоя-кайнозоя (И.В. Лебедев), флора верхнего палеозоя (М.Д. Парфёнова, О.А. Бетехтина), брахиоподы (Р.Т. Грацианова, Р.Н. Бенедиктова). Ежегодно проводились научные конференции всесоюзного масштаба. Результатом разносторонних исследований была богатейшая печатная продукция («Биостратиграфия палеозоя…», «Атлас руководящих форм…», а также многочисленные статьи).

Палеонтолого-стратиграфические исследования, проводимые более чем за столетнюю историю на кафедре, не потеряли актуальность и сегодня. Коллекции, собранные предшественниками, служат базовым материалом при проведении геолого-разведочных работ, а также учебным материалом, для студентов геологических специальностей.

Литература

1. Балашов З.Г. М.Э. Янишевский и палеонтологические работы в Ленинградском университете // Отечественная палеонтология за сто лет (1870–1970 гг.). Труды XVI сессии ВПО. – Л., 1977. – С. 124-132.
2. Степанов Д.Л. Памяти М.Э. Янишевского // Ученые записки ЛГУ. – 1953. – Сер. геол. наук. – Вып. 3. – № 159.– С. 3-11.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ БЕРРИАС-ГОТЕРИВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИНЫ АНАБАРО-ХАТАНГСКАЯ-3 (СЕВЕР СРЕДНЕЙ СИБИРИ)

Т.Э. Барбу

Научный руководитель доцент Н.И. Савина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Фораминиферы с успехом применяются при биофациальных, палеоэкологических исследованиях и палеогеографических реконструкциях нефтегазоносных бассейнов мезозоя. Изучение закономерностей биономической дифференциации ассоциаций микробентоса является важным аспектом при решении задач межрегиональной корреляции разнофациальных отложений [1]. В основе биостратиграфического расчленения и корреляции разрезов лежит их «зонация», т.е. выделение и прослеживание детальных биостратиграфических единиц, объединяемых термином «зона» [2].

Район исследования расположен в Анабаро-Хатангской седловине на севере Средней Сибири в пределах п-ова Таймыр. Материалом для исследований послужила коллекция раннемеловых фораминифер, полученная инженером-исследователем лаборатории микропалеонтологии ТГУ Анастасией Сергеевной Семеновой в результате обработки образцов из нижнемеловых отложений, вскрытых скважиной Анабаро-Хатангская-3.

Фораминиферами охарактеризованы отложения нижнего мела: верхнего берриаса, верхней части верхнего берриаса-валанжина; нижней части нижнего готерива. В переходных слоях (верхняя юра-нижний мел) фораминиферами охарактеризован один возрастной диапазон – верхневолжский подъярус-верхи берриаса.

Биостратиграфическая разбивка разреза скважины Анабаро-Хатангская-3 приводится в соответствии с данными, полученными в ходе палеонтологических исследований и в соответствии с данными Никитенко и др., 2013 [3]. В основу берриасско-готеривской зональной последовательности легли биостратоны, выделенные на севере Средней Сибири. Следует отметить, что граница волжского яруса и бореального берриаса не фиксируется в смене комплексов фораминифер. Первые единичные меловые формы появляются в верхах зоны по аммонитам Craspedites okensis – нижней части C. taimyrensis.

Проведя анализ видового состава фораминифер скважины Анабаро-Хатангская-3, нами были установлены два биостратона в ранге зон KF2 и KF6: в алевритистых отложениях харабыльской свиты – зона Recurvoides obskiensis, Valanginella tatarica KF2 (верхний берриас, верхняя часть верхнего берриаса-валанжин); в песчаных отложениях балаганчанской свиты – зона Trochammina gyroidiniformis, Acruliammina pseudolonga KF6 (нижняя часть нижнего готерива) (рис.).

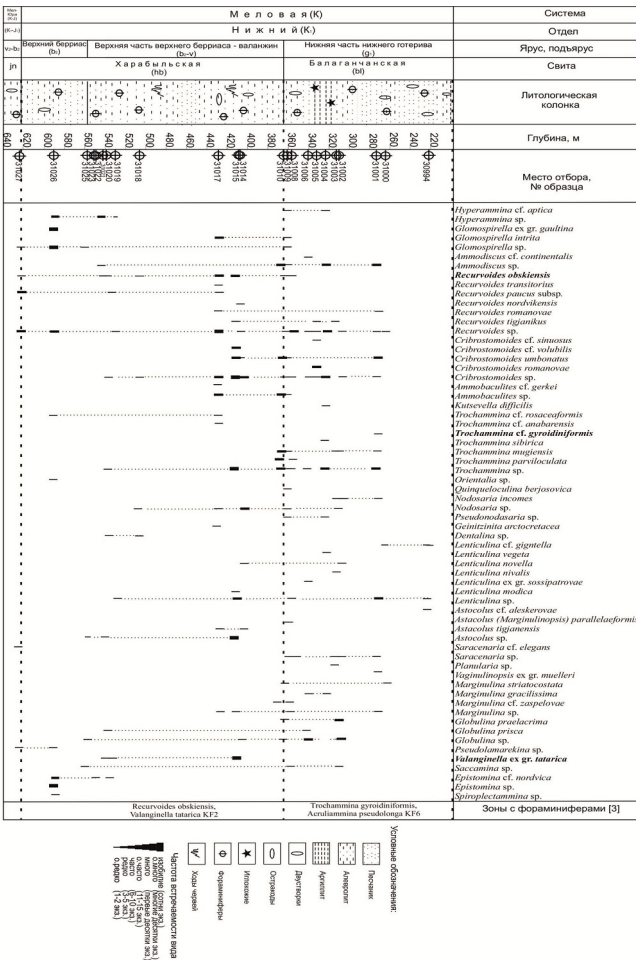


Рис. Литологическая и биостратиграфическая характеристика разреза скважины Анабаро-Хатангска-3

Зона Recurvoides obskiensis, Valanginella tatarica KF2 установлена в интервале 622,5-368,0 м.

Нижняя граница находится на глубине 622,5 м и проводится по появлению вида-индекса Recurvoides obskiensis. Второй зональный вид Valanginella tatarica найден в обр. 31020 на глубине 541,0 м. Верхняя граница зоны KF2 определяется исчезновением зонального вида Recurvoides obskiensis на глубине 356,7 м и определена условно, так как зональный вид вышележащей зоны появляется только на глубине 294,8 м. В разрезе скважины Анабаро-Хатангская-3 в комплексах зоны Recurvoides obskiensis, Valanginella tatarica KF2 найдены и другие виды: Trochammina parviloculata, Ammobaculites cf. gerkei, Astacolus tigjanensis, Marginulina cf. zaspelovae, характерные для одновозрастной зоны Valanginella tatarica KF2, установленной в Западной Сибири.Зона Trochammina gyroidiniformis, Acruliammina pseudolonga KF6 условно установлена в интервале 368,0-200,0 м. Нижняя граница проведена на глубине 368,0 м и совпадает с верхней

границей зоны KF2. Верхняя граница не установлена, так как материал из вышележащих отложений для изучения не предоставлен. Полный видовой состав комплексов фораминифер установленных зон приведен на рисунке. Стратиграфическое положение зон по фораминиферам обосновывается соответствием зональным шкалам по аммонитам, которые точно указывают на возраст отложений [4].Работа выполнена в рамках хоздоговора лаборатории микропалеонтологии ТГУ с Сибирским федеральным университетом. Автор благодарен научному сотруднику лаборатории микропалеонтологии ТГУ Е.В. Полковниковой за замечания и ценные советы.

Литература

1. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы иостракоды).– Новосибирск: Параллель, 2009. – 680 с.
2. Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя / М-во геологии СССР Всесоюз. нефтяной науч.-исслед. геол.-развед. ин-т. – Л.: Недра, 1991. – 375 с.
3. Региональная стратиграфическая схема нижнемеловых отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2004.
4. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт / Б.Л. Никитенко [и др.] // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54, № 8. – С. 1047-1082.

ОТЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА НИЖНЕОЛЕНЁКСКОГО ПОДЪЯРУСАБУХТЫ АБРЕК В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО КОНОДОНТАМ)

Ю.Е. Галивец
Научный руководитель доцент Л.Г. Бондаренко
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,Россия
Дальневосточный геологический институт, Владивосток, Россия

Изучению морских нижнетриасовых отложений в Южном Приморье было уделено внимание многих исследователей и посвящено достаточное большое количество работ. Разрез бухты Абрек по своей представительности настолько не уступает классическим разрезам, что неоднократно предлагался к рассмотрению в качестве кандидата в глобальные стратотипы границы индского и оленёкского ярусов нижнего триаса [2, 8] Будучи довольно протяжённым, он сложен в южной части бухты рядом свит: абрекской, представленной пермскими континентальными туфопесчаниками, на которых с размывом залегают индские терригенно-карбонатные породы лазурнинской свиты, сменяющиеся вверх по разрезу нижнеоленёкскими карбонатно-терригенными отложениями житковской свиты. В северной части бухты Абрек известен протяженный выход анизийских отложений каразинской свиты.Основные группы фауны из нижнего триаса бух. Абрек описаны монографически [7]. Они представлены в основном моллюсками (аммонитами, двустворками, гастроподами, скафоподами и брахиоподами). Кроме того, монографически были описаны и микроскопические фосфатные остатки, представленные конодонтовыми элементами, а также зубами и чешуей пластинчатожаберных рыб. Фосфатные части экзоскелетов ископаемых позвоночных выделяются из карбонатсодержащих проб при обработке их 10% раствором уксусной кислоты. При этом самая верхняя часть разреза житковской свиты раннеоленёкского возраста оказалась практически неисследованной на предмет микрофауны, а именно она представляет наибольший интерес, поскольку здесь на основе макрофауны условно проводится граница двух смежных нижнеоленёкских аммонитовых зон: Mesohedenstroemia bosphorensis и зоны Anasibirites nevolini. Обшая мощность нижнеоленёкских отложений житковской свиты в разрезе около 97 м, из них отложения, условно относимые к зоне Anasibirites nevolini составляют около 8 м. В разрезе они представлены аргиллитами с конкрециями и линзами известково-мергельного состава и прослоями известняков. В интервале имеются задернованные участки, и поэтому переходы между слоями не везде прослеживаются. В рассматриваемом 8-метровом интервале были отобраны 5 проб, в которых был установлен представительный комплекс конодонтов. Номера проб, взятых из этой части разреза (203-207).

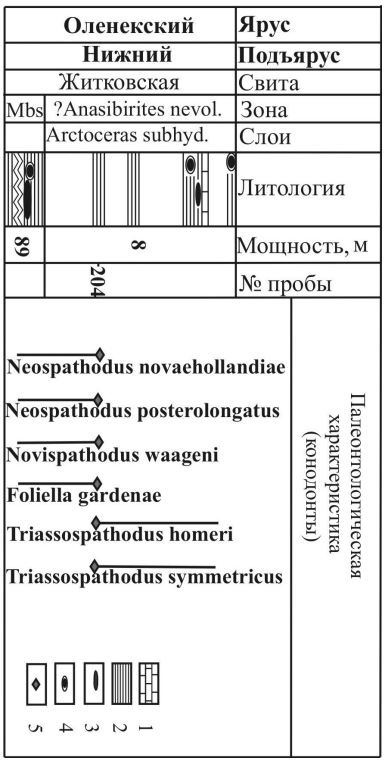


Рис. 1. Литологические и палеонтологические данные по верхней части житковской свиты, обнажающейся в разрезе Абрек (проба № 204). Сокращения: Mbs - Mesohedenstroemia bosphorensis, Anasibirites nevol. – Anasibirites nevolini; Arctoceras subhyd. – Arctoceras subhydaspis. Обозначения: 1 - известняки; 2 – аргиллиты; 3 – линзы известково-мергельных пород; 4 – известково-мергельные конкреции; 5 – конодонты

Заключение об условном отнесении этого интервала к зоне Anasibirites nevolini основывается на смене комплексов макрофауны двустворок и аммонитов, здесь появляются отложения с двустворками Posidonia sp. (скопления), аммоноидеями Arctoceras subhydaspis (Kiparisova), Pseudaspidites? sp., Juvenites sp. [3, 4]. Вид Arctoceras subhydaspis является весьма характерными для этой зоны. Однако, отсутствие в этих сборах самого вида-индекса зоны Anasibirites nevolini не позволяет выделять ее с достаточной степенью достоверности, поэтому в разрезе на этом уровне выделяются слои с Arctoceras subhydaspis.Традиционно в разрезах Приморья, Запада США, Японии и др. слои с Anasibirites полностью или частично коррелируются с конодонтовой зоной Scythogongolella milleri [1]. Поэтому было важно установить стратиграфический уровень данного разреза по конодонтам. Предварительное микрофаунистическое исследование этих слоев (проба № 204) позволило выделить типичный нижнеоленёкский комплекс конодонтов (рис. 1): Neospathodus novaehollandiae McTavish, Neospathodus posterolongatus Zhao et Orchard, Novispathodus waageni (Sweet), Triassospathodus homeri (Bender), T. symmetricus (Orchard), Foliella gardenae (Staesche) (рис. 2).

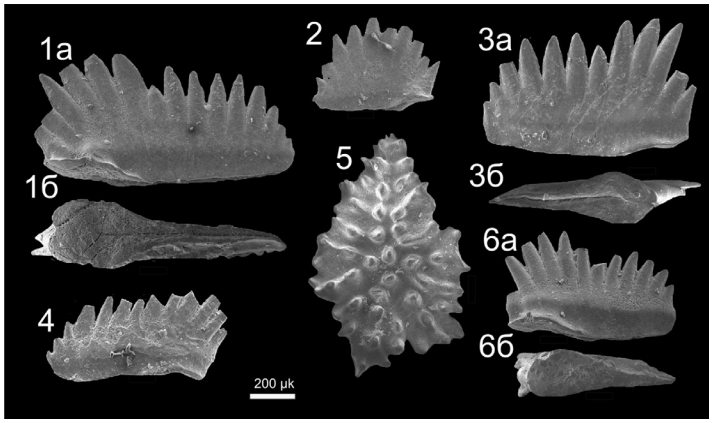


Рис. 2. Комплекс конодонтов верхней части разреза нижнеоленекского подъяруса бухты Абрек (проба № 204): 1а, б - Triassospathodus symmetricus (Orchard); 2 – Novispathodus waageni (Sweet); 3а,б – Neospathodus posterolongatus Zhao et Orchard; 4 – Triassospathodus homeri (Bender); 5 - Foliella gardenae (Staesche); 6а, б - Neospathodus novaehollandiae McTavish.

Почти все эти виды встречаются как в зоне Mesohedenstroemia bosphorensis, так и в зоне Anasibirites nevolini Южного Приморья и в их эквивалентах в других регионах мира. Исключение составляют виды рода Triassospathodus: T. homeri (Bender) и T. symmetricus (Orchard), весьма широко распространённые в отложениях верхнеоленёкского (или спэтского) подъяруса многих регионов мира [5, 6], в том числе на о-ве Русский в Южном Приморье [1]. Их появление в рассматриваемом разрезе дает основание полагать, что этот интервал разреза соответствует отложениям, перекрывающим зону Mesohedenstroemia bosphorensis, т.е. вышележащей зоны Anasibirites nevolini Отсутствие же в комплексе самого конодонтового вида-индекса Scythogongolella milleri может быть связано с фациальными особенностями разреза. Это подтверждается наличием в этой части разреза довольно многочисленных листовых конодонтов рода Neospathodus и его разновидностей и практически полным отсутствием платформенных форм, каковыми и являются представители рода Scythogongolella, что указывает на зависимость установленных форм конодонтовых животных, обладающих определенным типом зубного аппарата, от определенных фациальных условий.

Литература

1. Бурий Г.И. Нижнетриасовые конодонты Южного Приморья. – М.: Наука, 1979. – 143 с.
2. Захаров Ю.Д., Шигэта Я., Попов А.М., Сокарев А.Н., Бурий Г.И., Голозубов В.В. Кандидаты в глобальные стратотипы границы индского и оленёкского ярусов нижнего триаса в Южном Приморье // Стратиграфия. Глобальная корреляция, 2002. Т. 10. № 6. – С. 50-61.
3. Захаров Ю.Д., Шигэта Я., Попов А.М. и др. Бухта Абрек // Триас и юра Сихотэ-Алиня. Терригенный комплекс. Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 79-85.
4. Захаров Ю.Д., Бондаренко Л.Г., Попов А.М. Стратиграфические подразделения нижнего триаса Южного Приморья. Статья 1. Первые находки аммоноидей рода Churkites на побережье Уссурийского залива // Тихоокеанская геология, 2014. Т. 33. № 5. – С. 3-15.
5. Olenekian (Early Triassic) stratigraphy and fossil assemblages in northeastern Vietnam (Eds. Shigeta Y., Komatsu T., Maekawa T., Dang H.T.). Tokyo: National Museum of Nature and Science, 2014. –309 p.
6. Orchard M.J. Taxonomy and correlation of Lower Triassic (Spathian) segminate coonodonts from Oman and Revision of some species of Neospathodus // Journal of Paleontology, 1995. V. 69. – P. 110-122.
7. The Lower Triassic system in the Abrek Bay area, South Primorye, Russia (Eds. Shigeta Y., Zakharov Y.D., Maeda H., Popov A.M.). Tokyo: National Museum of Nature and Science, 2009. – 218 p.
8. Zakharov, Y.D. & Popov, A.M. New data on Indian/Olenekian boundary in Souht Primorye // Albertiana, 1999. V. 22. – P. 19

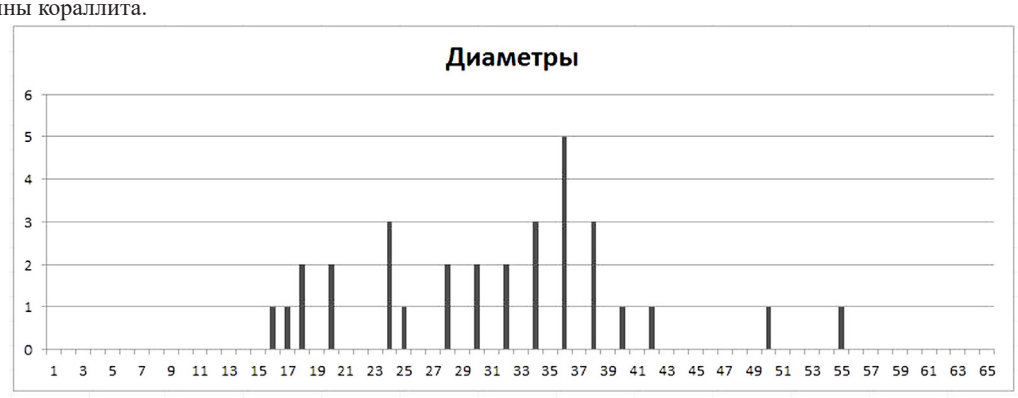
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИЦ ВИДА НА ПРИМЕРЕ КОРАЛЛОВ РУГОЗ

С.Ю. Глушков
Научный руководитель доцент Н.В. Гумерова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

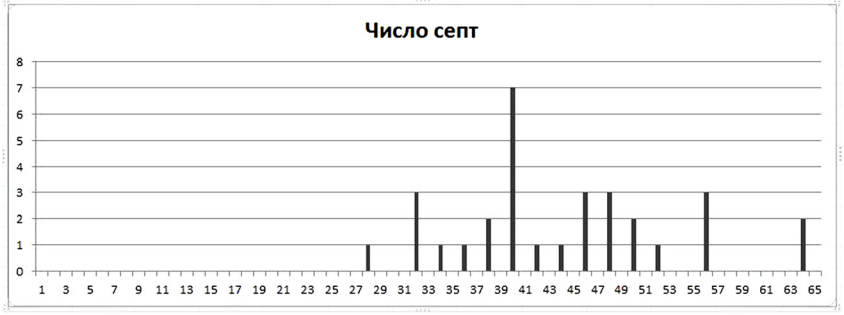
В настоящее время большой проблемой биостратиграфии является установление видовых границ, так как в прошлом веке было выделено большое количество видов разных родов, по которым невозможно коррелировать разрезы. Для корреляции требуется ревизия многих видов и установление чётких видовых границ, что невозможно сделать только по качественным морфологическим признакам [2]. Для многих колониальных организмов (ругоз, табулят, мшанок, и так далее) характерна значительная индивидуальная изменчивость, которая зависит от среды, времени существования и онтогенеза. Установлено, в частности, что по мере увеличения диаметра коралла меняется внутренняя структура скелета особи, количество размеры и форма септ, а так же количество днищ. При сравнении популяций внешнее сходство отдельных экземпляров не может являться решающим критерием отнесения их к видовым и подвидовым таксонам. Использование при корреляции только внешнее сходство приводит к тому, что в составе одного вида окажутся морфологически сходные, но филогенетически далёкие друг от друга группы организмов. Однако, с другой стороны, колониальные кораллы, имеющие чрезвычайную внутривидовую изменчивость на разных стадиях роста, могут быть отнесены к различным видам, по морфологическим признакам. Последнее неоднократно случалось при выделении новых таксонов при малом количестве экземпляров. Если строго учитывать один из основных критериев установления границ вида [5] – критерий дискретности, необходимо рассматривать не единичные экземпляры, а множества, что, опять же, требует применения методов математической статистики. В данной работе приведён пример подразделения рода Altaiophyllum на виды по количественным признакам с применением вышеуказанных методов. Этот род был ранее разделён на пять видов: belgebaschicum, corgonicum, altaicum [3], bublichenkoi, sagsaica, которые были разделены территориально и по возрасту. Два последних вида даже были отнесены к другому роду Zmeinogorskia. В данной работе была поставлена задача проверки правомерности этого выделения.

Для исследования использовалась коллекция кораллов, собранная Гумеровой Н.В. в девонских отложениях Горного и Рудного Алтая, а так же коллекция Ивании В.А., хранящаяся в палеонтологическом музее Томского государственного университета. Был изучен 31 экземпляр кораллов ругоз в поперечных и продольных шлифах.

Вначале проводился анализ численности, качественных и количественных признаков, возрастной и индивидуальной изменчивости [4, 5], для чего были использованы только зрелые экземпляры. Параметрами для подсчета были взяты следующие элементы скелета ругоз: диаметр коралла и количество септ на каждые 5 мм длины кораллита.



Для проверки разделения множества на подмножества выборка была проведена по интервалу ¾ (рис. 1 – распределение количества септ. По оси абсцисс – количество септ, по оси ординат – число экземпляров в выборке, рис. 2 – распределение диаметров. По оси абсцисс – размер диаметра (мм), по оси ординат – число экземпляров в выборке).



Вычислялись критерии Фишера F и коэффициент Стьюдента t по следующим формулам:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \qquad t = \frac{A_1 - A_2}{\sqrt{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2)}{n_1 + n_2}}$$

При n>25 для вычисления t допускается использовать формулу:

$$t = A_1 - A_2 \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}}$$

где A_1 и A_2 – среднеарифметические значения характеристики двух разных предполагаемых популяций;
σ_1 и σ_2 – соответствующие им среднеквадратические отклонения;
n_1 и n_2 – число определений характеристики.
Два подмножества объединяются в одно, если одновременно выполняются условия:
F<Fa и t>ta
где F и t – значения, вычисляемые по формулам, приведённым выше, Fa – значение, принимаемое по (ГОСТ 20522-2012) [1] при доверительной вероятности a=0,95 для числа степеней свободы $K=n_1+n2-2$

Таблица 1

Проверка объединения двух подмножеств по параметру - диаметр

Популяция	n	A	σ	F	Fa	t	ta
1	4	24,25	0,433	0,013	2,77	5,982	1,72
2	19	34,632	3,786				

Таблица 2

Проверка объединения двух подмножеств по параметру – количество септ

Популяция	n	A	σ	F	Fa	t	ta
1	12	39	2,082	0,84	3,1	11,205	1,72
2	10	47,8	2,272				

Анализ полученных результатов показывает, что для определённых параметров количественные характеристики предполагаемых популяций не разделяются на подмножества, таким образом, род Altaiophyllum может включать в себя только один вид – Altaiophyllum belgebaschicum.

Литература

1. ГОСТ 20522-2012. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
2. Гумерова Н.В. Новые данные о хроностратиграфическом интервале тетракораллов рода Altaiophyllum // Актуальные вопросы геологии Сибири, – Томск: Изд-во Томского госуниверситета, 1988. – Т. 1. – С. 94.
3. Ивания В.А. Девонские кораллы Rugosa Саяно-Алтайской Горной области. – Томск: Изд-во Томского госуниверситета, 1965. – 386 с.
4. Соколов Б.С., Тесаков Ю.И. Популяционный, биоценотический и биостратиграфический анализ табулят. Подольская модель. – Новосибирск: Наука, 1984. –197 с.
5. Тесаков Ю.И. Табуляты. Популяционный, биоценотический и биостратиграфический анализ. – М.: Наука, 1978. – 262.

ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ И ИСТОЧНИКОВ ВЕЩЕСТВА УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ

А.А. Киселева
Научный руководитель к.ф.-м.н. В.И. Рождествина
Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

Ископаемые угли - биогенная горная порода. Одним из важнейших вопросов является определение источников вещества (растений углеобразователей) и реконструкция палеоклиматических условий угленакопления. Теория о происхождении углей из растений через стадию образования торфа нередко ставится по сомнение, с отрицанием растительного вклада в процесс углеобразования [1]. В связи с этим, исследования, направленные на определение генетических процессов накопления и преобразования органического вещества угля, являются актуальными и фундаментально значимыми.

Нами проведены комплексные исследования растений углеобразователей с использованием различных методов инструментального анализа: оптическая и электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, газовая и жидкостная хроматография. Исследования выполнены в Аналитическом центре минералого-геохимических исследований ИГиП ДВО РАН. В работе исследовались современные растения болот (древесные лиственные и хвойные, травянистые), торф (моховой очес верховых и низинных болот, образцы отобраны с глубины 0.3 м, 0.2 м и верховые побеги мха), миоценовые мягкие бурые угли Сергеевского месторождения и палеоценовые бурые угли Ерковецого месторождения.

Большие возможности в исследовании структур органических молекул-биомаркеров (УВ-хемофоссилий), встречающихся в живой природе и сохранившихся в осадочных породах, имеют хроматографические методы анализа.

Доказано присутствие в высшей растительности н-алканов с числом углеродных атомов от 20 до 35, со значительным преобладанием соединений с нечетным числом атомов С. Причем распределение н-алканов для различных растений индивидуально. Исследованные растения различаются содержанием и индивидуальным набором н-алканов. В сфагнуме преобладают низкомолекеулярные н-алканы С16-С18, в кустарниковых болотных растениях – С31, в хвощах преобладают четные гомологи С24-С26, в древесных лиственных растениях доминируют нечетные н-алканы С25, С27, С29 и С31, при этом максимальное количество н-алканов содержится в листьях, по сравнению с другими частями растения. Характерной особенностью хвойных растений, в отличие от лиственных, является присутствие на хроматограмме помимо алканов большого количества других компонентов, вероятно, соединений смол. Алканы, из-за своего строения (прочные сигма связи), являются очень стабильными, практически не вступают в химические реакции, и сохраняются неизменными на всех этапах преобразования органического вещества.

Алканы в битумоидах верхового торфа представлены гомологами С16–С26, с преобладанием низкомолекулярных С16-С18, свидетельствующих о высоком вкладе сфагнума. Хроматограммы, полученные от бутумоидов низинного торфа, имеют двумодальное распределение, свидетельствующее о полигенности органического вещества. Алканы в битумоидах миоценовых углей представлены гомологами С17–С31. Доминируют С29Н60 (нонакозан) и С31Н64 (гентриаконтан), источником образования которых являются высшие растения. Подошва угольного пласта, вероятно, формировалась в водных условиях, так как здесь повышена концентрация С17Н36 (гептадекана), основным биологическим источником которого являются цианобактерии и водоросли. Алканы в битумоидах палеоценовых углей Ерковецкого месторождения представлены преимущественно высокомолекулярными гомологами С23–С33, с заметным преобладанием нечетных н-алканов. Что указывает на существенный вклад в образование угля высших древесных растений. Максимум концентрации во всех образцах приходится на С25Н52 (пентакозан). При этом концентрация этого алкана возрастает от подошвы к кровле пласта, это свидетельствует об увеличении вклада древесных растений в процессе накопления органической массы. В этом же ряду увеличиваются концентрации и других высокомолекулярных н-алканов с числом углеродных атомов С27, С29, С31, С33, источником образования которых являются высшие растения.

Изопреноидные алканы - пристан и фитан, присутствующие в углях [4, 5], в растениях не обнаружены. Пристан и фитан не содержатся в растениях, так как образуются из хлорофилла в результате реакции гидролиза. В восстановительной (бескислородной) обстановке образуется фитан, а в окислительной (кислородной) – пристан [2]. Таким образом, по соотношению этих биомаркеров можно судить об условиях углеобразования. Условия образования Ерковецких углей – преимущественно окислительные, характерные для седиментации осадков с наземным органическим веществом, источником органического вещества углей послужили преимущественно древесные растения. Условия образования Сергеевских углей – в большей степени восстановительные, угли формировались в условиях небольших мелководных озер, периодически затопляемых болотно-луговых территорий, источником органического вещества углей послужили преимущественно водные высшие и низшие растения.

Вторым важным индикатором являются растительные микрофоссилии, называемые фитолитами – частицы кремнезема, образующегося в различных частях растений. К ним относятся частицы, продуцируемые древесными и травянистыми растениями, мхами, скелетные структуры диатомовых водорослей, цисты золотистых водорослей и прочие биоминеральные образования.

Фитолиты встречаются у многих растений в листьях, междоузлиях и чешуях, при этом их морфоструктура, образованная в процессе минерализации и определяемая анатомическим происхождением, может отличаться в зависимости от органа растения, однако легко идентифицируется. Фитолиты являются более стойкими, чем пыльца и споры сосудистых растений, к разрушению; существенно варьируют по размерам и форме на

разных таксономических уровнях; обладают большей, чем другие органические остатки растений, плотностью; сохраняют свою морфологию, после того как растение отмирает; весьма ограниченно переносятся ветром или потоками воды и остаются рядом с материнским растением после его разложения. Они хорошо сохраняются в почвенных горизонтах без консервации в течение длительного времени. Все это позволяет наряду со спорами и пыльцой широко использовать их для стратификации и датирования растительности прошедших эпох. Для определения принадлежности фитолитов к роду или виду растений используются индикаторные группы растений с аналогичными характеристиками и требованиями к экологии. Некоторые морфотипы являются общими для широкого диапазона представителей флоры.

В раннемиоценовом мягком буром угле Сергеевского месторождения нами определены 7 категорий морфотипов согласно классификации Fredland and Tieszen (1994), которые продуцируются подсемействами Panicoideae, Pooideae, Cloridoideae. В ансамбле фитолитов встречаются и морфотипы, которые достаточно трудно описать, и они, вероятно, представлены двудольными растениями как травянистыми, так и древесными формами. Подсемейство Panicoideae: основные морфотипы представлены следующими группами фитолитов: паникоидный тип, лопастной, зубчатые палочки (колючие клетки), характерны для подсемейств Panicoideae (Просовые) и Arundinoideae (Тростниковые). Паникоидный тип фитолитов продуцируется растениями (фотосинтетический путь), которые произрастают в теплом и влажном климате. Подсемейство Pooideae (Мятликовые) представлено такими доминантными морфотипами как городчатые клетки. Фитолиты такого типа как седловидные формы характерны для подсемейства Chloridoideae [3]. Таким образом, состав растений подтверждает, что условия образования создавались преимущественно в озерных или речных обстановках внутриконтинентальной седиментации. Наличие фитолитов покрытосеменных растений в этих отложениях – еще одно свидетельство молодости угольного пласта. Данные согласуются с полученные нами ранее, где рассмотрен диатомовый комплекс данного месторождения. Обилие пресноводных или слегка солоноватоводных видов диатомовых водорослей позволяет говорить о том, что существовал водоем с застойными водами. Наличие золотистых водорослей также свидетельствует в пользу развития болотных растительных сообществ на данной территории [5].

Растительные фоссилии сохраняются не только в виде фитолитов, но и в результате минерализации исходной растительной ткани с сохранением структурных особенностей. На рисунке 1 представлены микрофотографии шлифов угольных образцов Ерковецкого и Сергеевского месторождений. Описанные выше результаты и сделанные на их основе выводы имеют высокую сходимость с данными, полученными при изучении особенностей микростроения угольных аншлифов.

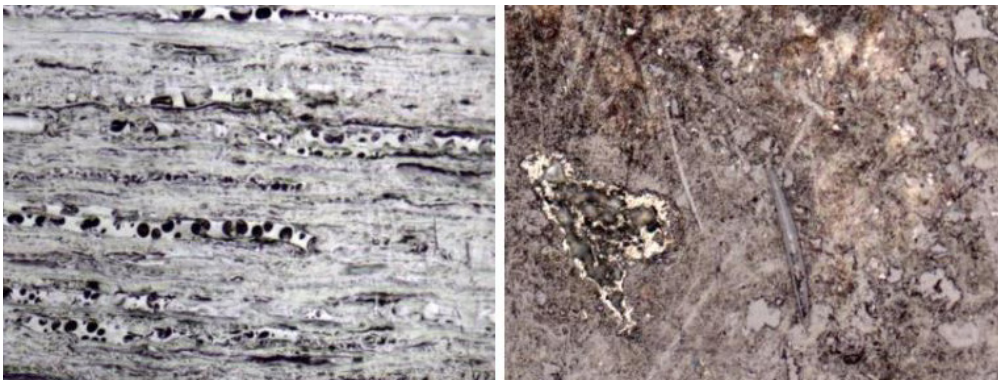


Рис. Микростроение углей: сосудистая строение фоссилизированной древесины Ерковецкое месторождение (а), бесструктурная масса с выделением микрокомпонентов сосудистых растений, остатков диатомовых водорослей, фромбоидов пирита Сергеевское месторождение (б)

Микрокомпонены углей Ерковецкого месторождения нередко характеризуются наличием фоссилизированной древесины с хорошо сохранившейся структурой сосудистой ткани. Здесь же нередко отмечаются микрокомпоненты, строение которых позволяет заключить, что они относятся к различным видам травянистых растений. В аншлифах Сергеевского месторождения преобладает бесструктурная масса с локальными микрокомпонентами. Такое строение обусловлено формированием угля из торфяной массы, болотистой растительности. Ближе к подошве угольного пласта появляются диатомовые водоросли, активизируется процесс пиритизации (фрамдоидальный пирит и пиритизация отдельных структурных единиц).

Литература

1. Деменкова Л.Г., Игишева А.Л. Каменный уголь: состав, строение, теории образования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 3-2. – С. 392-395.
2. Гусева А.Н., Соболева Е.В. Практикум по геохимии горючих ископаемых: Уч. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 136 с.
3. Киселева А.А., Рождествина В.И., Леусова Н.Ю. Индикаторная функция фоссилий в определении палеоклиматических условий и источников вещества углеобразования // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Четвертая Всерос. науч. конф.: сб. докладов. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2016. Т.1. – С. 137-140.
4. Киселева А.А., Рождествина В.И., Сорокин А.П., Леусова Н.Ю. Палеореконструкция условий угленакопления Сергеевского буроугольного месторождения // Вестник АмГУ, выпуск 67, 2014. – С. 145-150.
5. Киселева А.А., Рождествина В.И. Угольные фитоценозы: молекулярный и электронно-микроскопический анализ // Успехи наук о жизни. 2013. № 6. – С. 50-65.

РАЗВИТИЕ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Е.А. Кухарик
Научный руководитель профессор М.А. Богдасаров
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Формирование современного облика р. Зап. Буг происходило в тесной зависимости от особенностей, протекавших в долине процессов, которые зависели не только от размера и типа реки, гидродинамических условий и типа переносимого материала, но и от геологического строения территории, различий рельефа, вертикальных движений земной коры, климатических условий и типа растительности. Заложение основных черт долины Зап. Буга произошло в позднеледниковье и голоцене.

Плейстоцен. Во время оледенения Варты (сожского, московского) основной сток талых ледниковых вод на территории бассейна Зап. Буга происходил в юго-восточном направлении. В это время были заложены главные черты строения и морфологии прадолины реки. В последней стадии этого оледенения существовали 2 прадолины, которые унаследовали ложбины ледникового выпахивания – Прабуг I, имеющая западное направление, и Прабуг II, которая простиралась на юго-восток [1].

В течение эемского (муравинского, микулинского) межледниковья в прадолинах Прабуг I и Прабуг II протекали процессы эрозии, денудации и выветривания. В это время в районе д. Мельник существовало поднятие, и воды Прабуга I и Прабуга II осуществляли сток по двум противоположным склонам поднятия, сложенного отложениями мелового и палеоген-неогенового времени. Сток осуществлялся с использованием талых ледниковых вод оледенения Варты. Во время оледенения Вислы (поозерского, валдайского) продолжались процессы эрозии и денудации, происходило накопление флювиогляциальных отложений. Ледниковый покров Вислы не достигал района Мельника, поэтому воды Прабуга I устремились на восток. Вначале позднеледниковья (около 30 тыс л н) долины Прабуга I и Прабуга II соединились вследствие того, что эрозионная деятельность Прабуга I формирует русло сквозь массив меловых и палеоген-неогеновых пород. Захватив воды Прабуга II, две прадолины соединились, сформировав долину Зап. Буга, по строению напоминающую современную; сток в то время происходил в западном направлении.

Климатические изменения последних 30 тыс лет в пределах территории бассейна Зап. Буга достаточно хорошо изучены. Переход от океанического к континентальному типу климата произошел 25–20 тыс л н, с началом отступания последнего (вислинского, поозерского, валдайского) ледникового покрова; развитие мерзлотных и эоловых процессов происходило 20–15 тыс л н. Изменение климата к более влажному и умеренному отмечалось в течение трех коротких периодов: около 14,5, 13 и 10 тыс л н. Перед фазой деградации многолетней мерзлоты р. Зап. Буг имела черты разветвленной речной системы с наличием островов. Почти плоское дно долины было сложено песчаными отложениями, которые накапливались при высоком уровне воды; была сформирована первая надпойменная терраса. Русло занимало практически все дно долины [2].

В период от 25 до 10 тыс л н произошли значительные изменения в эволюции реки: от русловой многорукавности происходит переход к меандрирующему типу руслового процесса. В дальнейшем меандры стали характерны для всего течения Зап. Буга. Эти изменения были климатически обусловленными.

Во время континентального климата (25–20 тыс л н) река имела множество островов и непостоянных притоков, а воды использовали лишь часть обширного и плоского дна долины. В период от 20 до 15 тыс л н в долине Зап. Буга сохранились аналогичные условия; характерно разделение русла на несколько рукавов и наличие небольших постоянных притоков. В конце этого периода, вместе с увлажнением климата, произошли изменения в процессе развития русла. Произошло изменение русла из многорукавного в извилисто-меандрирующее, а в период 14–13 тыс л н была достигнута фаза развития крупных меандров. Формирование меандров оказывало большое влияние на рельеф дна долины. Широкое, почти плоское дно долины обеспечивало свободное развитие излучин, и следы их деятельности хорошо сохранились в краевых частях дна долины. В более поздний период (атлантическое время) переход больших меандров в меандры меньшего размера приводит к уменьшению пояса меандрирования. Меандрирующая река использовала ограниченную часть дна долины, благодаря чему вне полосы меандрирования сохранились фрагменты форм, связанных с развитием больших меандров.

Голоцен. В начале голоцена, в пребореальное время (10,2–9,0 тыс л н) произошел переход от субарктических условий позднеледниковья к умеренно теплому климату. В первой половине пребореала (РВ-1, 10,2–9,8 тыс л н) температуры июля в были близки современным, января – ниже на 1–2°С, а осадков выпадало меньше на 25–50 мм [3]. Потепление климата в начале голоцена способствовало поэтапному расселению широколиственных растений. На фоне происходящих изменений окружающей среды происходит смена режима р. Буг, главным образом в направлении выравнивания стока. На рубеже около 10 тыс л н происходит уменьшение флювиальной активности в речных бассейнах. Эти изменения привели к преобразованию русловых процессов: эрозия на дне русла снизилась. Это привело к уменьшению ширины русла и меандров; пояс меандрирования развивался с тенденцией к уменьшению его ширины. Накапливались осадки высоких пойменных уровней. Прохладный и относительно влажный климат второй половины пребореального времени (РВ-2, 9,8–9,0 тыс л н) способствовал распространению березовых и сосново-березовых лесов. Климат завершающей фазы пребореала характеризуется понижением июльских температур на 1–2°С, январских на 2–3°С по сравнению с современными и повышением количества осадков до современных показателей. Происходил подъем уровня водоемов, что может соответствовать трансгрессивной фазе (9,2–9,0 тыс л н) в Балтийском бассейне [4].

На протяжении бореального времени отмечаются изменения климата, как в сторону потепления, так и

похолодания. В период от 9,0 до 8,4 тыс л н (ВО-1, 2) температуры января были ниже всего на 0,5–1 °С, июля – равны современным, а количество осадков соответствовало современному либо было меньшим на 25–50 мм. По мнению многих авторов, в этот период за счет снижения количества атмосферных осадков происходило уменьшение частоты и масштабов наводнений и паводков. Продолжилось формирование поймы. В конце этого периода (ВО-3, 8,4–7,8 тыс л н) произошло похолодание климата, которое отмечается во многих регионах Европы. Температуры января были на 1,5–2°С, июля на 0,5–1°С ниже современных, количество осадков на этапе около 8,0 тыс л н равнялось современному либо было выше на 25–50 мм. В это время в долине Зап. Буга происходит стабилизация пояса меандрирования с извилистым руслом. Ширина пояса меандрирования составляла около 300–400 м, ширина русла реки – 30–70 м, ширина лучей меандров – 200–300 м, что соответствует современным характеристикам. В пределах пояса меандрирования происходила аккумуляция песков мелких фаций и песчано-илистых отложений по берегам реки. На остальной территории долины Зап. Буга аккумулировались илы, формирующие аллювиальные почвы. На рубеже атлантического и бореального времен во многих речных долинах проявились более или менее отчетливые фазы эрозии. В этих условиях произошла быстрая перестройка русел с большими меандрами в извилистые русла с меандрами значительно меньших размеров. Сокращение потоков и уменьшение транспортируемого материала привели к тому, что на характер развития реки в значительной степени стали оказывать влияние местные условия. Изменение типа меандров отражено в характере пойменного аллювия: произошел переход от песчано-илистых осадков к илистым.

Атлантическое время (7,8–5,0 тыс л н) является климатическим оптимумом голоцена, в течение которого наиболее важное значение имели лиственные леса с дубом, липой, вязом. После бореального похолодания кривая ^{18}O иллюстрирует быстрое потепление с наиболее существенным повышением среднегодовых температур около 6,9 тыс л н. Однако, температурный максимум голоцена с повышением летних и зимних температур на 1–2°С и понижением количества осадков на 25 мм либо до современных отмечается около 5,5 тыс л н. На территории Польши зимние и летние температуры были выше на 2,5°С. Приведенные данные указывают на значительно более теплые и влажные условия атлантического отрезка времени по отношению к современным. Улучшение климатических условий (повышение влажности, развитие растительности) в атлантическое время оживило русловые процессы в долине Буга. Увеличение стока повлияло на углубление и расширение русла, а усиление боковой эрозии в русле вызвало ускоренное развитие и смещение меандров. Климатические изменения также способствовали усилению процесса заболачивания междуречий, развитию озер. Происходило усложнение овражно-балочных систем.

В течение суббореального времени (5,0–2,7 тыс л н) происходили частые колебания климата, как в сторону похолодания, так и потепления. Климатические колебания способствовали активизации эрозионных процессов. В пределах заболоченных участков долины и пойме увеличилась скорость накопления отложений. Нередко в этих аккумуляциях высока доля как илистого, так и кластогенного материала, что свидетельствует об усилении паводковых процессов и миграции русел. На завершающем этапе суббореала происходит похолодание климата, которое вызвало усиление эрозионных и делювиальных процессов. Повышение влажности климата и активизация флювиальных процессов фиксируется около 5,0 тыс л н, между 4,7-4,3 и 3,3–2,8 тыс л н. В водоемах суббореала в целом продолжался подъем уровня воды и снижение ее температуры на 1–2°.

В течение последнего времени голоцена – субатлантического – р. Зап. Буг приобрела современные черты. Согласно палеоклиматическим реконструкциям в начале субатлантики (SA-1, 2,7–2,0 тыс л н) увеличилось количество осадков, повысилась температура июля на 1°С, а января – до уровня современных. В пойме Зап. Буга наблюдались процессы заболачивания, усиление флювиальной активности и активизации эрозионных процессов в бассейне. Средняя часть субатлантического периода (SA-2, 2,0–1,0 тыс л н), по данным спорово-пыльцевого анализа, была теплой и менее влажной. Отмечается понижение июльских температур до современных, а январских – на 1°С ниже современных значений. Количество осадков превышало современные на 50 мм. Начиная со второй половины субатлантики, отмечается новый этап эрозионной деятельности в речной долине Зап. Буга. Происходит интенсификация седиментации, что обусловлено повышением влажности климата и увеличением антропогенного влияния. Хозяйственная деятельность человека в это время начала оказывать значительное влияние на преобразование природы бассейна Буга. В междуречье Зап. Буга и Припяти вследствие уничтожения лесов и разработки склонов отдельных морфоскульптур активизировались эрозионные процессы, продолжилось заболачивание низменных ландшафтов.

Выводы. Таким образом, р. Зап. Буг является молодой рекой, история развития которой насчитывает всего 20–30 тыс лет. Основные черты строения и морфологии долины Зап. Буга были заложены в более раннее время под влиянием оледенения Варты, однако современный облик долина Зап. Буга приобрела в позднем плейстоцене и голоцене. Существенное влияние на формирование облика р. Зап. Буг деятельность человека начала оказывать в субатлантическое время, продолжающееся поныне.

Литература

1. Nitychoruk J. Stanowisko 2 – Mielnik Góra Zamkowa. Geneza Podlaskiego Przełomu Bugu // XXIII Konferencja Stratygrafia plejstocenu Polski. – Biala Podlaska, 2016. – S. 127-129.
2. Szwajgier W. Evolution of the Bug river valley between Horodlo and Wlodawa during Late Vistulian and Holocene // Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Sectio B. – Lublin, 1999. – Vol. LIV/6. – P. 99-110.
3. Еловичева Я.К. Голоцен Беларуси. – Минск: Изд-во БГУ, 2004. – 241 с.
4. Палеогеография кайнозоя Беларуси/ под ред. А.В. Матвеева. – Минск: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2002. – 163 с.

ОСНОВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАФИРНИГАНСКОЙ ЗОНЫ ПОДНЯТИЙ И ОСОБЕННОСТИ ЯРУСНОГО СТРОЕНИЯ РЕЛЬЕФА

У.Х. Латифов, Ш.А. Одинаев
Научный руководитель д.г.-м.н. М.С. Саидов
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Орографически в пределах описываемой территории выделена только одна крупная форма - Кафирниганское поднятие, которая характеризуется развитием прямого структурного рельефа. В пределах Кафирниганского поднятия преобладает глубоко и умеренно расчлененный эрозионно-денудационный рельеф, свойственный предгорьям и хребтам Таджикской депрессии [1]. В долинах - впадинах Кафирниганского поднятия широко развит аккумулятивный тип рельефа. Он представлен, преимущественно, аллювиальными террасами и аллювиальными равнинами р. Кафирниган. В рассматриваемом районе выделяются три характерных типа рельефа: 1) глубоко расчлененный эрозионно-денудационный рельеф горных хребтов, образующих Кафирниганскую зону поднятий; 2) аккумулятивный рельеф, представленный аллювиальными и отчасти аллювиально-подгорными равнинами; 3) денудационно-аккумулятивный, соответствующий в значительной степени расчлененным периферическим районам Кафирниганской зоны поднятий, а также небольшим погребённым и высоко поднятым долинам - впадинам.

На северо-западе, на ограниченной территории располагается склон Сурханской впадины, представляющий одновременно нижнюю часть склона Кафирниганской зоны поднятий. Он характеризуется глубокорасчлененным холмистым и холмисто-грядовым рельефом, осложненным уступами эрозионных среднеплейстоценовых террас. Восточнее располагается Кафирниганская зона поднятий. В рельефе это крупная возвышенность представляет плавное обширное поднятие, осложненное рядом разновысотных хребтов. Высота и отчасти морфология форм второго порядка подчинена сводообразному характеру общего поднятия. Наиболее западным ее членом является хребет Бабатаг, представляющий систему антиклинальных складок, образующих в рельефе крупный хребет. [5] Непосредственно к югу он быстро погружается и как бы замещается новыми поднятиями - хребтами Туюнтау и Устымтау. Эта система хребтов обрамляет с запада Кафирниганскую долину.

Восточная граница этой впадины выражена менее отчетливо. На юго-востоке ей соответствует своеобразно построенный хребет - Ходжаказиан. Его орографическим продолжением на северо-востоке является обширный и высокий хребет Актау. Хребет Актау представляет систему антиклиналей, среди которых основными являются Северная и Южная Актауская. Юго-восточным орографическим продолжением хребта Актау является низкогорный хребет Кызымчек. Восточнее зоны поднятий Актау - Кызымчек следует небольшое долинообразное понижение Гарауты. Оно представляет собой глубокий прогиб между хребтами Актау и Аруктау.

Таким образом, в пределах описываемого района сводово-складчатое поднятие состоит из отчетливо выраженных в рельефе трех зон поднятий: Бабатагского, Ходжаказиан-Актауского и Аруктауского, разделенных двумя впадинами: крупной Кафирниганской долиной и небольшим долинообразным понижением Гарауты. Вся область общего поднятия соответствует преимущественно эрозионно-денудационному типу рельефа, глубоко и умеренно расчлененному. В отличие от северных районов Таджикской депрессии, водораздельная часть главнейших хребтов весьма часто представлена бронированными сводами антиклиналей, осложненных древними врезами эрозионно-денудационных террас. Примером таких водоразделов - сводов, хорошо сохранившихся в современном рельефе, являются отдельные части антиклиналей Ходжаказиан, Аруктау и другие. Такие водоразделы представляют собой хорошо отпрепарированные в рельефе своды, бронированные в большинстве случаев известняками палеоцена. Аналогичный рельеф имеет сводовая часть антиклинали Пайрягатау и на значительном протяжении - южное погружение Бабатага и Актау. Очень отчетливо выражен в рельефе свод антиклинали Аруктау. [2, 3, 8].

Наличие и широкое развитие в рельефе бронированных сводов водоразделов хребтов, по-видимому, объясняется относительно «спокойными» условиями геоморфологического процесса воздымания антиклиналей и их оформления в рельефе в виде возвышенностей по сравнению со смежными северными районами. Об этом свидетельствуют незначительные наклоны складок и затухание, а в некоторых случаях - полное отсутствие разрывных нарушений.

Помимо водоразделов - бронированных сводов в описываемом районе имеют существенное развитие выровненные поверхности, срезающие антиклинали. Они тяготеют к северным районам и встречаются на Бабатаге и Актау - наиболее древних и крупных хребтах. Сопоставление с молодыми водоразделами и высокими эрозионно-денудационными террасами на их склонах позволяет относить выровненные водораздельные поверхности к наиболее древним, по-видимому, верхнеплиоценовым (N_2). Реже встречаются выровненные поверхности водоразделов, перекрытые маломощной толщей лессовидных и щебенисто-суглинистых отложений. Как правило, этот эрозионно-аккумулятивный тип водораздельных поверхностей приурочен к погружениям хребтов. В описываемом районе он имеет ограниченное распространение на юго-западном погружении Бабатага, непосредственно к северу от сквозного ущелья р. Вахш (на погружении Каратау). В ряде случаев возраст этих участков водоразделов более молодой, т. к. они сопрягаются с высокими эрозионно-денудационными террасами раннеплейстоценового возраста (т.е. сопоставляются с вахшским или кулябским этапом развития).

Ниже водоразделов склоны хребтов почти повсеместно представляют собой скалисто-грядовый или холмисто-грядовый рельеф, расчлененный молодыми долинами рек с V-образным сечением долин. В более пологих верхних частях склонов прослеживаются широкие эрозионно-денудационные террасы и террасовидные поверхности, значительно расчлененные в процессе поднятия хребтов. Особенно широко этот тип рельефа развит

вдоль западного склона хребта Актау. Интересно отметить, что вследствие асимметрии некоторых складок и наклона осевой поверхности, скалисто-грядовый рельеф хребтов прослеживается почти исключительно вдоль их западных склонов, а на восточном - бронированное ядро складки почти непосредственно сопрягается с холмистыми аллювиальными равнинами. Развитие скалисто-грядового рельефа вдоль западного склона хребтов наблюдается у Аруктау и в меньшей степени у Бабатага и Туюнтау.

Несколько отличное морфологическое выражение в рельефе имеют молодые хребты с резко сокращенной зоной грядового обрамления. Здесь, как правило, бронированный свод и склоны хребтов сопрягаются с аккумулятивным рельефом высоко поднятых аллювиальных равнин, значительно расчлененных к современной эпохе. Примером подобного типа хребтов являются Аруктау и Ходжаказиан. Фрагменты высоких и средних террас, осложняющих грядовый рельеф на склонах хребтов, располагаются в виде ступеней ниже водораздельных площадок и бронированных склонов. Сопоставление эрозионно-денудационных поверхностей, с коррелятивными толщами отложений, в сопряженных впадинах, и анализ их геоморфологических соотношений, позволяет датировать подавляющее большинство высоких террас с раннеплейстоценовым возрастом, т.е. кулябским или вахшским этапом развития Таджикской депрессии, а средних террас со среднеплейстоценовым. [7].

К отрицательным структурным и орографическим формам в системе Кафирниганского поднятия относится крупная долина, занятая рекой Кафирниган. Ее древние очертания имеют довольно выдержанное простирание, и ограничивается Бабатагом на западе и грядой Актау на востоке. В районе южного погружения крупных хребтов устанавливаются в рельефе следы трех погребённых протоков Пра-Кафирнигана, существовавших в то время, когда Аруктау (западный) и Ходжаказиан были еще весьма слабо выражены в рельефе в виде небольших возвышенностей. Наиболее западный проток Пра-Кафирнигана располагался между южным погружением Бабатага и северным погружением Туюнтау. Его погребение было в значительной степени обусловлено развитием небольшого поднятия Устымтау [6, 9].

Лучше всего в современном рельефе сохранился проток Пра-Кафирнигана, протекавший по Бишкентской долине. Бишкентская долина представляет собой синклинальную впадину, расположенную между хребтами Туюнтау и Арукату (западным). Анализ региональных врезов на склонах хребтов позволяет предполагать, что отмирание этого протока произошло сравнительно поздно - в течение илякского этапа развития (Q_2il) [4]. До современной эпохи включительно сохранилась только центральная долина - Кафирниганская впадина, занятая одноименной рекой. Восточнее, по-видимому, располагался еще один проток Пра-Кафирнигана. Корреляция древних региональных террас позволяет считать, что он ответвлялся несколько южнее населенного пункта Ишкабад и проходит вдоль восточного склона хребта Пайрягатау и далее вдоль западного склона Актау между хребтами Ходжаказиан и Кызымчек. В отличие от Бишкентской долины, восточный проток оказался более втянутым в поднятие и значительно расчлененным к современной эпохе. Подобное расчленение Кафирниганской впадины молодыми хребтами привело к возникновению суженного антецедентного участка долины р. Кафирниган северной переклинали Аруктау (западного).

На восточном склоне Кафирниганского поднятия располагается древняя погребённая долина между хребтами Аруктау и Актау. Северная ее часть к современной эпохе представляет собой высоко поднятую и значительно расчлененную древнюю аллювиальную равнину, сопрягающуюся на юге с современной аллювиальной равниной, известной под названием урочища Гарауты. Эта впадина по своим размерам (ширине и глубине) значительно уступает Кафирниганской. Отмирание древних протоков, приуроченных к впадинам, обусловило возникновение в рельефе весьма слабо расчлененных равнин типа Бишкентской долины и Гарауты.

Таким образом, современные тектонические движения земной коры Таджикской впадины и Кафирниганской зоны поднятий в частности играют главную роль в формировании современного рельефа и геоморфологических особенностей.

Литература

1. Захаров С.А. Стратоструктуры мезо-кайнозоя Таджикской депрессии // Тр. ин-та геологии АН Тадж. ССР. 1958. Т.45. – 225 с.
2. Костенко Н.П. Развитие рельефа горных стран (на примере Средней Азии). [Текст] / Мысль. Москва, 1970. – 347 с.
3. Костенко Н.П. Развитие складчатых и разрывных деформаций в орогенном рельефе. [Текст] / М.: Недра, 1972. – 320 с.
4. Костенко Н.П. Местная стратиграфическая схема четвертичных отложений Таджикской депрессии // Тезисы докладов к совещанию по унификации стратиграфических схем Средней Азии. М., 1958. – С. 74-89.
5. Лоскутов В.В. Геоморфология Таджикистана [Текст] / Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. Дониш. Душанбе, 1962. – С. 189-214.
6. Меламед Я.Р. Орогенные этапы в развитии Афгано-Таджикской депрессии // Докл. АН Тадж. ССР. 1984. Т. 24. № 4. – С. 246-248.
7. Чедия О.К. Континентальные кайнозойские накопления и геоморфология Юга Средней Азии в новейшую эпоху горообразования [Текст] / Кн. 1. Фрунзе: Илим, 1971. – 331 с.
8. Чедия О.К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. Фрунзе: Илим, 1971. кн.1. – 332 с.
9. Чедия О.К. История геологического развития Таджикистана в кайнозое // Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. Душанбе, 1962. – С. 283-309.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА РУСЛОВОГО АЛЛЮВИЯ СРЕДНИХ И МАЛЫХ РЕК ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

О. В. Луцкович, Т.А. Мележ

Научный руководитель старший преподаватель А. Мележ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

В процессе исследовательской работы были изучены средние и малые реки Гомельской области. Классификация рек была произведена по площади водосборного бассейна, км^2:

средние реки – р. Сож (21694 км^2), р. Птичь (9470 км^2), р. Оресса (3620 км^2);

малые реки – р. Ипуть (1550 км^2), р. Уза (944 км^2).

В качестве исследуемого материала использовались образцы руслового аллювия средних и малых рек Гомельской области: р. Птичь (1), р. Оресса (2), р. Ипуть (3), р. Уза (4). Географически реки располагаются в пределах Октябрьского и Гомельского районов Гомельской области Республики Беларусь.

Образец № 1 (русловой аллювий р. Птичь). Образец руслового аллювия был отобран у д. Поречье Октябрьского района Гомельской области. При разделении образца № 1 русловой фации аллювия реки Птичь, были выявлены фракции размерностью частиц от более 10 мм до менее 0,1 мм, при этом фракция размерностью более 10,0-5,0 мм не выявлена. Общая масса взятого образца составила 108,43 г (в процессе работы произошли потери грунта, однако погрешность находится в допустимых пределах) (таблица 1).

Минералогический состав: фракция размерностью более 10 мм – органика; фракции, размерностью от 10,0-5,0 до 2,0-1,0 мм содержат детрит и другие органические остатки, раковины моллюсков; фракция, размерностью 1,0-0,5 мм состоит на 3 % из кремнистых стяжений, на 42 % из растительных остатков и на 55 % из кварца; фракция с размером частиц 0,5-0,25 мм: 75 % - кварц; 15% - полевой шпат и 10 % приходится на долю растительных остатков. Фракция с размером зёрен менее 0,25-0,1 мм содержит: 5 % детрита, 10 % полевого шпата и других тёмноцветных минералов, а также 75 % зёрен кварца; во фракции размерностью менее 0,1 мм содержится 10 % детрита и 90 % кварца.

Таблица 1

Гранулометрический состав русловой фации аллювия р. Птичь

Показатели	**Ситовой анализ**							
	Фракции грунта, мм							
	>10,0	1 0 , 0 - 5,0	5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Вес пробы грунта, г	108,43							
Вес фракции грунта, г	1,54	-	1,4	1,22	2,6	21,82	66,98	12,8
Содержание фракции, %	1,42	-	1,29	1,12	2,39	20,12	61,77	11,8

Образец № 2 (русловой аллювий р. Оресса). Образец руслового аллювия был отобран у д. Красная Слобода Октябрьского района Гомельской области. При разделении образца № 2 на фракции установлено следующее: преобладают частицы размерностью 2,0-0,1 мм и менее 0,1 мм, при этом фракции, размерностью более 10,0 мм, 10,0-0,5 мм и 5,0-2,0 мм не выявлены. Общая масса исследуемого образца составила 100,3 г (вес после разделения составил 99,52 г, что означает потери грунта в процессе исследования) (таблица 2). По минералогическому составу во фракциях всех размерностей содержаться кварц, полевой шпат и органические остатки приблизительно в равных количествах: порядка от 70 до 90 % – кварц, от 5 до 30 % – полевой шпат.

Таблица 2

Гранулометрический состав русловой фации аллювия р. Оресса

Показатели	**Ситовой анализ**							
	Фракции грунта, мм							
	>10,0	10,0-5,0	5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Вес пробы грунта, г	100,3							
Вес фракции грунта, г	-	-	-	32,3	34,5	71,96	70,82	33,94
Содержание фракции, %	0	0	0	3,51	5,25	39,80	38,75	4,74

Образец № 3 (русловой аллювий р. Ипуть). Образец руслового аллювия был отобран в устье реки Ипуть при впадении в реку Сож на территории города Гомеля. Общая масса взятого образца составила 100 г (таблица 4). При разделении образца № 4 на фракции установлено преобладание частиц размерностью 0,5-0,25 мм (72,65 %), и незначительная часть частиц размерностью белее 0,5 мм – 3,81 %, также выявлены частицы размерностью 0,25-0,1 – 18,18 % и частиц менее 0,1 мм – 5,34 %

По минералогическому составу во всех фракциях были обнаружены зёрна кварца, кремнистые стяжения, большое количество детрита и других органических остатков, а также магматических пород основного состава. Фракция, размерностью 5,0-2,0 мм состоит на 50 % из полевого шпата и на 50 % из детрита. Во фракции с размером частиц 2,0-1,0 мм выявлено 30 % кварца, 35 % детрита и 35 % магматических пород основного состава. Фракция, с размером зёрен 1,0-0,5 мм, содержит 45 % детрита и других органических остатков, 30 % выполнены зёрнами кварца и 25 % магматических пород основного состава. Фракция с размером зёрен 0,5-0,25 мм содержит 3 % кремниевых конкреций, 20 % кварца, 30 % детрита и 47 % магматических пород основного состава. Фракция с размером зёрен 0,25-0,1 мм содержит 50 % кварца, 47 % магматических пород основного состава и около 3 % растительных остатков и детрита. Во фракции, размерностью менее 0,1 мм, было выделено 67 % кварца, 20 % магматических пород основного состава и около 3 % детрита.

Таблица 3

Гранулометрический состав русловой фации аллювия р. Ипуть

Показатели	**Ситовой анализ**							
	Фракции грунта, мм							
	>10,0	10,0-5,0	5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Вес пробы грунта, г	100,1							
Вес фракции грунта, г	-	1,35	-	1,32	1,4	77,45	19,38	5,7
Содержание фракции, %	0	1,26	-	1,24	1,31	72,65	18,18	5,34

Образец № 4 (русловой аллювий р. Уза). Образец руслового аллювия был отобран у д. Уза Гомельского района Гомельской области. Общая масса взятого образца составила 106,8 г (в процессе работы произошли потери грунта, однако погрешность находится в допустимых пределах) (таблица 4). При разделении образца № 5 на фракции установлено преобладание частиц размерностью 0,5-0,25 мм – 72,65 %. Минералогический анализ показал, что преобладающими минералами являются кварц (более 90 % во фракциях размерностью 0,25-0,1 и менее 0,1 мм) и полевой шпат, также отмечено наличие растительного детрита.

Таблица 4

Гранулометрический состав русловой фации аллювия р. Уза

Показатели	**Ситовой анализ**							
	Фракции грунта, мм							
	>10,0	10,0-5,0	5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Вес пробы грунта, г	106,8							
Вес фракции грунта, г	-	1,35	-	1,32	1,4	77,45	19,38	5,7
Содержание фракции, %	0	1,26	-	1,24	1,31	72,65	18,18	5,34

Проведя анализ отобранных образцов и в соответствие с различиями режимов турбулентности водного потока и отличиями формируемых осадочных аккумуляций можно выделить разновидности руслового аллювия. Е.В. Шанцер подразделяет русловой аллювий на: перлювиальный аллювий (не выявлен), аллювий размыва, аллювий прирусловых отмелей и перекатов. Эта классификация лежит в основе генетической классификации руслового аллювия белорусских рек [1].

Таблица 5

Фации руслового аллювия

Образец	**Фация**	**Отличительные признаки**
№ 1 (р. Птичь)	прирусловой отмели	меандрирующая область русла, большое количество органики, хорошоокатанные зёрна
№ 2 (р. Оресса)	прирусловой отмели	слабомеандрирующая область русла, хорошо окатанные зёрна
№ 3 (р. Ипуть)	прирусловой отмели	большое содержание угловатоокатанных зёрен, большое количество органики
№ 4 (р. Уза)	перекатов	русло слабомеандрирующее, хорошоокатанные зёрна, большое количество органики

Проведя лабораторные исследования, были сделаны выводы о составе и строении образцов аллювия, о местах их расположении в пределах русла и проведено соотнесение исследуемых образцов к определённой фации руслового аллювия (таблица 5).

Литература

1. Санько А.Ф. Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси / А.Ф. Санько. – Минск, 2012. – 311 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЕСТВОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПОЗНАНИИ В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИИ НАРРАТИВА А. ДАНТО

В.А. Миронов
Научный руководитель профессор В.Н. Сыров
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Актуальностью данного исследования является возрастающий интерес в философской литературе к применимости гуманитарных методов в естествознании, в частности в геологии. Для того чтобы лучше понимать современные концепции геологического познания необходимо исследовать методологические принципы геологии XIX века, как фундамента возникновения новых наук о Земле. В статье будут рассмотрены взгляды геологов на форму изложения геологических теорий, в особенности на форму повествования, которая, как известно, характерная для художественной литературы, а также для гуманитарной истории. На этом основании нами в качестве методологической базы будет использована методология повествования или, - нарративная методология американского философа А. Данто. Нарративная методология, разработанная и обоснованная во второй половине XX века, является методологией формирования теорий для уникальных, не повторяющихся событий, которым невозможно дать объяснение при помощи строгих законов. Целью данной статьи является исследование нарративного аспекта геологического познания, а также определение границ применимости нарративной методологии в познании Земли.

В концепции А. Данто определяющим понятием является повествование, или рассказ: «Рассказ – это описание, а я бы сказал, объяснение того, как происходило изменение от начала и до конца, при этом и начало и конец являются частями экспланандума[1]» [1]. Несмотря на то, что американский философ, говоря о рассказе, имел ввиду рассказ об исторических событиях, данное определение вполне подходит также и для геологии, целью которой будет являться объяснение геологических событий. «В ходе объяснения ищут, и в идеале находят, именно причину (или набор причин)» - пишет Данто. Используя такое понимания сущности повествования как объяснения, мы можем сказать, что геологическое повествования есть средство выявления причин формирования тех или иных геологических структур, а также всей планеты в целом.

Воспроизводя очередность событий, а также фиксируя характер этих событий, геолог строит свою теорию путем повествования. Данто пишет: «повествование – это структура, налагаемая на события, которая одни события соединяет вместе, а другие исключает, как не имеющие значения». Таким образом, для геолога, имеют значение не все происходившие события на Земле в интересующий его период, а только те, которые послужили причиной формирования геологических тел. Для примера можем привести следующий отрывок из геологического повествования: «На начальном этапе архейской истории на территории платформ происходил интенсивный базальтовый вулканизм, а к концу архея повсеместно наблюдалось образование осадочных пород, формирование гранитных массивов и заложение протогеосинклиналей, заполнение их осадками и переход геосинклиналей в платформенную стадию развития» [2].

В приведенном выше примере геологического повествования важными событиями являются: базальтовый вулканизм, образование осадочных пород, формирование гранитных массивов, заполнение протогеосинклиналей осадками и начало формирования собственно платформ. Остальное, что происходило в период формирования платформ и никак не повлиявшее на их формирование, не должно фигурировать в геологическом повествовании.

Согласно Данто, главным отличием исторического повествования от хроники являются нарративные предложения: «Наиболее общая их особенность [нарративных предложений] состоит в том, что они содержат ссылку, по крайней мере, на два разделенных во времени события, хотя описывают только более ранние из этих событий». Иными словами нарративное предложение описывает прошлое объекта с отсылкой на его будущее, которое также произошло в прошлом относительно исследователя, но позже относительно события. Примером нарративного предложения в геологии может являться следующее предложение из указанного нами выше примера: «переход геосинклиналей в платформенную стадию развития». В данном предложении мы можем отметить ссылку на два разделенных во времени события: развитие геосинклиналей и формирование платформ из геосинклиналей. Это два процесса, разделенных во времени, но описывающее лишь более раннее – развитие геосинклиналей. Таким образом, в этом нарративном предложении мы можем обнаружить элемент объяснения в виде повествования.

Объяснить событие или процессы возможно лишь в том случае, если эти процессы завершены. Следовательно, всякое повествование должно иметь начало, середину и конец. «От рассказов мы ожидаем, что они обладают началом, серединой и концом», - пишет А. Данто. Началом, серединой и концом будет обладать следующее предложение имеющее структуру рассказа: «формирование гранитных массивов и заложение протогеосинклиналей, заполнение их осадками и переход геосинклиналей в платформенную стадию развития». Началом в данном повествовании будет: «формирование гранитных массивов и заложение протогеосинклиналей»; серединой: заполнение протогеосинклиналей осадками, что послужило формированию геосинклиналей; и окончанием этого краткого повествования будет: «переход геосинклиналей в платформенную стадию развития».

В отличие от повествования, в хронике фиксируются события без какой-либо ссылки на ее будущее или на прошлое этого события, в хронике фиксируются, а не объясняются факты. Поэтому хроника, в случае если она проведена корректно и основательно не подвержена никаким изменениям со стороны исследователя, т.е. не

1 Экспланандум – то, что необходимо объяснить.

требует объяснения. Исходя из того, что для правильного объяснения процессов или событий необходимо знать их начало, середину и конец, то «действительные описания [прошлого], которые предлагают читателям историки, всегда подвержены изменениям». Иначе говоря, т.к. те события и процессы, которые объясняет геолог, возможно, еще не завершены, то и наиболее корректно можно будет их объяснить только лишь через определенное время, после которого эти процессы завершатся. Данто на этот счет пишет: «Вся истина о событии может быть открыта лишь позже, а зачастую намного позже самого события, и эту часть истории могут рассказать только историки. Есть нечто такое, что даже самый лучший свидетель не может знать. Чем мы намеренно не снабдили Идеального хрониста, так это знанием будущего».

Но здесь встает вопрос о том, что если в гуманитарной истории процессы и события прошлого с течением времени должны, по объективным причинам, объясняются по-новому, то должны ли изменяться геологические повествования и почему они, как правило, остаются неизменными на протяжении нескольких веков. Ведь если описание прошлого окончательное, то тогда геология - хроника, не имеющая характер объяснения. Но как мы уже показали – геология не является хроникой, а является объяснением геологических процессов с помощью повествования. Такое противоречие может быть объяснено тем, что геологические процессы в большинстве своем могут протекать сотни, тысячи и миллионы лет, человечество еще не может полностью объяснить все происходящее на планете в силу того, что не знает ее будущего, т.е. окончания событий как основания для полного их объяснения. Это касается дрейфа материков, образования горных систем и других глобальных планетарных процессов. То есть геологические изменения на планете протекают гораздо медленнее, чем в обществе, их период протекания слишком велик для человека, и поэтому геологические объяснения событий с помощью повествования остаются по большей части неизменными.

Выводы:

На основе концепции А. Данто мы можем следующим образом охарактеризовать геологическое повествование:

- повествование в геологическом познании является средством объяснения геологических процессов протекавших и протекающих на протяжении тысяч и миллионов лет. «Ключом» к пониманию и объяснению событий прошлого являются современные геологические процессы.

- повествование подразумевает под собой то, что лишь только важные события включаются в повествование. Следовательно, с геологической точки зрения ценной будет только та информация, по которой напрямую или косвенно можно будет судить об особенностях формирования геологических тел.

- методология повествования является главной методологией классической геологии, которая в свою очередь является основанием синтеза всех наук о Земле. Если геохимия, геофизика, геоинформатика и другие смежные с классической геологией дисциплины описывают и характеризуют горные породы и минералы, а также геологические структуры в том виде, в котором они есть сейчас, то классическая геология с помощью методологии повествования объясняет причины именно такой геологической ситуации в изучаемом районе.

- особенность геологического повествования заключается в ее концептуальной малой подверженности к изменениям. Это связано с тем, что геологические процессы протекают крайне медленно и соответственно не завершены, а для полного описания или изменения объяснения необходимо дождаться завершения исследуемого геологического процесса.

Дальнейшие исследования геологического повествования с точки зрения нарративной методологии могут внести существенный вклад в развитие геологии, а также послужить основанием для развития новых компетенций геологов в междисциплинарных и других исследованиях.

Литература

1. Данто А. Аналитическая философия истории. – Перевод с англ. А.Л. Никифорова, О.В. Гавришиной – М: Идея-Прогресс. – 2002. – 292 с.
2. Карлович, И.А. Геология: учебное пособие для вузов.. – 4-е изд., испр. – М.: Академический проект; Гаудеамус. – 2013. – 704 с.

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ТОННЕЛЯ ИСТИКЛОЛ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)

Ф.А. Мухидинов, Ш.А. Одинаев, О.Х. Ниёзов
Научный руководитель старший преподаватель Ф.А. Мухидинов
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Район тоннеля Истиклол под перевалом Уштур расположен в водораздельной части Гиссарского хребта (Центральный Таджикистан) и административно относится к Айнинскому району Согдийской области.

В геологическом строении площади исследований принимают участие терригенные и карбонатные, сильно метаморфизованные толщи среднего и верхнего палеозоя. Среди них наиболее широким распространением пользуются породы нижнего и верхнего силура.

Силурийская система - S_1. Самыми древними геологическими образованиями, которые обнажаются на исследуемой территории, являются отложения раннесилурийского возраста.

Нижнесилурийские отложения, согласно схеме Кашина и А.П. Мерзлякова разделены на 4 свиты [3]:

лябиджойская – (S_1b), шурпазская – (S_1š), ягнобская – (O_2-S_1jaq) и шингская – (S_1šn).

Отложения лябиджойской свиты (S_1b) обнажаются в северной части площади исследований. Контакт отложений этой свиты с окружающими породами везде тектонический. В районе Северного портала отложения этой свиты надвинуты на более молодые отложения лудловского яруса верхнего силура. Общая мощность отложений свиты 164-205 метров.

На сланцы лябиджойской свиты согласно налегают глинистые тонкослоистые известняки мощностью от 3 до 10 метров, серицит-кварцевые и серицит-хлорит-кварцевые сланцы шурпазской свиты (S_1š). Данные отложения развита по обоим бортам сая Оби-Гарма, за пределами трассы тоннеля. Мощность отложений свиты от 180 до 580 метров.

Контакт отложений ягнобской свиты (O_2-S_1jaq) с окружающими породами тектонический. По литологическим признакам отложения свиты расчленены на 2 подсвиты: нижнюю и верхнюю. Отложения нижней подсвиты выходят на поверхность на крайнем севере исследованной территории. Отложения верхней подсвиты слагают борта сая Перевальный и приосевую часть Гиссарского хребта.

Отложения шингской свиты (S_1šn) установлены в центральной части участка Северного портала. Контакт с верхней подсвитой ягнобской свиты тектонический, с вышележащими известняками и доломитами верхнего силура контакты согласные. Отложения свиты представлены тонкоплитчатыми известняковыми сланцами. Установлено два типа разреза: карбонатный и терригенно-карбонатный.

Карбонатный тип разреза представлен серыми и темно-серыми тонкоплитчатыми известняками и известковыми сланцами с карбонатными прожилками как по напластованию, так и вкрест слоев. Мощность их от 5 до 15 см. Общая мощность этого типа разреза достигает до 150 метров.

Терригенно-карбонатный тип разреза представлен темно-серыми с зеленоватым оттенком сланцами, иногда плойчатыми. В них часто встречается хлорит и серицит между зернами кварца. Общая мощность свиты до 350 метров.

Верхнесилурийские отложения (S_2) представлены преимущественно карбонатными толщами лудловского яруса и они широко развиты на южном и на северном склоне Гиссарского хребта и объединены в аргскую свиту. Контакты с нижележащими породами согласные.

А также к этим породам относятся образования D-C и верхнего Pz, которые сохранились на небольших, ограниченных по площади участках [2].

Нерасчлененная пачка. Отложения пачки развиты в центральной части территории, где они согласно залегают на отложениях верхней подсвиты аргской свиты. По своему облику породы пачки отличаются своими светлыми и серыми тонами. Представлены породы скрытокристаллическими, массивными, иногда полосчатыми доломитизированными известняками. Мощность отложений пачки до 150 метров.

Нерасчлененный участок. Разрез начинается зеленовато-серыми, серо-зелеными, серицит-хлоритовыми, серицит-хлорит-кварцевыми сланцами, с жилами и линзами кварца по слоистости мощность от 10 - 15 см до 40 см в раздувах. Далее вверх по разрезу наблюдается частое переслаивание серых с зеленоватым оттенком кварц-хлорит-серицитовых, зеленых хлорит-кварцевых, темно-серых серицит-кварцевых и разлистованных серицитовых сланцев. Мощность отложений пачки до 350 метров.

Каменноугольная система представлена майхуринской свиты (C_1mh). Отложения этой свиты выходят на поверхность на крайнем юге исследованной территории. Контакт с нижележащими образованиями тектонический. Представлена свита черными углисто-глинистыми, иногда, разлистованными сланцами. В толще сланцев отмечаются прослои буровато-серых, серых крупнозернистых песчаников мощностью до 4 - 5 метров, черных слоистых известняков, среднегалечных и крупногалечных конгломератов. Общая мощность отложений свиты 500 - 700 метров.

Магматические породы встречаются в небольших выходах на юге района. Эти породы преимущественно кислого и основного составам рядом слагают небольшие по размерам интрузивные тела и весьма редко представлены межпластовыми интрузиями. Отложения C_2-C_3 представлены преимущественно кислыми (гранитами) и основными (базальтами) породами. Они слагают небольшие интрузивные тела, которые в них иногда наблюдается межпластовые интрузии.

Комплекс четвертичных отложений различного генезиса плащеобразно перекрывает коренные породы палеозойского возраста и имеет ограниченное распространение.

Четвертичные отложения на исследуемой территории являются подчиненными образованиями современных горных областей, которые характеризуются разнообразием генетических типов.

Рыхлые образования, покрывающие склоны и заполняющие речные долины, разделяются на делювиальные, осыпные, пролювиально-осыпные, ледниковые и аллювиальные отложения.

Делювиальные отложения – (dl), широко распространены на левом борту сая Перевальный. Представлены они щебнисто-дресвяным материалом с супесчаным и суглинистым заполнителем. Мощность их достигает 10-15 метров.

Осыпные отложения – широко развиты по бортам сая Северный и по правому борту сая Перевальный. Эти отложения слагают осыпные шлейфы у подножий крутых скалистых склонов.

Представлены они щебнистым материалом с включением глыб и с малым количеством супесчаного заполнителя. Мощность отложений достигает 10 метров.

Пролювиально-осыпные отложения – распространены в верхних частях склонов боковых притоков сая Северный. Отложения представлены щебенистым материалом с супесчаным заполнителем. Мощность этих отложений от 1 до 10 метров.

Ледниковые отложения – наиболее широко распространены в приустьевой части сая Северный и в долине реки Оби-Агба. Представлены, в основном, глыбовым материалом и крупно-щебенистым материалом с редкими прослоями галечника и суглинка, мощностью до нескольких метров.

Аллювиальные отложения. Эти отложения голоценового возраста. Слагают они русло и пойму сая Северный и реки Оби-Агба. Представлены они, в основном, галечниковым материалом с примесью гравия и валунов с песчаным заполнителем. Мощность отложений по геофизическим данным до 25 метров. Мощность четвертичных отложений колеблется от 10 до 100 метров.

В тектоническом отношении исследуемый район расположен в пределах Центрально-Гиссарской структурно-фациальной зоны, входящей в состав Южно-Тянь-Шаньской геосинклинальной области. В пределах рассматриваемого участка выделяется нижний структурный этаж, сложенный терригенно-карбонатными породами силура и низов девона. Контакты между отдельными свитами силурийских пород, за редким исключением, везде тектонические. Предыдущими исследованиями в пределах нижнего структурного этажа выделялся ряд складчатых структур. К ним относятся казнокская синклиналь и гиссарская антиклиналь: последняя непосредственно развита в пределах Северного портала [1, 4].

Гиссарская антиклиналь протягивается в субширотном направлении и имеет тектонический южный контакт с казнокской синклиналью. Азимут простирания этого контакта 270-280^0 с углом падения 82-90^0 и вертикальной амплитудой смещения в несколько сот метров. Мощность зон дробления пород на контакте не менее 30 - 50 метров. Разрывные нарушения меньших порядков с амплитудами смещения до первых сотен метров разбивают всю складчатую структуру на ряд блоков, образуя блоковое строение всего массива. Мощность зон дробления для этих нарушений не превышает 1-5 метров и лишь на одном участке вскрыта разведочной штольней, зона тектонического дробления и закарстованности пород мощностью до 50 м. В пределах блоков встречаются еще более мелкие разрывные нарушения с амплитудами смещения в несколько десятков метров и мощностью раздробленных пород до 1м. По данным Мерзлякова А.П. размах крыльев Гиссарской антиклинали превышает 1,8 километров [3].

Зоны тектонических нарушений формировались в герцинский этап тектогенеза и классифицируются как взбросы и сбросы. В плане линии взбросов и сбросов имеют различную длину и характеризуются прямолинейностью, простираясь в соответствии с направлением оси складки. В большинстве случаев все зоны имеют крутые падения, вплоть до вертикальных углов (80-85^0). В современном рельефе крупные взбросовые и сбросовые структуры выявляются в виде обрывистых и линейно вытянутых гряд, а также в виде ступенчатого строения речных долин [1].

Помимо разрывных нарушений различных порядков, существенную роль на обводненность и устойчивость массива играет тектоническая трещиноватость. В целом в пределах различных комплексов пород выделяется от 7 до 9 систем трещин. Протяженность их от долей см, до нескольких метров. Ширина - от долей мм до 10 - 12 см. В одних случаях трещины выполнены кальцитом и кварцем, в других - открыты и промыты водой, в третьих - присутствует глинистый и песчаный материал.

Таким образом, сложное геологическое строение, большие амплитуды новейших тектонических движений, породившие интенсивную деятельность экзогенных процессов, обусловили разнообразие форм рельефа, как по внешнему облику, так и по происхождению. Кроме того, в формировании рельефа района современные отложения играют важную роль, и они представлены отложениями: делювиальными, делювиально-солифлюкционными осыпными, оползневыми, лавинно-пролювиальными, пролювиально-осыпными, ледниковыми и элювиальными.

Литература

1. Бабаев А.М. Новейший тектогенез зоны сочленения Гиссаро-Алая и Таджикской депрессии // Дониш. – Душанбе, 1975. – 151 с.
2. Инженерно-геологической съемке транспортного тоннеля под перевалом Уштур, / Отчет ГПИИ «Таджкгипротрансстрой». – Душанбе, 1973. – 141 с.
3. Мерзляков А.П. Отчет Марзичской партии «О результатах генетических исследований Джижикрутского рудного района» / А.П. Мерзляков.– Душанбе, 1973.– 120 с.
4. Таджибеков М. Внутригорные впадины Гиссаро-Алая в новейшем этапе геологического развития / Дониш.– Душанбе, 2006. – 258 с.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОДЫ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ ПОД ПЕРЕВАЛОМ ЧОРМАГЗАК

Ф.А. Мухидинов, Ш.А. Одинаев
Научный руководитель старший преподаватель Ф.А. Мухидинов
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Таджикистан занимает своеобразное (тупиковое) положение в Центрально-азиатском регионе, его территорию практически целиком занимают горы, где автодороги являются едва ли не единственными связывающими коммуникациями между населёнными пунктами, поэтому становится очевидным, необходимость в строительстве новых и реконструкции старых автодорог, отвечающих современным требованиям и функционирование, которых не завесило бы от капризов погоды.

Тоннель под перевалом Чормагзак расположен в Вахдатском районе (северный портал) и Норакском районе (южный портал) в 39 км Юго-Восточнее г. Душанбе на склоне Вахшского хребта. Общая протяженность тоннеля составляет 4430 метров [1].

В геологическом строении района принимает участие мезозойско-кайнозойские комплексы осадочных пород – юрские, меловые и палеогеновые отложения.

Юрская система представленна гаурдакской свитой (J_3gr) с выходами соляно-гипсовых тел, прорывающих толщу мезозойско-кайнозойских отложений. Общая мощность свиты составляет 130-200 м. Кроме того в районе исследования выделяются нижний и верхний отделы меловой системы. К нижнему отделу относятся: нижняя-верхняя яванская подсвита, кызылташская, каракузская, мингбатманская и лятобандская свиты. Нижний отдел представлен нижнеяванской подсвитой (K_1jv_1). Мощность отложения в Вахшском хребте от – 140 до 338 м. Верхнеяванская подсвита (K_1jv_2) сложена переслаивающимися пластами красно-бурых и темно-бурых глин и алевролитов с мелко- и тонкозернистых песчаников той же окраски. Мощность подсвиты в районе довольно хорошо выражена в северной части площади в пределах 80-100 м. Отложения кызылташской свиты (K_1kz) представлены мощной толщей красновато-бурых песчаников. Мощность отложений в районе колеблется от 126 до 300-338 м. Каракузская и мингбатманские свиты (K_1kr-mn) сложены однообразной толщей переслаивающихся пластов красноцветных песчаников и глин. Мощность (объединенная) свит составляет 115 м. Лятобандская свита (K_1lt) представлена зеленовато-серыми, красно–бурыми глинами; зеленовато–серыми мергелями, доломитами, известняками и красно–бурыми песчаниками. Мощность свиты составляет 115–180 м. В отложениях верхнего мела участвуют все ярусы. Сеноманский ярус (K_2cm) делится на две части: нижнюю и верхнюю и представлен глинами и песчаниками тёмно–серого, красновато-бурого цвета с прослоями белых гипсов, серых известняков и алевролитов. Общая мощность сеноманского яруса 300-350 метров. Туронский ярус (K_2t) представлен однообразной толщей тёмно-серых глин с редкими прослоями голубовато-серых мергелей, известняков и гипса с мощностью от 250-290 м. В районе тоннеля отложения коньякского яруса (K_2cm) представлены переслаиванием зеленовато-серых известковых глин и мергелей. Мощность отложений колеблется от 100 до 200 м. Отложения сантонского яруса (K_2s) повсеместно в районе расчленяются на две пачки: нижнюю – морскую и верхнюю – лагунную и они представлены морскими известняково-глинистыми, красновато–бурыми глинами, алевролитами и мергелями. Общая мощность сантонского яруса в пределах района от 60 до 160 м. Кампанский ярус представлен глинами зеленовато-серыми с прослоями серых известняков и песчаников. Мощность их варьирует от 50 до 90 м. Маастрихтской ярус представлены известняками, серыми, зеленовато–серыми и розовыми доломитами. Мощность отложений составляет 160 м.

В пределах района исследования палеогеновые отложения имеют широкое распространение и представлены нижним и средним отделом. К нижнему отделу относится акджарские, бухарские и сузакские слои. Акджарские слои (P_1ak) – представлены толщей лагунных осадков, нижняя часть которой слагает пачки глин, переслаивающихся с алевролитами. Верхняя часть акджарских слоев представлена белыми массивными гипсами. Мощность слоев колеблется в пределах от 30 до 130 м. Бухарские слои (P_1bh_1) представлены серыми иногда белыми известняками. Изредка встречаются тонкие прослои белых доломитов и тёмно-серых мергелей. Мощность отложенный бухарских слоев 150–170 м. Сузакские слои (P_1sz) представлены монотонной толщей серых, зеленовато–серых, часто известковых, не яснослоистых глин с прослоями мергелей и глинистых известняков. Мощность слоев изменяется в пределах от 25 до 77 м. К среднему отделу палеогена (эоцену) относятся: алайские, туркестанские, риштанские, исфара-ханабадские и сумсарские слои. По литологическому составу алайские слои (P_2al) делятся на три пачки; нижняя, средняя и верхняя. Эти пачки представлены известковистыми глинами, мергелями, известняками, доломитами, мергелями и серыми глинами с прослоями белого гипса и серого песчаника. Общая мощность алайских слоев 270-300 м. Туркестанские слои (P_2tr) – представлены серыми, зеленовато–серыми, известковистыми глинами с редкими прослоями серых известняков и мергелей. Мощность отложений 80-100 м. Риштанские слои (P_2rs) делятся на две пачки – нижнюю и верхнюю. Нижняя пачка (P_2rs_1) сложена в основании (2-3 м) переслаиванием серых мелкозернистых песчаников, серых алевролитов и глин. Мощность отложений нижней пачки колеблется 30-35 м. Верхняя пачка (P_2rs_2) представлены переслаиванием коричневых, бурых неслоистых песчаников, алевролитов и глин с редкими прослоями белых сахаровидных гипсов. Мощность верхней пачки 100-135 м. Исфара-ханабадские слои (P_2is-P_2hn). Это толща зеленовато–серых, серых глин (до 0,5 м) с прослоями известняков, мергелей и песчаников. Мощность отложений этих слоев на севере района составляет 50–115 м, к югу увеличивается до 130-142 м. Сумсарские слои (P_2cm) представлены двумя частями, и сложена коричневыми глинами с редкими прослоями глинистых известняков а также с прослоями бурых глин и песчаников. Мощность сумсарских слоев меняется от 40 до 90 м.

В результате проведенных геологических работ и полученных данных выявлено, что горизонт тоннеля представлен морскими и континентальными образованиями мела и палеогена, представленными известняками, доломитами, мергелями, песчаниками, глинами, аргиллитами и гипсами [3]. Грунты, по которым проходит автодорожный тоннель имеют, различный возраст, генезис и отличаются различными физико-механическими свойствами (таблица).

Таблица физико-механических свойств грунтов

Наименование грунта (полевое определение)	Плотность, г/см³ при влажности 0%			Пористость	Rc (одноосное сжатие в сухом состоянии)	Rc (одноосное сжатие водонасыщ)	Размягчаемость	Водопоглощение (%)
	частиц грунта	Плотность грунта	Расчетная в водонасыщенном состоянии					
					Мпа	Мпа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Песчаники								
макс	2,900	2,890	2,893	0,160	120,03	67,23	0,88	3,89
мин	2,300	2,134	2,221	0,003	3,750	2,963	0,108	0,141
Среднее значение	2,553	2,481	2,509	0,028	27,454	17,367	0,518	1,170
Известняки								
макс	2,910	2,880	2,890	0,058	54,045	27,526	1,019	2,950
мин	2,420	2,280	2,338	0,008	8,800	7,692	0,296	0,140
Среднее значение	2,563	2,483	2,515	0,032	26,183	16,839	0,627	1,112
Мергели								
макс	2,910	2,890	2,897	0,057	33,382	23,462	0,935	6,060
мин	2,410	2,300	2,346	0,007	21,368	17,308	0,703	0,000
Среднее значение	2,618	2,545	2,574	0,029	24,980	20,189	0,825	1,938
Доломиты и аргиллиты								
Доломиты	2,580	2,550	2,562	0,012	8,1			0,46
Аргиллиты	2,689	2,040	2,281	0,241	0,3			

Из таблицы видно, что параметры несущей способности песчаников на одноосное сжатие изменяются от 4 МПа до 120 МПа в сухом состоянии и от 3 МПа до 67 МПа в водонасыщенном состоянии. У известняков несущей способности грунтов тоже резко меняется от 9 МПа до 54 МПа в сухом состоянии и от 7 МПа до 27 МПа в водонасыщенном состоянии [2].

Отложения мергелей на всем протяжении тоннеля обладают сравнительно однородными свойствами.

Доломиты и аргиллиты - это породы с низкой несущей способностью. Породы с низкой несущей способностью встречаются в местах тектонических нарушений, где породы (песчаники, известняки) раздроблены продольными и поперечными трещинами. Блоки, которые сложены известняками верхнего мела и палеогена, характеризуются средними физико-механическими свойствами и сравнительно высокой прочностью и устойчивостью. Зоны, которые сложены песчаниками нижнего мела, обладают средними физико-механическими параметрами и относительно хорошей устойчивостью. Блоки, сложенные глинами, аргиллитами, гипсами, характеризуются низкими показателями физико-механических свойств. Обводненность участков развития глинистых пород незначительна, подземные воды в них приурочены к зонам разрывных нарушений и отдельным прослоям трещиноватых известняков и песчаников.

Песчаниками нижнего мела и известняками верхнего мела и палеогена, характеризуются средними физико-механическими свойствами и сравнительно высокой прочностью и устойчивостью.

В результате проведенных работ можно сделать следующие выводы: с целью устойчивости пород слабых грунтов, которые могут находиться в водонасыщенном состоянии (аргиллиты, алевролиты), можно укрепить их грунтоцементными горизонтальными сваями d=400-500 мм; благодаря использованию технологии струйной цементации можно создать протяженные защитные экраны вокруг и в теле тоннеля в условиях ограниченного пространства горных выработок; нужно отметить, что в целом, при принятии конкретных конструктивных решений по каждому участку проходки тоннеля в зависимости от инженерно-геологических условий, породы имеют благоприятное геологическое и гидрогеологическое условия построенного транспортного тоннеля под перевалом Чормагзак.

Литература

1. Иброхимов А., Фаромарзи М., Содиков М.М. Отчет «Геологическое картирование горизонта автодорожного тоннеля. Чормагзак» // пос. Сомониён. Душанбе, 2013. – 84 с.
2. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механики грунтов // М.: Недра, 1975. – 302 с.
3. Чуринова М.В. Справочник по инженерной геологии // Издательство «НЕДРА» Москва, 1968. – 540 с.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕДЕВОНСКОГО РИФОГЕННОГО МАССИВА КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ (КАРЬЕР «ЛЕБЕДЯНСКИЙ»)

А.М. Назарова
Научные руководители доценты М.И. Шаминова, И.В. Рычкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории юго-востока Западной Сибири в породах палеозойского комплекса выявлено более 30 залежей нефти и газа. Основная их часть связана с девонскими рифогенными образованиями [2]. На поверхность фундамент молодой Западно-Сибирской платформы выходит только в отдельных местах. Для прослеживания серии рифогенных массивов, а также реконструкции фациальных условий осадконакопления и оценки перспектив нефтегазоносности отложений девона были детально изучены литолого-петрографические и геохимические особенности известняков в карьере «Лебедянский».

Лебедянский карьер расположен на правобережье р. Алчедат, на южной окраине с. Лебедянского Анжеро-Судженского района Кемеровской области. Здесь в ядре пологой антиклинальной складки залегают массивные рифогенные известняки верхней части мазаловско-китатской свиты и нижней части алчедатской свиты. По фауне кораллов, мшанок и брахиопод породы имеют живетский возраст среднего девона [1]. Этими отложениями сложен массив сложнодислоцированных палеозойских пород Колывань-Томской складчатой зоны, входящей в состав Алтае-Саянской складчатой области.

Породы среднего девона, вскрытые в карьере, представляют собой одно из немногих мест в Западной Сибири, где они выходят на дневную поверхность. Решение вопросов, связанных с реконструкцией фациальных обстановок, а также с проявлением битуминозности девонских отложений Колывань-Томской складчатой зоны, может существенно повлиять на оценку перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов Западной Сибири [5].

На данный момент карьер представляет собой открытую горную выработку с размерами 400х500 метров, в котором вскрыты серые, темно-серые и светло-серые карбонатные породы. В центральной части карьера отмечается тектоническое нарушение, сопровождаемое трещиноватостью и дроблением пород, присутствием глинок трения. Породы в этой части карьера отличаются темными окрасками и повышенной битуминозностью.

Среди отложений данного карьера с помощью петрографических исследований были выделены следующие петротипы [4]:

1. Известняки, серые, рифогенные (баундстоуны), на отдельных участках перекристаллизованые (с укрупнением зерен) (рис. 1). Данные известняки автохтонные, из группы биолитов, первичные компоненты их связаны организмами в процессе литификации; содержат скелетные фрагменты в положении роста, с развитием органогенного каркаса и полостей между скелетами, выполненных микритом, детритом и их смесью. В породах встречаются обломки морской фауны: табуляты рода Thamnopora sp. (рис. 1), морских лилий и морских ежей. Редко встречается раковинный детрит (скелетная органика) в виде тонких изогнутых лент (в срезе шлифа) (рис. 2) [3]. Данную коллекцию фауны впервые изучал Халфин Л.Л. в 1959 г.

2. Известняки песчанистые детритовые плотные серые (рудстоун). Данные известняки аллохтонные из группы биокластитов, содержащий более 10% зерен размером 2 мм, с плотной упаковкой компонентов. В породах встречаются обломки двустворчатых моллюсков (рис. 3) криноидей и мшанок.

На определенных участках встречаются известняки перекристаллизованные с укрупнением зерен, с образованием чистых идиоморфных кристаллов кальцита до нескольких миллиметров.

Преобладающая часть карбонатных осадков образовалась в условиях теплой, мелководной морской среды, с высокой прозрачностью воды. Образование карбонатов рифового массива «Лебедянский» - процесс существенно автохтонный.

Для определения минерального состава использовались методы: прокрашивание ализариновым красным, петрографический, рентгено-структурный анализ и микрозонд. Результаты свидетельствуют о высокой «чистоте» состава карбонатных пород. Более 90% пород сложено кальцитом, к участкам битуминизации приурочены единичные зерна доломита и кремнистых минералов (халцедона и кварца).

Карьером, очевидно, вскрыта центральная и периферийная части рифа. Центральная часть рифа представлена: а) выделенными петротипами (баундстоун) - относительно «чистыми» по химическому составу породами, обусловленными гидродинамическими условиями формирования органогенной постройки; б) среди фауны распространены преимущественно кораллы. Периферийная часть рифа представлена: а) выделенными петротипами (рудстоун) - «запесоченными» известняками, образование которых обусловлено активными гидродинамическими условиями, с внесением терригенной составляющей; б) наличием неприхотливых животных, биофильтраторов (среди фауны распространены преимущественно брахиоподы, мшанки, пелециподы).

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

Карбонатные породы, вскрытые карьером, подвергались тектоническим дислокациям. К зонам

разуплотнения и трещиноватости приурочены битумоиды смолисто-асфальтенового состава, вокруг которых отмечаются ореолы более легких битумоидов, что свидетельствует о миграции из трещин в породы. Очевидно, поступление углеводорода было неоднократным. На отдельных участках рифа сохранились карманообразные коры выветривания, представленные преимущественно светлыми рыхловатыми карбонатными породами, иногда раздробленными, с включениями обломков черных аргиллитов с повышенным содержанием P_2O_5, в отличие от кор выветривания, развитых в известковых карьерах «Подломск» и «Камень» в Томской области, где в выветрелых породах широко развиты гидрослюды железа.

Таким образом, в среднем девоне восточная часть Колывань-Томской складчатой зоны представляла собой мелководный нормально-соленый морской бассейн, в котором шло формирование рифогенного массива, породы которого могли бы служить коллектором нефти и газа в случае сохранения надежных покрышек.

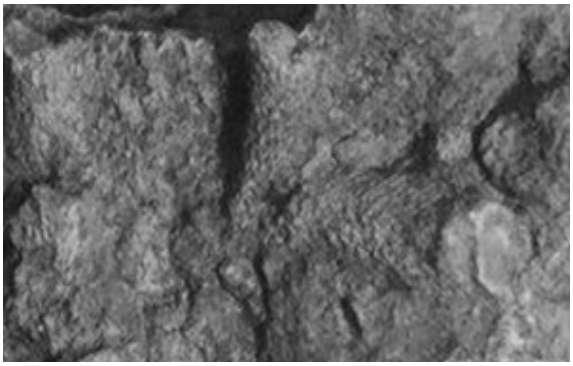


Рис. 1. Известняк биогермный (баундстоун) с колониями тамнопород



Рис. 2. Колония тамнопорид

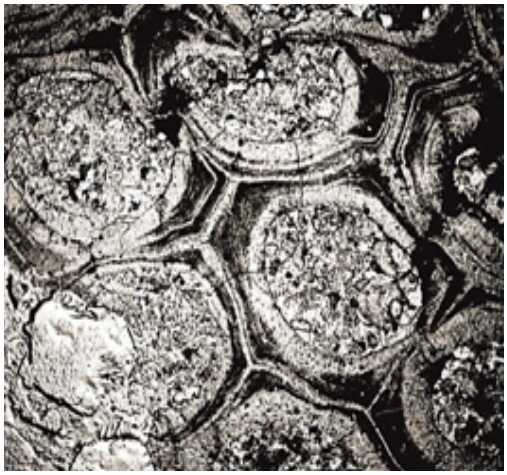


Рис. 3. Микроструктура стенок раковин двустворчатых моллюсков (поперечное сечение)

Литература

1. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – С. 84.
2. Комаров А.В. Состояние минерально-сырьевой базы Томской области: Материалы научно-практической конференции. Новосибирск, 2004. – С. 274 – 280.
3. Сосновская О.В., Перфилова О.Ю.. Основы палеонтологии, общая стратиграфия. Окаменелости в шлифах: учебно-методическое пособие. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 28 с.
4. Типовые разрезы пограничных отложений среднего и верхнего девона, франского и фаменского ярусов окраин Кузнецкого бассейна. (Материалы V выездной сессии комиссии МСК по девонской системе, Кузбасс, 16-29 июля 1991 г.) Новосибирск, 1992. – 136 с.
5. Шаминова М.И., Рычкова И.В., Поцелуев А.А., Корчуганов Я.Ю. Новые данные о специфических условиях формирования турнейских отложений Колывань-Томской складчатой зоны / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 3. – С. 16-22.

АНАЛИЗ СТАДИЙНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ РЕКИ БАСУ НА ПРИМЕРЕ КУЛМАСОВСКОГО УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА

Л.Р. Низамова, Н.С. Сагдеева
Научный руководитель ассистент А.М. Фархутдинов
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Цель данного исследования – определение стадий образования речной долины р. Басу и изучение основных рельефообразующих процессов. Комплекс проведенных исследований является продолжением ранее выполненных работ на территории – на данном полигоне проходила геологическая практика студентов по геологическому картированию в течение последних 7 лет. За это время был накоплен широкий теоретический и практический материал: в виде отчетов, составленных карт и т.д.

В качестве исходного материала были использованы топографическая карта масштаба 1:50000, геологические отчеты по району и данные наблюдений учебных геолого-съемочных практик студентов кафедры геологии и геоморфологии Башкирского государственного университета.

В географическом плане полигон расположен в республике Башкортостан, на границе Архангельского и Белорецкого районов, вблизи деревни Кулмас. Гидрография района представлена рекой Басу и её притоками: Манайсу, Сиэкбал, Сийтьелга, Биклкмыш, Улуелга. Самой крупной рекой в районе является р. Басу. Ширина ее русла незначительна, глубина до 1,5 м. Пойма, шириной 100-250 м, заросшая и заболоченная. Дно водотоков обычно галечниковое, галечно-песчаное, в некоторых местах представлено аккумулятивными осадками (глинами).

Большая часть территории листа принадлежит Уральскому горному сооружению, в частности зоне кряжа. Согласно принятой схеме геоморфологического районирования, в зоне кряжа на данной территории выделяется район приподнятых горных массивов Южного Урала. Районы сложены в различной степени дислоцированными породами докембрия, структурный план которых во многом предопределил особенности геоморфологического строения.

Особенности территории изучения обусловлены уникальным расположением Республики Башкортостан: как на платформе, так и в складчатой горной области. Конкретно Кулмасовский полигон находится в переходной зоне – в Предуральском прогибе. На востоке территория граничит с районом приподнятых горных массивов, на западе – с денудационной равниной Предуралья. Кроме того, рельеф предопределен и геолого-структурными особенностями района. Переход от горного сооружения к равнине создает условия для наиболее активного проявления эрозионно-денудационных процессов, что приводит к интенсивному «разъеданию» поверхностей [3]. В результате образуется своеобразный рельеф, характеризующийся наличием узких гребнеобразных возвышенностей, сложенных прочными породами, чередующихся с участками более низкого увалистого рельефа. Хребты и разделяющие их ложбины имеют субмеридиональную или северо-восточную ориентировку, согласную с ориентировкой пликативных и дизъюнктивных деформаций коренного субстрата, представленного карбонатно-терригенными комплексами возрастного диапазона – от позднего рифея до венда. Это субаркозовые и гравийно-галечниковые толщи аллювиального генезиса и аркозово-граувакковые отложения позднего венда, подверженные метаморфизму [2, 4].

Вершинные поверхности гребней на территории достигают высоты 578 м, в то время как высоты разделяющих их увалистых пространств не превышают 400-550 м (рис. 1). Гидросеть разветвленная, с древовидным рисунком. Средняя плотность гидросети составляет 0,6 км на 1 км^2. Долины врезанные V-образные, с крутыми бортами.

На территории выделяются следующие типы рельефа:

1. Денудационный.
2. Эрозионно-денудационный.
3. Аккумулятивный.

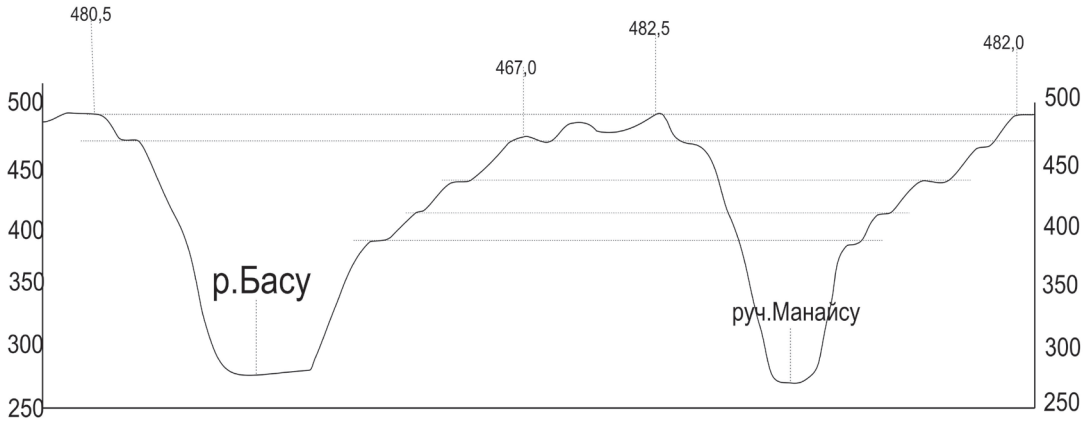


Рис.. Геоморфологический профиль полигона

Четвертичные отложения, слагающие основную массу речных террас, представлены аккумулятивными отложениями рек, а именно - галькой разной размерности (от 0,3 см до 40 см). Галька сложена песчаником, кварцем и глауконитом, известняками, кремнием и доломитом. Разрез четвертичных отложений представлен на берегу р. Басу, высота – 1,5 м. Данный разрез четвертичных отложений нестабилен, так как происходит выклинивание некоторых слоев. На некоторых участках четвертичные отложения перекрыты делювиальным шлейфом. В районах быстрого течения размерность гальки увеличивается.

При изучении территории и его картировании работа проходила в 3 этапа: предполевой, полевой и камеральный. Во время предполевых работ заранее изучали всю литературу на данную тематику, отчеты, карты, разрезы, составляли маршруты на следующие дни. В ходе полевого этапа ходили по заранее намеченным маршрутам, зарисовывали объекты, замеряли элементы залегания, наносили все данные на карту и отбирали образцы горных пород. Камеральный этап предполагал анализ собранной за день информации, интерполяцию и увязку границ, определение структурного плана района и построение геологической карты территории в электронном виде [1].

Исходя из вышеизложенного, мы можем сделать заключение о том, что специфика рельефа предопределена с одной стороны преимущественным развитием в регионе устойчивых к выветриванию, достаточно «крепких» пород, с другой – активными неотектоническими восходящими движениями, которые не успели компенсироваться эрозией.

Литература

1. Геологическое картирование / Под ред. Швецова П.Н. Уфа: БашГУ, 2006. – 112 с.
2. Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей Западного склона Южного Урала (классические
3. разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы) / Том I, IV. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. – 351 с.
4. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). МСК / Екатеринбург, 1993.
5. Швецов П.Н. Нижний и средний рифей западного склона Башкирского Урала // Автореф. Дисс. канд. геол.-минер. наук. - Казань, 1975. – 30 с.

О ВОЗРАСТЕ ВЕРХНИХ ЯРУСОВ ПАЛЕОЗОЯ ЮЖНОГО СКЛОНА ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (НА ПРИМЕРЕ ЗИДДИНСКОЙ ВПАДИНЫ)

Ш.А. Одинаев

Научный руководитель профессор М.Т. Таджибеков

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Зиддинская впадина расположена на южном склоне Гиссарского хребта в верхнем течении реки Варзоб. В структурном отношении впадина расположена в тектоническом грабене, называемым Зиддинским и ограниченна с севера Анзобским взбросом, а с юга – Главным Гиссарским разломом.

В геологическом строении Зиддинской впадины принимают участие различные по составу и возрасту породы. В периферийных частях основная роль принадлежит отложениям палеозоя; в центральных ее частях, наряду с палеозойскими образованиями, широко развиты MZ-KZ породы. На палеозойских отложениях с отчетливо выраженным угловым и стратиграфическим несогласием залегают отложения верхнего мезозоя и кайнозоя. Породы триасового и юрского возраста отмечаются фрагментарно. Разрезы MZ-KZ отложений однотипны в пределах Зиддинской долины.

Результаты геологических исследований района показывают, что рельеф описываемого района формировался в соответствии с общими закономерностями новейшего тектогенеза. Новейшие движения, создавшие структуру Гиссаро-Алая, во времени имели неравномерное проявление. Такой ход развития неотектонического процесса выразился в вертикальной ярусности рельефа. Морфологически ярус рельефа представляет террасовидную поверхность эрозионного или эрозионно-денудационного происхождения в сочетании с прилегающим склоном. Каждый ярус подразделяется на подъярусы, отражающие малые циклы эрозионного расчленения территории. Ярусность рельефа имеет региональный характер, причем каждому ярусу рельефа соответствует комплекс коррелятных отложений [1, 2].

По полученным ранее данным рельеф водораздельной поверхности Гиссарского хребта не древнее позднего плиоцена-раннего плейстоцена. В связи с этим, возраст верхнего яруса рельефа условно принимается как N_2^3–Q_1, среднего – Q_2, и нижнего – Q_3.

Фрагменты домезозойского пенеплена сохранились в Зиддинской впадине под плащом MZ отложений. В Зиддинской впадине поверхность палезойского фундамента слагают различные по возрасту и составу породы. Вверх по долине р. Зидды, в левом ее борту напротив сел. Обихирф, в строении палеозойской толщи присутствуют породы бачаульдинской свиты (C_2bč), которые прослеживаются по левому и правому бортам долины. Вышеуказанные породы нередко образуют отвесные, труднопроходимые обрывы. Состав свиты довольно разнообразный: известняки, известняковые конгломераты, конгломерато-брекчии, известняковые песчаники с прослоями, линзами и желваками кремней, линзами бокситов и бокситоподобных пород.

Одной из характерных особенностей бачаульдинской свиты является присутствие в ее составе конгломератов, гальки карбонатного состава. В нижней и в верхней частях разреза встречаются, в основном, грубообломочные

породы. Мощность свиты около 400 м. Палеозойский цоколь по левому борту р. Зидды бронируется нижнемеловыми базальными конгломератами K_1ks и представлена гравийно-галечными отложениями и песчаниками. В нижней части разреза основное распространение получают конгломераты и гравелиты, в верхней – песчаники. Свита характеризуется характерной буровато-коричневой окраской. На подстилающих отложениях толща залегает с отчетливо выраженным угловым стратиграфическим несогласием. Мощность свиты 30-35 м.

По правому и левому борту реки в основании меловых отложений залегают отложения коры выветривания условно P-T возраста, которые располагаются на высоте 1950-2030 м. Породы указанного возраста обнажаются восточнее кишл. Обихирф и представлены сильно раздробленными, красновато-бурыми сланцами и кремнистыми породами, сероцветными мукоподобными образованиями, слегка слоистыми в верхней части разреза. Породы сильно ожелезнены и трещиноваты, трещины заполнены пропластками гематита. Выше указанного пункта, по левому борту основной долины, развиты отложения дарахтисурхской свиты ($C_{2-3}dh$). Они представлены алевролитами, песчаниками, гравелитами и конгломератами серого и темно-серого цвета и перекрываются породами K_1ks, а также образованиями латеритной коры выветривания мощностью от 10 до 100 м. По саю Обиборик породы свиты пересечены дайками порфиритов серого и темно-зеленого цвета. Мощность отложений 50-100 м. В рельефе отложения сангальтской свиты (C_1sg), которые представлены плотными известняками как правило, образуют отвесные обрывы. Мощность свиты 100-150 м. Поверхность пород сангальтской свиты перекрывается конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, углистыми сланцами и каменными углями юрской системы развитыми в долине р. Сангальт и восточнее, а также на водораздельной части правого борта р. Ахрут. Следует отметить, что на тех участках, где палеозойский цоколь выведен на поверхность, его не следует отождествлять с древним пенепленом, поскольку он сформирован после размыва отложений мезозоя-кайнозоя.

Предорогенная поверхность выравнивания (P_3–N_1) сохранилась лишь в северном борту характеризуемой впадины, где она перекрыта отложениями орогенического неоген-четвертичного комплекса. На южном борту донеогеновая поверхность уничтожена позднейшими эрозионно-денудационными процессами. Отложения неогенового возраста прослеживаются вдоль правого борта р. Зидды. Особенно широкое распространение они получают к северу от кишлаков Зидды и Камадон и в районе родника Ходжа-Сангхок. Неогеновые отложения Зиддинской долины имеют двухчленное строение (N_1zv-N_2gz).

Они в основном представлены песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами, сильно песчанистых глин. Ближе к кровле песчаной толщи наблюдается прослои и линзы гравелитов и мелкогалечных конгломератов. Общая мощность свит составляет 170 м.

К верхнему ярусу (N_2^3–Q_1) относятся наиболее древние элементы современного рельефа. Это остатки рельефных форм позднеплиоценово-раннеплейстоценовой эпох. В связи с высокой интенсивностью эрозионно-денудационных процессов элементы более древних уровней не сохранились. Основными морфоструктурными элементами рассматриваемой территории являются поднятия (Гиссарский хребет, горы Санги-Навишта, Осман-Тала) и, собственно Зиддинская впадина в ее тектоническом понимании, ограниченная Анзобским взбросом и Главным Гиссарским разломом. Геоморфологический репер находится в пределах Гиссарского хребта на абсолютных высотных отметках 3600-4400 м, а в горах Санги-Навишта и Осман-Тала – 3700-4400 м. В центральной части впадины минимальная абсолютная отметка этой поверхности достигает 2700-2800 м. Здесь поверхность нижнего плейстоцена реконструирована на основании анализа мощностей мезозойских и неогеновых отложений. Характеризуемая поверхность на водоразделах хребтов, окружающих впадину выработана на палеозойских образованиях. Наклон поверхности увеличивается с севера и с юга к центру впадины. Рассматриваемая поверхность в центральной части впадины деформирована больше по сравнению с бортами, осложнена пликативными и дизъюнктивными деформациями.

Оценивая возраст верхнего яруса рельефа в Зиддинской впадине, следует отметить, что по северному борту сохранились известняковые брекчии ледникового и обвально-осыпного происхождения, залегающие на породах мела, палеогена и неогена, местами они перекрывают и породы палеозоя. Ранее эти отложения относились к кулябскому комплексу (Чедия, 1963). Вероятно, эти образования имеют более молодой, скорее среднечетвертичный возраст. Установлено, что брекчии приурочены к днищам среднечетвертичных долин. К моменту формирования этих осадков рельеф уже был выработан на коренных породах. Степень дислоцированности описанных брекчий не является показателем дочетвертичного возраста, наблюдаемый наклон связан с первичным рельефом. В образцах, взятых из указанных брекчий, определены формы пыльцы, характерные для позднего плейстоцена-голоцена. Более древняя пыльца не обнаружена.

В большинстве впадин Центрального Таджикистана при наличии полного разреза неогена нижнечетвертичные отложения залегают на плиоценовых. Подобная картина наблюдается в Пенджикентской и Магианской впадинах. Этот факт свидетельствует, что в стратиграфическом разрезе нижнечетвертичные осадки, как правило, венчают разрез неогеновых отложений, а вышележащие молодые образования залегают на подстилающих толщах с размывом. Обоснование возраста дочетвертичных поверхностей выравнивания в Зиддинской впадине производится также на основании корреляции с одновозрастными поверхностями южного склона Гиссарского и Каратегинского хребтов, аккумулятивными террасами Предгиссарского прогиба и Зеравшанской впадины.

Средний ярус (Q_2) составляют крупные по масштабу формы эрозионно-денудационного происхождения. Сравнение гипсометрического положения останцов аккумулятивных террас и фрагментов морен впадины дало возможность приблизительно установить возраст поверхностей выравнивания как среднечетвертичный. Возраст среднего яруса рельефа определяется на том основании, что современные водоразделы, окружающие Зиддинскую впадину, имеют раннеплейстоценовую датировку, а более низкие уровни формировались в среднечетвертичную

эпоху. Формирование их происходило на протяжении среднеплейстоценовой эпохи. В соответствии с характером ведущего фактора рельефообразования – тектонического, в условиях значительно возросших темпов поднятия происходило интенсивное расчленение выработанной ранее поверхности. В составе яруса выделяются три подъяруса. Возраст верхнего подъяруса нами принимается как раннеилякский (Q_2^1); средний подъярус соответствует среднеилякскому времени (O_2^2) и нижний подъярус формировался в позднеилякское время (O_2^3).

Нижний ярус рельефа (Q_{3-4}) образовался в условиях резко возросших и прогрессивно нараставших скоростей поднятий при интенсивной деятельности эрозионных процессов. Ярус выражен на большей части рассматриваемой территории узкими, крутосклонными, глубокими эрозионными врезами, заложенными в днищах среднечетвертичных долин. Такая картина характерна для восточной части Зиддинской впадины, где сохранились самые нижние, обычно цокольные террасы. Глубина вреза в этих участках достигает 120 м. В наиболее расширенном участке долины р. Зидды, где располагается одноименный кишлак, террасы выражены очень слабо. Эта территория является наиболее прогнутой частью впадины. Судя по отсутствию эрозионных и цокольных террас по бортам указанной долины, западная и центральная части Зиддинской впадины в настоящее время прогибаются. На это указывает переуглубление долины в устьевой части и в районе кишл. Зидды. Восточнее кишл. Зидды намечается увеличение глубины вреза. Формирование современного рельефа Зиддинской долины обусловлено новейшими тектоническими движениями и находится на стадии восходящего развития. История развития и стадийности формирования рельефа имеет важное значение для оценки величины денудационного среза рудных полей и месторождений и для выявления зон возможного возникновения гравитационных явлений. Таким образом, возраст палеозойского фундамента, перерабатывался и формировался в разные геологические эпохи новейшего этапа.

Литература

1. Таджибеков М. Внутригорные впадины Гиссаро-Алая в новейшем этапе геологического развития. – Душанбе: Дониш, 2005. – 258 с.
2. Учебное пособие по геологической практике в Зиддинской долине / Ю.М. Казаков, Г.П. Крейденков, А.Н. Мамонтов, М. Таджибеков, А.Х. Хасанов. – 2-е изд. – Душанбе, 2002. – 96 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РАСШИФРОВКИ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА-ГОЛОЦЕНА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

А.В. Ощепкова

Научные руководители с.н.с. В.А. Бычинский, м.н.с. С.А. Сасим

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Большой объем геологической информации, необходимый для расшифровки изменений климата Внутриконтинентальной части Азии в кайнозое, содержится в осадках озер Байкальского региона. Донные отложения были подняты в рамках программы глубоководного бурения «Байкал-бурение» [2]. Наиболее детальная последовательность климатических и геологических событий позднего плейстоцена и голоцена может быть реконструирована по осадкам с Селенгино-Бугульдейской перемычки, с которой был поднят керн 24GC до глубины 472.5 см. Место бурения находится недалеко от устья р. Бугульдейка под 354-метровой толщей воды на подводном поднятии, характеризующимся непрерывным осадконакоплением в гемипелагических условиях. Полученный керн состоит из двух частей: нижней (472.5–350 см), сложенной тонкими уплотненными ледниковыми алевритистыми глинами и верхней (350–0 см), представленной диатомовыми илами с различным содержанием биогенного кремнезема. В разрезе встречаются прослои бурого цвета, обогащенные терригенным органическим углеродом и обломочными карбонатами. Верхняя толща диатомовых илов от 0 до 350 см характеризуется значительными вариациями в содержании створок диатомовых [3].

Существующие реконструкции палеоклимата основываются на изучении створок диатомовых водорослей, палинологическом анализе, поиске и расшифровке геохимических индикаторов. Условия выветривания, существовавшие в водосборном бассейне, отражаются в составе и соотношении глинистых минералов в осадке. В геологическом строении территории водосборного бассейна озера Байкал преобладают граниты и в холодные климатические периоды в результате физического выветривания в озеро сносятся мусковит и хлориты. Потепление в регионе сопровождается развитием почв, образованием иллитов и иллит-смектитов. Таким образом, соотношение этих индикаторов может использоваться в реконструкциях условий окружающей среды в геологическом прошлом.

Биогенные индикаторы изменения климата и общий химический состав получить относительно просто, в то время когда минералогические исследования многометровых осадочных разрезов – очень дорогостоящий и занимающий много времени процесс. К настоящему моменту рентгенофазовым анализом, характеризующим минералогию, исследовано ограниченное число проб [5]. С целью детального анализа изменения минералов-индикаторов по разрезу была создана универсальная физико-химическая модель донных осадков,

сформированных на Академическом хребте [4]. Метод физико-химического моделирования, основанный на минимизации свободной энергии, реализован в универсальном программном комплексе (ПК) «Селектор» [6].

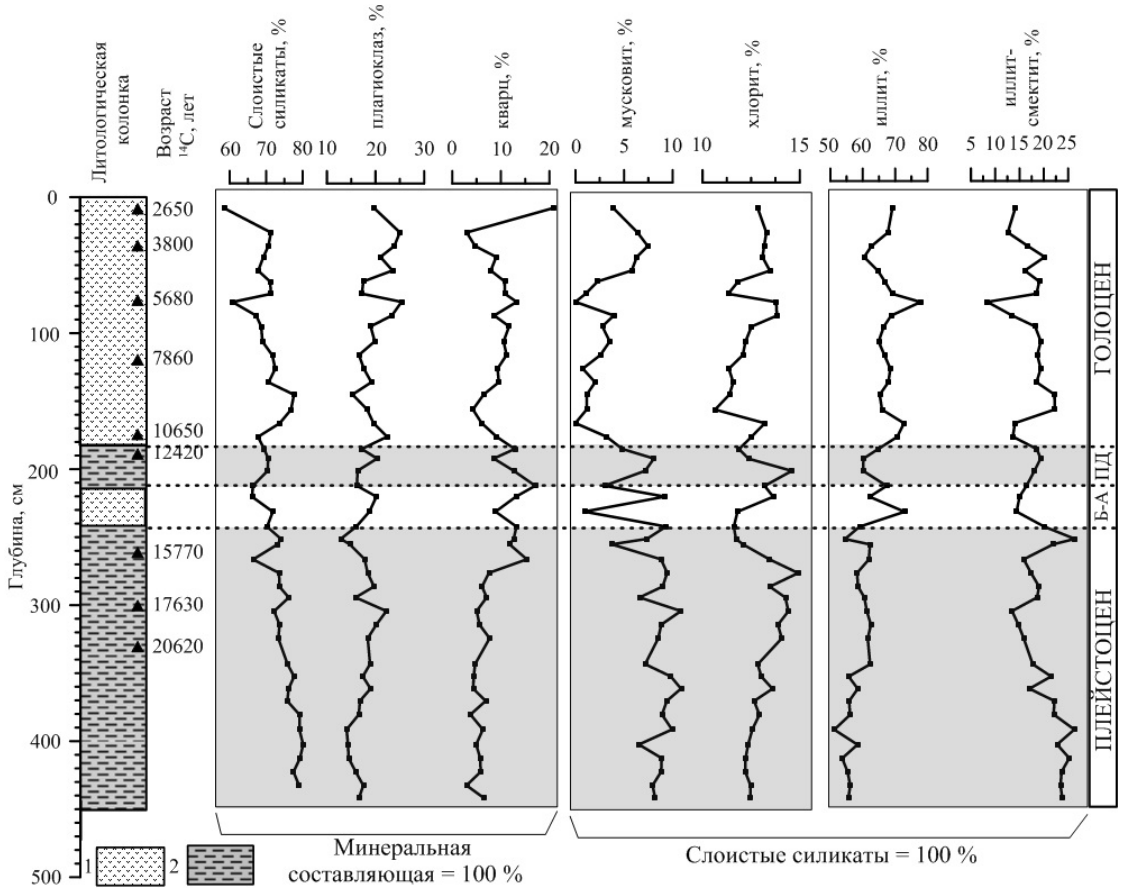


Рис. Распределение минеральных компонентов в голоцен-плейстоценовых осадках оз. Байкал (керн 24GC) по данным моделирования. 1 – диатомовый ил; 2 - бездиатомовая ледниковая глина; Б-А – потепление, Беллинг-Аллеред; ПД – похолодание, Поздний Дриас

Суть подхода состоит в том, что определяется глобальный минимум того или другого термодинамического потенциала моделируемой системы (в нашей задаче – минимум энергии Гиббса) на множестве ограничений, задаваемых системой уравнения баланса масс, неотрицательностью мольных количеств зависимых компонентов. Компьютерная модель вычисляет тот или другой минеральный парагенезис в зависимости от химического состава породы и других наложенных условий, определяющих термодинамическое равновесие системы.

В отличии от осадков Академического хребта, исследуемые отложения накапливались под влиянием привноса вещества крупной реки – Селенга, и эти особенности учтены при моделировании. На начальном этапе работы проводится подбор вероятных минеральных фаз, реализующихся в модели. Ранее было установлено, что основные минералы байкальских осадков – это кварц, полевой шпат (преимущественно альбит), мусковит, хлориты и глинистые смешанослойные алюмосиликаты – иллиты, иллит-смектиты, хлорит-смектиты. Диагностика смешанослойных силикатов затруднительна в связи с неоднозначностью определения единой стехиометрической формулы. В используемом нами методе термодинамического моделирования смешанослойные силикаты представлены твердыми растворами, для их описания составлен список миналов. Сводные условные стехиометрические формулы глинистых минералов рассчитываются автоматически на основании мольных термодинамически равновесных миналов.

Предполагается, что осадок представляет собой смесь глинистых и неслоистых минералов, помимо этого часть компонентов находится в водном растворе. Водный раствор в разработанной модели представляет собой отдельную фазу, и описывает некоторую часть воды находящуюся между слоями в глинистых минералах. В модель байкальских осадков включены следующие компоненты водного раствора: $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, $Al(OH)_4^-$, Al^{+3}, $AlOH^{+2}$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_2^+$, $Fe(OH)_3^-$, $Fe(OH)_4^{-2}$, Fe^{+2}, Fe^{+3}, $FeOH^+$, $FeOH^{+2}$, $Ca(OH)_2$, Ca^{+2}, H_2, $H_2SiO_4^{-2}$, $H_3SiO_3^+$, $H_3SiO_4^-$, H_4SiO_4, K^+, KOH, $Mg(OH)_2$, Mg^{+2}, $MgOH^+$, Na^+, O_2, OH^-, H^+, H_2O.

Результаты расчета минерального состава донных осадков Селенгино-Бугульдейской перемычки, выполненного по 50 пробам керна GC-24, представлены на рисунке. Установлено что по всему осадочному разрезу преобладают глинистые минералы, на долю иллита приходится свыше 40%. В нижних ледниковых глинах его содержание снижается, наивысшие значения обнаружены в верхнем голоценовом интервале. Содержание иллит-

смектита, согласно данным моделирования, меняется от 5 до 25%. Вероятно, что эту группу минералов следует соотносить с хлорит-смектитом, определенным рентгенофазовым анализом. Содержание хлорита и мусковита, являющимися индикаторами холодного климата, выше в ледниковых глинах. Наиболее ярко это выражено в изменении содержания мусковита (5 – 10 % в ледниковых глинах, 0 – 5 % в диатомовых илах), что в целом хорошо соответствует рентгенофазовому анализу.

Расчетные данные позволяют выделить основные климатические события региона. Высокие значения содержания обломочных мусковита и хлоритов до глубины 240 см, соответствующему позднеплейстоценовому возрасту, отражают преобладание физического выветривания на фоне общего холодного климата. От глубины 180 см и вверх по разрезу наблюдается увеличение содержания иллитов и иллит-смектитов в осадках, а количество хлорита и мусковита, наоборот, снижается. Такое изменение характерно для смены физического выветривания на химическое, и по возрасту соответствует началу голоцена. Кроме явно выраженной во всех записях смены позднеплейстоценового оледенения на голоценовое потепление, на основании расчетного минерального состава определяются более короткие по времени климатические события. Это потепление Беллинг-Аллеред и похолодание Поздний Дриас (см. рисунок), отмеченные также по данным палинологического анализа [1].

Реконструкции природных обстановок прошлого являются единственным источником сведений о долгосрочных тенденциях развития ландшафтов и климата и, таким образом, служат для прогнозирования их изменений в будущем. Изучение внутриконтинентальных областей ярко показывает пространственную дифференциацию эко- и геосистем и неодинаковость их отклика на глобальные климатические изменения. Исследования ассоциаций глинистых минералов в осадочных летописях составляет важную часть комплексного подхода к реконструкциям прошлых изменений климата в водосборном бассейне. Такой подход может использоваться для исследования любых осадочных разрезов, поскольку для определения минерального состава необходимы только данные по химическому составу осадка.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-35-00266) и Иркутского государственного университета (индивидуальный исследовательский грант № 091-16-225).

Литература

1. Безрукова Е.В., Кривоногов С.К., Абзаева А.А., Вершинин К.Е., Летунова П.П., Орлова Л.А., Такахара Х., Миеши Н., Накамура Т., Крапивина С.М., Кавамуро К. Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46. - № 1. – С. 21–33.
2. Коллектив исполнителей Байкальского бурового проекта. Глубоководное бурение на Байкале - основные результаты // Геология и геофизика. – 2001. – Т .42. – №1-2. – С.8-35.
3. Коллектив исполнителей Байкальского бурового проекта. Результаты бурения первой скважины на озере Байкал в районе Бугульдейской перемычки // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 2. – С. 3–31.
4. Ощепкова А.В., Кузьмин М.И., Бычинский В.А., Солотчина Э.П., Чудненко К.В. Модели твердых растворов для расчета минерального состава донных осадков озера Байкал: новый подход к палеоклиматическим реконструкциям // Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 461. - №4. – С. 447-450.
5. Солотчина Э.П. Структурный типоморфизм глинистых минералов осадочных разрезов и кор выветривания. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – 234 с.
6. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: Изд-во «Гео», 2010. – 287 с.

ВЕРХНЕДЕВОНСКИЕ ОСТРАКОДЫ ОКРАИН КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА ИЗ РАЗРЕЗОВ НА Р. ЯЯ, Р. ИЗЫЛЫ, Р. ТОМЬ

Б.М. Попов

Научный руководитель д.г.-м.н. Б.Л. Никитенко

Новосибирский Государственный Университет; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Проведены исследования остракод и особенности биофациального строения 10 разрезов верхнего девона, расположенных в северной части Кузнецкого бассейна. Разрезы на р. Яя представляют из себя непрерывную последовательность слоев всего франского и нижней частью фаменского ярусов. Разрезы, представленные на р. Изылы соответствуют франу без самых верхов. Средняя часть франского яруса вскрыта в разрезе Топкинского карьра на р. Томь [2]. Изученные разрезы сложены чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов и известняков. Данные разрезы играют большое значение для изучения геологии верхнего девона окраин Кузнецкого бассейна [1].

Все находки остракод приурочены к известковистым пластам. В результате удалось наметить ряд ассоциаций остракод, сменяющих друг друга по вертикали в разрезах на р. Яя: Bardia – Diphyochilina, Moorites- Knoxiella, Serenida, Hollinela, Moorites – Crypthyllus. В разрезе на р. Томь две ассоциации: Bardia и Hollinela-Amphissites. В разрезе на р. Изылы: Bairdiocypris-Coeloenellina, Bardia-Amphissites, Microcheilinella-Bardia. Корреляция разрезов позволяет наметить общую ассоциацию (средняя часть франа) остракод Bardia, имеющую широкое латеральное распространение.

Биометрический анализ вида Amphissites irinae Gleb. et Zasp. проведен с целью изучения вариабельности основных признаков данного вида, а также оценки возрастной и индивидуальной изменчивости. Материалом послужила обширная выборка, исследование проведено на 30 основных экземплярах. Данный вид впервые был описан Егоровым В.Г. из сирочайских слоев франского яруса из разрезов северо-востока Европейской части РФ [3].

Литература

1. Бахарев Н.К., Сенников Н.В., Елкин Е.А., Изох Н.Г. и др. Ключевые разрезы девона Рудного Алтая, Салаира и Кузбасса. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2004. – 104 с.
2. Bakharev N.K., Izokh N.G., Obut O.T., Talent J.A. Middle–Upper Devonian and Lower Carboniferous Biostratigraphy of Kuznetsk Basin. Field Excursion Guidebook. International Conference “Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous” (SDS / IGCP 596 joint field meeting) / Novosibirsk, July 20 – August 10, 2011. – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – 98 p.
3. Егоров В.Г. Остракоды франского яруса Русской платформы. – Ленинград, М: Изд-во Гостоптехиздат, 1953. – 136 с.

ТРАВЕРТИНЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО АЛТАЯ

Ю.М. Ряполова, И.В. Турова
Научный руководитель с.н.с., доцент Е.В. Деев
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН;
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Травертины и/или известковые туфы, в большинстве своем, образуются в результате хемогенного осаждения из холодных или термальных вод, обогащенных углекислотой. Они образуют различные по морфологии постройки и образования: каскады террас, хребты, натечные корки, жилы и штокверки, выступают в качестве цементирующей обломочный материал массы [8].

На территории Восточного Алтая выявлено 14 полей травертинов. Большая их часть находится в юго-восточной части Горного Алтая, где они приурочены к активным Южно-Чуйскому разлому и Курайской зоне разломов (рис. 1). Эти разломы в палеоген-четвертичное время контролировали положение северных и южных активных окраин двух крупных внутригорных впадин – Чуйской и Курайской, а их оперения – положение крупной межвпадинной перемычки – Чаганского массива.

Восемь полей сконцентрировано вдоль сейсмически активной Курайской зоны разломов. Зона состоит из серии субпараллельных взбросов и надвигов, по которым палеозойские породы Курайского хребта надвигаются в сторону Курайской и Чуйской впадин [3, 7]. Исследования первичных палеосейсмодислокаций, приуроченных к разломам Курайской зоны, показывают, что сильные древние землетрясения с магнитудами M≥7.0-7.5 могли происходить здесь около 8500, 4000-4500, 3000-3500, 1000 лет назад [4]. Два поля расположено в восточной части Курайской впадины в пределах апикальной части плейстоценового горстового выступа перед фронтом Чаганского массива и непосредственно в западной части самого массива. Еще одно поле закартировано в зоне активного Южно-Чуйского разлома, с которым связана сейсмическая активизация 2003 г., а также многочисленные палеосейсмодислокации. В проводимые исследования также был вовлечен травертиновый материал из 3 полей, расположенных на участке долины р. Бия перед ее выходом на Предалтайскую равнину. В тектоническом плане этот участок долины (шириной до 8 км) совпадает с Бийским грабеном [5], разломные ограничения которого не проявляют признаков активности.

Литотипы и микроморфология травертинов разнообразны, что отражает существенные вариации условий осаждения карбоната кальция из растворов. Новообразованные карбонаты кальция инкрустируют поверхности и цементируют обломки пород в материале позднеплейстоцен-голоценовых коллювиальных, аллювиальных и ледниковых отложений, превращая их в конгломераты и брекчии. В долине р. Бии выявлены специфические «песчаники» и пористые агрегаты с псевдоморфозами по растительным остаткам.

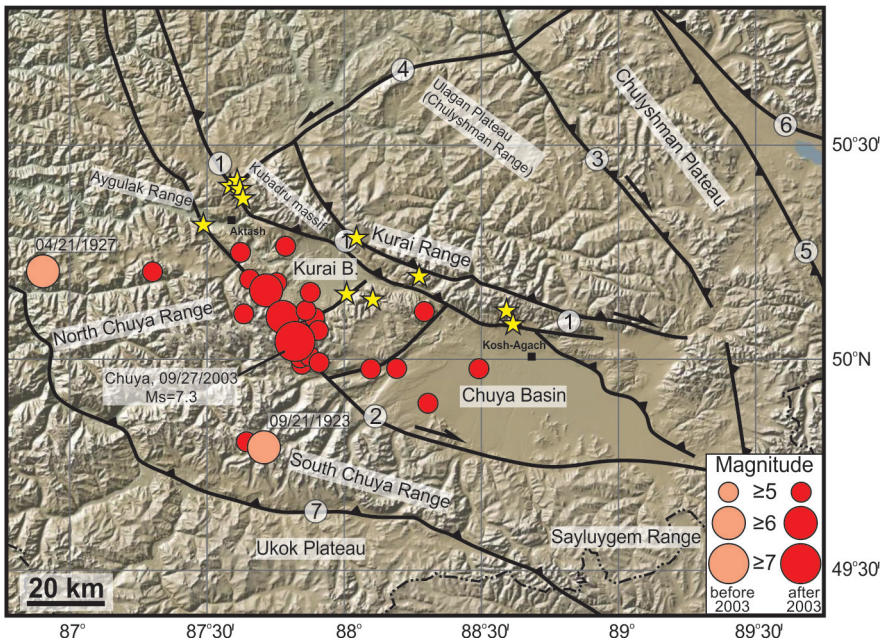


Рис. Активные разломы (черные линии) юго-восточной части Горного Алтая по с изменениями: 1 – Курайская зона разломов, 2 – Южно-Чуйский, 3 – Чулышманский, 4 – Тувино-Катунский, 5 – Кобдинский, 6 – Шапшальский, 7 – Джазаторский, 8 – Южно-Алтайский. Кругами показаны эпицентры исторических и инструментально зарегистрированных землетрясений по данным сейсмических каталогов NEIC и IRIS, [1]. Желтые звезды – исследованные поля травертинов

В открытом пространстве обычен рост ограненных индивидов кальцита скаленоэдрического габитуса (до 10 мм), а также зональных параллельно-шестоватых (ониксоподобных) и сферолитовых агрегатов, в составе которых наряду с кальцитом присутствует, а нередко и доминирует арагонит. В сложных зональных агрегатах обычна смена раннего Mg-кальцита Sr-арагонитом поздних генераций. В переходной зоне может наблюдаться их совместный рост и обрастание кальцита арагонитом [2].

Изучение изотопного состава кислорода и углерода для типичных образов травертинов каждого из полей позволили установить, что по изотопному составу углерода карбонатов (δ 13C = -2.2 ÷ +1.6 ‰ PDB) травертины Юго-Восточного Алтая занимают промежуточное положение между термогенными и метеогенными, по общепринятой классификации, что указывает на смешанный источник CO_2, задействованный в карбонатообразовании. При этом резко облегченный изотопный состав кислорода (δ 18O = -11.8 ÷ -14.8 ‰, PDB) позволяет назвать седиментационные воды ранней диагенетической стадии в качестве главного источника кислорода новообразованных карбонатов. Травертины долины р. Бии характеризует облегченный изотопный состав углерода (δ 13C = -10.2 ÷ -12.2 ‰ PDB) и схожий состав кислорода (δ 18O = -14.4 ÷ -15.6 ‰, PDB), что позволяет уверенно отнести их к группе метеогенных [6].

Таким образом, петрографические и изотопно-геохимические исследования позволили обосновать подразделение алтайских травертинов на те, которые имели метеогенный источник питания (травертины долины р. Бии) и смешанный источник питания (травертины Юго-Восточного Алтая, приуроченные к активным разломам).

Микроэлементный состав травертинов Юго-Восточного Алтая, в целом, достаточно бедный. Содержания V, Cr, Cu, Br и Rb не превышают 12 ppm и не демонстрируют каких-либо закономерностей в накоплении в пробах с различных участков. Концентрации Ga (≤ 4 ppm), Ge (≤1ppm), Se (≤0.6 ppm), Nb (≤ 1.2 ppm), Mo (≤ 1.3 ppm) также варьируют случайным образом. Содержания Ni варьируют значительно (4-38 ppm), в том числе и в пределах одного поля. Содержания иттрия изменяются почти на 3 порядка (0.3-19.4 ppm) без очевидной связи с другими элементами или местом локализации травертиновых тел. Концентрации Mn в валовых пробах большинства травертинов находятся в интервале 10-40 ppm, достигая величин 130-230 ppm в единичных пробах. Следует отметить, что низкие содержания Mn в валовых пробах всех изученных травертинов в комплексе с их изотопными характеристиками и отсутствием минеральных псевдоморфоз по органическим остаткам, позволяет исключить их родство с почвенными карбонатными и новообразованиями типа каличе.

Позднеплейстоцен-голоценовый возраст травертинов определяет их геологическая позиция, а также радиоуглеродные датировки в диапазоне 40-3,7 тыс. калиброванных лет назад.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-35-00415 мол_а.

Литература

1. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. (ред.) Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. – 536 с.
2. Кох С.Н., Сокол Э.В., Деев Е.В., Ряполова Ю.М. Индикаторные характеристики континентальных карбонатов на примере палеотравертинов Горного Алтая // Металлогения древних и современных океанов, 2016. Т. 22. – С. 243-247.
3. Неведрова Н.Н., Деев Е.В., Санчаа А.М. Глубинное строение и характеристики краевых структур Курайской впадины (Горный Алтай) по данным геоэлектрики с контролируемым источником // Геология и геофизика, 2014. Т. 55. № 1. – С. 119-132.
4. Рогожин Е.А., Овсюченко А.Н., Мараханов А.В. Сильнейшие землетрясения на юге Горного Алтая в голоцене // Физика Земли, 2008, № 6. – С. 31-51.
5. Русанов Г.Г., Деев Е.В., Ряполова Ю.М., Зольников И.Д. Палеогидротермальная активность разломов Горного Алтая по результатам датирования травертинов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2013. № 4. – С. 53-64.
6. Ряполова Ю.М. Травертины восточной части Горного Алтая // Материалы LIV Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Геология. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2016. – С. 22.
7. Deev E.V., Turova I.V., Borodovskiy A.P., Zolnikov I.D., Oleszczak L., 2016. Unknown large ancient earthquakes along the Kurai fault zone (Gorny Altai): new results of palaeoseismological and archaeoseismological studies. International Geology Review, 2017. V. 59. No. 3. – P. 293-310.
8. Pentecost A. Travertine. Berlin: Springer-Verlag, 2005. – 446 p.

ПРОБЛЕМА ИСТОЧНИКОВ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ – ГОРНОГО ХРУСТАЛЯ НА МЕСТОНАХОЖДЕНИИ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ ВОЛЧЬЯ ГРИВА (БАРАБИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Е.Ю. Самойлова
Научный руководитель доцент С.В. Лещинский
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В 2015-2016 гг. после долгого перерыва возобновлены комплексные палеонтолого-геоархеологические исследования местонахождения мамонтовой фауны Волчья грива (с. Мамонтовое, Каргатский район, Новосибирская область), датированного сартанским криохроном [4]. Одной из проблем изучения данного объекта является происхождение источников каменного сырья для изготовления палеолитических орудий. С момента обнаружения «кладбища» мамонтов, при раскопочных работах разных лет (1957, 1961, 1968, 1975, 1991, 2015, 2016) найдено 56 каменных артефактов, служащих свидетельством пребывания здесь человека древнекаменного века [2]. Особое значение имеют изделия из горного хрусталя (6 обр.), обнаруженные в 2016 году, размеры которых находятся в пределах ~ 11 – 30 мм.

Месторождения горного хрусталя отсутствуют не только в ближайшем окружении Волчьей гривы, но и во всей Барабинской низменности, покрытой мощным мезозойско-кайнозойским чехлом морских и континентальных отложений. Для решения вопроса об источнике данного сырья, необходимо рассмотреть хрусталеносность окружающих территорий. Наиболее перспективным районом является правобережье Оби, а именно Западно-Салаирская рудная зона (лист N-44-XVIII), в которой выделяется Огнево-Романовское рудное поле (~200 км до Волчьей гривы). Особого внимания заслуживают участки в долинах рек: Каменка, Ичек, Ик, Шипуниха, Тальменка, Саевой, являющихся притоками р. Бердь. Здесь проявления горного хрусталя приурочены к телам вторичных кварцитов, развитых по кварцевым порфирам и кварц-хлорит-серицитовым сланцам. Кристаллы представлены друзами и щетками призматического габитуса, их размеры варьируют в широких пределах и достигают 20 см в длину при 10 см в поперечнике [1, 3, 5].

Коренные выходы Огнево-Романовского рудного поля не исключают поступления горного хрусталя на Волчью гриву из месторождений других территорий. Планируемые спектроскопические исследования потенциально могут позволить связать вышеуказанные артефакты из горного хрусталя с известными источниками кварцевого сырья и проследить миграции древнего населения в конце плейстоцена на юге Западной Сибири.

Литература

1. Абрамова Т.В., Вольных Д.А., Герасимчук О.Л., Котельников А.Д. Геология и проблемы минерагении зоны сочленения северо-западного Салаира и Горловского прогиба // Томск: ФГУ «Томский ЦНТИ», 2006. – С. 76-79.
2. Зенин В.Н. Основные этапы освоения Западно-Сибирской равнины палеолитическим человеком // Археология, этнография и антропология Евразии. - 2002. - № 4. – С. 22-44.
3. Котельников А.Д., Максиков С.В., Котельникова И.В., Макаренко Н.А. Геологическое доизучение площади листа N-44-XVIII масштаба 1:200 000 (Черепановская площадь) // Отчет по госконтракту № 4ф-04; ГР № 22-05-2/1. — Томск: ТГУ, 2007. кн.1 – 243 л.
4. Лещинский С.В., Зенин В.Н., Бурканова Е.М., Дудко А.А., Гулина А.В., Федяев Н.Я., Семиряков А.С., Канищева Е.В. Комплексные исследования Барабинского мамонтового рефугиума в 2015 г. // Вестник Томского государственного университета, 2015. – № 400. – С. 354-365.
5. Росляков Н.А., Щербаков Ю.Г., Алабин Л.В., Нестеренко Г.В., Калинин Ю.А., Рослякова Н.В. Минерагения области сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны // Новосибирск: СО РАН, филиал "Гео", 2001. – 243 с.

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕНОСНЫХ СВИТ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

С.Б. Сатибекова
Научный руководитель профессор А.Б. Байбатша
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

В статье приводится характер распределения литологических типов углевмещающих пород карагандинской свиты Карагандинского угольного бассейна, которые служат основой для прогнозирования свойств и поведения пород в кровле угольных пластов.

Карагандинский угольный бассейн расположен в Карагандинской области. Угольный бассейн вытянут в широтном направлении на 120 км, при ширине 30 км. Площадь его составляет 3600 км^2, из них на долю угленосных отложений карбона приходится около 2000 км^2.

В промышленном и геологическом отношении Карагандинский бассейн делится на четыре района: Тентекский и Шерубай-Нуринский, находящиеся в западной его части, Карагандинский, расположенный в центре бассейна и Верхне-Сокурский на востоке.

Карагандинский угольный бассейн в орографическом отношении входит состав Сары-Аркинского мелкосопочника и расположен в средней части бессточного бассейна реки Нуры, находящегося в пределах Иртыш-Балхашского водораздела [1].

Основные шахтные поля бассейна расположены по геолого-промышленному районированию в участке «Промышленный» Карагандинского угленосного района. В структурном отношении район приурочен к замковой части Карагандинской синклинали. В Карагандинском угленосном районе имеются большие запасы коксующихся углей, которые обеспечивают коксом металлургический завод АО «АрселорМиттал Темиртау» [2].

По фациальным особенностям и угленосности карагандинская свита, которая является основной в бассейне, разделена на три подсвиты. Верхняя граница карагандинской свиты определяется по кровле угольного пласта $к_{20}$, нижняя граница свиты установлена по подошве угольного пласта $к_1$. Мощность свиты в принятых границах составляет 630-800 м. Литологический состав свиты характеризуется песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Аргиллиты залегают обычно в кровле и почве угольных пластов и занимают подчиненное положение. В виде прослоев встречаются мергели. К свите приурочено 4 фаунистических горизонта $К_1$-$К_4$. В карагандинской свите заключено 22 угольных пластов и пропластков различной мощности. Пласты имеют значительно сложное строение, суммарная мощность их составляет в среднем 50-55 м. Коэффициент промышленной угленосности свиты составляет 1,7-4,5. Индексация угольных пластов не вызывает затруднений, так как наряду с литологическим составом вмещающих угли пород и фаунистическими горизонтами, угольные пласты хорошо выделяются по ряду характерных признаков, такими как, мощность, строение, электрическое сопротивление, взаимное положение, которые являются надёжными маркирующими признаками.

Нижняя подсвита установлена в интервале между угольными пластами $к_1$-$к_6$. В подсвите распространены осадки прибрежноморского мелководья, континентальные осадки имеют подчиненное положение. Они представлены аргиллитами и алевролитами. Тонко- и мелкозернистые песчаники выделены в верхней части подсвиты. В нижней подсвите установлено 2 фаунистических горизонта $К_1$ и $К_2$ в породах кровли угольных пластов соответственно $к_1$ и $к_4$.

Фауна приурочена к двум горизонтам ($К_1$ и $К_2$) и представлена прибрежно-морскими и пресноводными видами, указывающими на периодическое опреснение водоемов. Горизонт $К_1$ расположен над угольным пластом $к_1$, а горизонт $К_2$ обычно фиксируется между угольными пластами $к_4$ и $к_3^5$; лишь в юго-западной части бассейна морская фауна поднимается до угольного пласта $к_8$. Для фаунистического горизонта $К_1$ наиболее характерными являются пелециподы и гастроподы Leda mariannae Smir., Edmondia sulcata Phill., Mourlonia plicifera (Kon.) и др. В Тентекском районе в рассматриваемой части разреза кроме приведенной выше фауны встречены Lingula sp., Anopliopsis subcarinata Girty., Fluctuaria aff. cancriniformis (Tschern.), Loxonema sp. Такой состав фауны указывает, что западная часть Карагандинского бассейна располагалась ближе к открытому морю.

Характерными для горизонта $К_2$ является Lingula squamiformis Phill., Lingula mytilloides Sow., Lingula parallela Phill., Sanguinolites mariannae Mir., Sanguinolites calculus Mir., Sanguinolites volkovae Mir., Edmondia sulcata Phill., Anthraconauta phillipsi (Will.), Bellerophon sp., Dentalium sp. и др.

Подсвита характеризуется высоким промышленным коэффициентом угленосности: четыре угольных пласта ($к_1$, $к_2$, $к_3$, $к_4$) имеют рабочую мощность, лишь пласт $к_5$ редко достигает рабочей мощности. Мощность нижней подсвиты 130-180 м.

Разрез средней подсвиты (от пласта $к_6$ до пласта $к_{15}$) характеризуется преимущественно аллювиальными фациями, с подчиненным значением болотных. В слагающих подсвиту породах, преобладают песчаники средне- и мелкозернистые, осадки озерных и болотных фаций – алевролиты и аргиллиты занимают подчиненное положение. Тонко-мелко-средне- и крупнозернистые с линзами конгломератовидных песчаники залегают мощными слоями. Крупность зерна вверх по разрезу уменьшается постепенно. Мощность разделяющих угольные пласты отложений значительная. С увеличением мощности, увеличивается и мощность пластов в данной свите. Наибольшей мощности обладают толщи, разделяющиеся в средней части подсвиты, где сосредоточены и наиболее мощные угольные пласты $к_{10}$, $к_{12}$, $к_{13}$. Для средней подсвиты маркирующими признаками являются сами угольные пласты, их взаимоположение в разрезе. Для корреляции разрезов имеют существенное значение мощные пачки песчаников. Из них песчаники, которые залегают между пластами $к_{15}$ и $к_{14}$, характеризуются

туффитовым составом и зеленоватым оттенком, а также пелециподовым горизонтом $К_3$, приуроченным к кровле пласта $к_{12}$ и пачка мергеля в кровле пласта $к_8$.

Фаунистические горизонты ($К_2^1$ и $К_3$), приуроченные к средней подсвите, характеризуются пресноводной фауной пелеципод; лишь на западе бассейна (Сасыккульский участок) в горизонте $К_2^1$ наряду с пресноводной встречается морская фауна. В горизонте $К_3$ впервые в разрезе карбона Карагандинского бассейна появляются редкие филлоподы.

В верхней части средней подсвиты Б.Е. Мирошниченко (1953) и А.М. Симорин (1956) установили фаунистический горизонт $К_3$ (между угольными пластами $к_{12}$ – $к_{15}$). Для него наиболее характерны Anthraconaia lanceolata Hind., A. lenisulcata Truem., Anthraconauta tenuis D. et T., A. karagandensis Mir., A. tschurubaiensis Mir., A. alabasensis Mir., A. smirnovae Mir., A. parva Mir., A. prolongata Mir. и др. Мощность средней подсвиты 340-440 м.

Верхняя подсвита выделена в интервале между пластами $к_{15}$ и $к_{20}$. По сравнению со средней подсвитой она характеризуется затуханием угленакопления. Строение пластов обычно сложное, зольность угля средняя, реже высокая. К верхней подсвите приурочены 6 угольных пластов и несколько пропластков. Мощность основных пластов в среднем составляет 1-1,5 м. В низах подсвиты залегают тонкослоистые алевролиты и аргиллиты, образовавшиеся в озерных условиях. Выше по разрезу наряду с озерными фациями появляются дельтовые и речные фации, представленные разнозернистыми песчаниками. В верхах подсвиты выделены фации сухих равнин – аргиллиты и алевролиты, лишённые растительных остатков. Верхняя подсвита характеризуется чередованием литологических разностей, с преобладанием алевролитов. В этой подсвите выделен фаунистический горизонт $К_4$, который приурочен к толще пород между пластами $к_{20}$-$к_{19}$, представленный остракодами и филлоподами.

К верхней подсвите приурочен третий флористический комплекс, выделенный М.О. Борсук (1960). Он представлен Sphenopteris artemisiaiopsis Bors., Odontopteris reichiana Gutb., Neuropteris heterophylla Brongn., N. rarinervis Bunb., Cardioneura karagandensis Zal., Angaropteridium zalesskyi Tschirk., Calamites cistii Brongn., Calamites suckowii Brongn., Lepidodendron worthenii Lesq. и др. Мощность подсвиты достигает 160-200 м.

Безугольная надкарагандинская свита характеризуется переслаиванием песчано-глинистых пород и тонких прослоев угля. Для этой свиты характерен общий зеленоватый оттенок; для аргиллитов и алевролитов – мелкая зеленоватая пятнистость, наличие тонких прослоев сидеритов, мергелей и окремненных пород. Мощность свиты на участке 220 м.

На размытой поверхности угленосной толщи залегают отложения нижнего и среднего отдела юры, представленные континентальными терригенными осадками. Они приурочены к трем свитам: саранская, дубовская и кумыскудукская. Максимальная мощность этих образований достигает 1000 м, постепенно уменьшаясь до 0 к границе выклинивания [3].

Из сопоставления площадного распространения пород кровли пластов видно, что палеогеографические и тектонические условия порой резко менялись, что отразилось на характере залегания и смене пород кровли угольных пластов.

Классическая, закономерная сменяемость пород кровли угольных пластов: аргиллит-алевролит-песчаник, проявляется не повсеместно. Разный режим угленакопления и осадконакопления определил различный характер латерального и вертикального распределения пород кровли изучаемых угольных пластов, поэтому при разработке данных пластов они будут определять их свойства и поведение, исходя из этого решения технологии управления кровлей и связанных с ними частных задач [4].

Литература

1. Бекман В.М., Сейдалин О.А., Зинова Р.А. Геология Карагандинского угольного бассейна. Коллектив авторов. М., «Недра», 1972.
2. Бокаева Г.К. Геологический отчет по доразведке поля шахты «Вертикальная» Промышленного участка Карагандинского бассейна – Караганда, 1974.
3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 5. Под ред. И.В. Орлова. М.: «Недра», 1973.
4. Руководство по изучению геологического строения шахтных полей при подземной разработке угольных месторождений. Раздел А – Характеристика геологических факторов, влияющих на эксплуатацию – Л., 1967.

НЕКОТОРЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ПАПОРОТНИКИ НАУНАКСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНЯЯ-ВЕРХНЯЯ ЮРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

В.А. Сухорукова
Научные руководители доценты И.В. Рычкова, М.И. Шаминова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективной для разработки средне-верхнеюрских нефтегазоносных отложений на юго-востоке Западной Сибири является наунакская свита (верхний бат-келловей-нижний оксфорд), которая входит в состав васюганского горизонта и которую подстилает тюменская свита (байос-средний бат) [4]. Наунакская и тюменская свиты формировались в схожих преимущественно континентальных условиях, что подтверждается обильным насыщением пород растительным детритом. Стратиграфическое расчленение этих свит между собой, а вместе с тем и прослеживание коллекторов до сих пор является дискуссионным [5].

Среди ископаемых растений наиболее распространенными в этих свитах являются папоротники рода Coniopteris [2]. Однако остатки листьев этого папоротника в керне зачастую представлены фрагментами перьев, отдельных перышек и очень редко вайями, что делает определение их крайне затруднительным.

Детальное изучение керна скважин на площади Снежная (Томская область) позволило выделить стратиграфически важные виды папоротников, входящих в состав наунакской свиты. К ним относится комплекс папоротников Coniopteris latilobus Bistritskaja и C. simplex (Lindley et Hutton) Harris. Вместе с ними часто встречаются и другие папоротники, в числе которых транзитная форма C. depensis E.Lebedev.

Coniopteris latilobus впервые был выделен в 1992 году Л.И. Быстрицкой в васюганском горизонте и все последующие находки этого эндемичного папоротника приурочены к отложениям этого возраста. Широко распространенные Coniopteris depensis и C. simplex вместе с C. latilobus входят в состав слоев с флорой наунакского фитогоризонта [3]. По этому комплексу палеоботанических остатков, вмещающие их отложения можно отнести к наунакской свите. Ниже приведено описание изученных стратиграфически важных папоротников.

Порядок Dicksoniales
Семейство Dicksoniaceae
Род Coniopteris Brongniart,1849
Coniopteris latilobus Bistritskaja
Фиг. 1-4 (рис.)

Coniopteris latilobus Bistritskaja. Киричкова, Костина, Быстрицкая, 2005, с. 64, табл. VII, фиг. 1-11, рис. 14 [1].

Описание. В коллекции имеются многочисленные отпечатки папоротников. Встречаются трижды, иногда дважды перистые листья с короткими узколинейными перьями последнего порядка. По краю перышки неглубоко надрезаны на лопасти, края лопастей неравнозубчатые.

Перышки расположены близко, иногда соприкасаясь друг с другом, но не пересекаясь. По краю рассечены на неравные 1-2 лопасти с приострёнными верхушками. Основание перышек заужено. Перышки, близкие к верхушке пера, постепенно становятся цельнокрайними, ланцетовидными.

Жилкование сфеноптеридное: жилки дихотомируют и оканчиваются в зубчиках перышек. Спорофиллы редуцированы до толстой ножки, на которой расположены относительно крупные слегка уплощенные сорусы длиной до 2.0 мм (рис. 4).

Сравнение. Наиболее близкие по форме перышек листья Coniopteris vsevolodii E.Lebedev отличаются крупными размерами сильно зауженных в основании перышек, которые имеют более густое жилкование и рассечены по краю на закругленные лопасти.

Местонахождение. Западная Сибирь, пл. Снежная скв. 135, наунакская свита.

Распространение. Средняя-верхняя юра Западной Сибири.

Coniopteris cf. depensis E.Lebedev
Фиг. 5

Coniopteris depensis E.Lebedev. Киричкова, Костина, Быстрицкая, 2005, с. 61, табл. V, фиг. 1-7, табл. X, фиг. 17-19, рис. 12.

Описание. Перышки ланцетные или линейно-ланцетные, с приостренной верхушкой, разделенные небольшими промежутками; цельнокрайние или надрезаны на узкие прижатые лопасти. Длина перышек 5-6 мм, ширина 1,5 мм. Задний край перышек низбегает на стержень, образуя узкое окрыление. Жилкование обычное.

Сравнение. Наиболее близкие к ним по форме перышки Coniopteris maakiana (Heer) Pryn., но у Coniopteris cf. depensis меньшая ширина перышек.

Местонахождение. Западная Сибирь, пл. Снежная скв. 135, наунакская свита.

Распространение. Юра Западной и Восточной Сибири, Кузбасс.

Coniopteris simplex (Lindley et Hutton) Harris
Фиг. 6

Coniopteris simplex (Lindley et Hutton) Harris. Киричкова, Костина, Быстрицкая, 2005, с. 66, табл. IX, фиг. 1, 2, 5-9, 11-15, рис. 16.

Описание. Мелколистный папоротник, перья которого имеют треугольно-выпуклые очертания, рассеченные глубоко на лопасти от овальных до узких.

Сравнение. Изученные образцы похожи на образцы из других скважин Западной Сибири своими мелкими глубоко расчлененными перышками с приострёнными, смотрящими вверх верхушками.

Местонахождение. Западная Сибирь, пл. Снежная скв. 135, наунакская свита.

Распространение. Юра Средней Азии, Китая, Сибири, Кузбасса.

Таким образом, по комплексу ископаемых остатков растений, включающих в себя Coniopteris latilobus, C. simplex и C. depensis, можно считать вмещающие их отложения наунакской свитой. Надежным палеоботаническим критерием в этом случае является ассоциация папоротников Coniopteris latilobus и Coniopteris simplex.

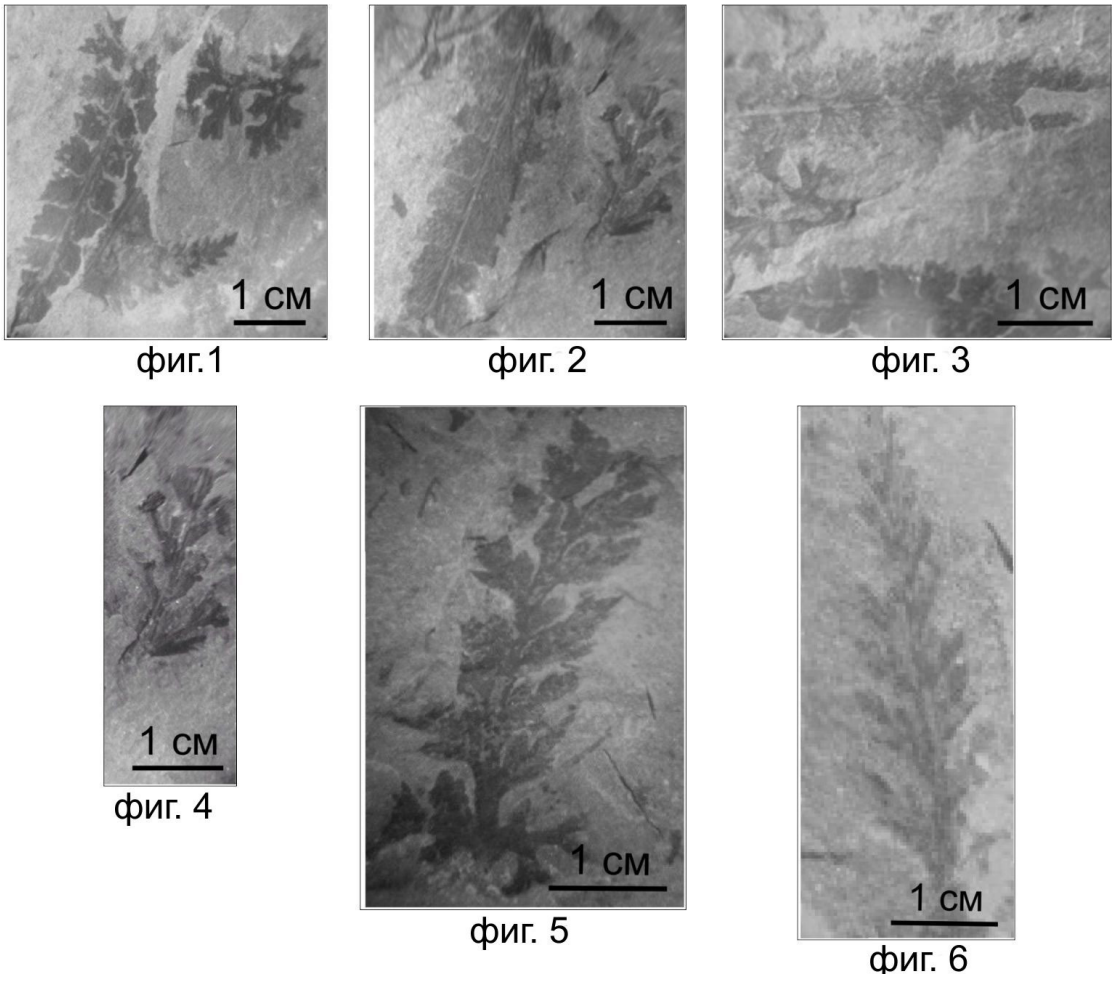


Рис. Ископаемая флора

Литература

1. Быстрицкая Л.И. Новые виды растений из юрских отложений Западно-Сибирской равнины (Томская область) // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1992. – С. 58-60.
2. Киричкова А.И., Быстрицкая Л.И., Травина Т.А. Род Coniopteris и чекановскиевые в юрской флоре Западной Сибири и их значение для стратиграфии // Эволюция жизни на Земле Томск: ТГУ, 2001. – С. 353-354.
3. Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. – СПб.: Недра, 2005. – 378 с.
4. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2003. – 114 с.
5. Шурыгин Б.Н. Зональная шкала нижней юры и аалена на севере Сибири по двустворкам // Геология и геофизика. 1987. № 6. – С. 3-11.

К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ И ВОЗРАСТЕ ДЖИДИНСКОЙ СВИТЫ (ДЖИДИНСКАЯ ЗОНА, ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

В.С. Ташлыков

Научный руководитель зав. лаб. Геодинамики ГИН СО РАН О.Р. Минина

ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», г. Улан-Удэ, Россия

В понимании эволюции Центрально-Азиатского складчатого пояса, наряду с магматическими и метаморфическими образованиями, важными являются осадочные и вулканогенно-осадочные комплексы, формировавшиеся в палеобассейнах прошлого и содержащие информацию о геодинамических обстановках, существовавших в период их образования. В современной структуре складчатого обрамления юга Сибирской платформы Джидинская зона каледонид охватывает территорию Юго-Западного Забайкалья (бассейн р. Джиды) и смежных районов Северной Монголии (бассейны рек Ури-Гол и Эгийн-Гол) и представляет собой область развития венд-раннепалеозойских океанических, островодужных и окраинно-морских структурно-вещественных комплексов [1, 2, 4, 11]. Однако остаются дискуссионными ряд вопросов, касающихся объема, возраста двух региональных стратонов – хохюртовской и джидинской свит [3, 6, 8, 10].

Джидинская свита имеет ключевое значение в понимании истории геологического развития Джидинской зоны, являясь важнейшим индикатором тектонического режима. Реконструкция ее разреза, определение объема и возраста, всестороннее изучение литологических и фациальных характеристик пород являются весьма важными задачами при решении вопросов ее генетической и геодинамической типизации.

Джидинскую свиту впервые выделил Б.А. Артемьев (1932) и отнес к ней почти все осадочные породы, распространенные в бассейне р. Джиды. Возраст отложений он считал девонским в соответствие с находкой девонской фауны А.В. Львовым (1924) и собственными. М.В. Бесовой (1932) были выделены два крупных региональных подразделения – осадочно-вулканогенное, позже названное хохюртовской свитой, и осадочное флишоидное, собственно джидинская свита. В известняках хохюртовской свиты ей была впервые обнаружена фауна археоциат и возраст всех стратифицированных отложений стал считаться кембрийским. Позже неоднократно пересматривались объем и возраст этих стратонов.

Основным критерием выделения свиты является ее ритмичное строение обусловленное чередованием горизонтов, слоев, прослоев песчаников, алевролитов, алевропелитов и смешанных терригенно-карбонатных пород – карбонатных песчаников, алевролитов, известняков. В отдельных пачках существенно карбонатных пород присутствуют прослои силицитов. Ограниченным распространением пользуются конгломераты. По строению джидинский флиш был расчленен на 4 типа пачек (фациальных ассоциаций) – псефитовую, терригенную, карбонатно-терригенную и карбонатную.

Объектом наших исследований стали песчаники терригенной и карбонатно-терригенной пачек (ассоциаций). Терригенная пачка характеризуется резким преобладанием песчаников и отсутствием известняков. Карбонатно-терригенная пачка отличается значительным содержанием карбонатной составляющей в песчаниках, присутствием прослоев и горизонтов известняков и силицитов, часто с тонкими слоистыми текстурами. Пачки имеют сложное многопорядковое ритмичное строение. В составе пород пачек преобладают ритмичные пакеты, сложенные повторяющимися слоями (0,3-1 м) прямоградированными от среднезернистого песчаника до алевропелита с полным набором интервалов Боума. Для верхних частей ритмитов характерно обогащение пород карбонатом. Песчаники этих пачек близки по гранулометрическому, минеральному и химическому составу. Обломочная часть представлена кварцем (обычно преобладает), полевыми шпатами, обломками пород - средних и кислых эффузивов, гранитоидов, известняков, силицитов. микрокварцитов. Матрикс песчаников составляет до 70% объема, представлен карбонатными и глинистыми минералами или развивающимися по ним серицитом и хлоритом. По составу матрикса песчаники четко разделяются на две группы – высокоглиноземистые с преимущественно глинистым матриксом и карбонатные - с глинисто-карбонатным матриксом. В соответствии с классификацией Ф. Петтиджона [7], песчаники идентифицируются с кварцевые граувакками, основным обломочным компонентом которых являются средние вулканиты и магматиты нормального ряда. Кроме того, среди песчаников присутствуют высокоглиноземистые кварцевые граувакки. На диаграмме ТМ-TiO_2 Я.Ю. Юдовича (наши данные) песчаники разделились на граувакки с содержанием TiO_2 больше 1 и ТМ больше 0.6 (б-н. р. Хасуртый) и аркозы с содержанием TiO_2 от 0.3 -1 и ТМ от 0.4-0.6 (р. Дунду-Гол) [12]. В кластике всех песчаников присутствуют вулканиты от основного до кислого составов, отмечаются обломки трахитов, кроме того много КПШ и обломков магматитов кислого и среднего составов. При этом размывалась и карбонатная толща (обломки известняков и карбонатный матрикс песчаников). По составу кластики флишоидная толща связана с образованиями базальтового надкомплекса и является продуктом его денудации.

По данным предшествующих исследований, образование отложений свиты связывается с геодинамическими обстановками окраинного (задугового) моря, преддугового палеобассейна или остаточного палеобассейна эпохи закрытия океана. Для реконструкций палеотектонических обстановок были применены диаграммы М.Р. Бхатия по Fe_2O_3+MgO, TiO_2, K_2O/Na_2O, Al_2O_3/SiO_2 (главные элементы терригенных пород) [13]. Песчаники разреза р. Хасуртый характеризуется высокими значениями Fe_2O_3+MgO (8-14%), TiO_2 (0.8-1.4%), Al_2O_3/SiO_2 (0.24-0.33) и низкими K_2O/Na_2O (0.2-0.4%), что соответствует обстановкам преддуговых бассейнов [5]. Наши данные подтверждают выводы А.В. Филимонова, о том, что накопление этих отложений происходило в преддуговом бассейне островодужной системы, где господствовали обстановки лавинной терригенной и кремнистой пелагической седиментаций. Эрозии подвергались вулканические постройки, а также комагматичные им кислые и средние интрузии. Песчаники р. Дунду-Гол (5 анализов) характеризуются более низкими значениями

Fe_2O_3+MgO (5-8%), TiO_2 (0.5-0.7%), Al_2O_3/SiO_2 (0.15-0.20) и более высокими K_2O/Na_2O (0.4-0.8) и попадают в поле обстановок задуговых бассейнов.

О возрасте джидинской свиты, к настоящему времени, имеются противоречивые данные. Свита разными исследователями считается кембрийской, венд-ордовикской, ордовикской, силурийско-девонской, девонской. В породах, включаемых в состав терригенной, терригенно-карбонатной и карбонатной ассоциаций бассейна р.Хасуртый установлены богатые комплексы миоспор, определяющие позднедевонское, средне- и позднефранское время накопления отложений. В результате наших исследований в известняках здесь определены водоросли родов Rotpletzella (силур-девон), Ikella (верхи силура-девон) и Subtilloria ex gr. latissima Luch. (девон-карбон), хитинозои рода Lagenochitina sp. (ордовик-девон). В противоречие с палеонтологическими данными вступают результаты U-Pb датирование методом LA-ICPMS детритовых цирконов [9]. Среди цирконов из отложений джидинской и хохюртовской свит не установлены зерна с возрастом моложе 578±5 млн л. По мнению Л.З. Резницкого с соавторами островодужные и коллизионные гранитоиды Джидинской зоны не были источником сноса для терригенных пород и соответственно возраст отложений свит не может быть моложе кембрия. Эти данные подтверждаются результатами по изотопному датированию гранитоидов джидинского комплекса (504–506 млн лет), прорывающих флишоид (однозначно прорывание установлено в одной точке по р.Дунду-Гол). Однако, интрузивные контакты гранитоидов и терригенных отложений джидинской свиты установлены там, где последние не охарактеризованы палеонтологически. А изучение детритовых цирконов, по нашему мнению, может говорить о том, что в период образования этих отложений гранитоиды, по каким-то причинам, не размывались, и ограничивать нижний возрастной предел времени накопления отложений как не древнее вендского.

Таким образом, наши данные, в целом, подтверждают сделанные ранее выводы о составе терригенных пород, их источниках сноса и условиях осадконакопления. По составу кластики флишоидная толща связана с денудацией вулканических построек, а также комагматичных им кислых и средних интрузий. Полученные дополнительные сведения о возрасте отложений бассейна р. Хасуртый свидетельствуют в пользу девонского времени их накопления. Вышеизложенные данные позволяют предполагать, что в составе джидинской свиты объединены разновозрастные, но фациально близкие отложения. Мы не исключаем возможность телескопирования палеобассейнов разного возраста. В пользу этого свидетельствуют полученные новые данные о возрасте отложений, присутствие аркозов среди песчаников и различные палеотектонических обстановках их формирования.

Литература

1. Альмухамедов А.Н., Гордиенко И.В., Кузьмин М.И., Томуртогоо О., Томурхуу Д. Джидинская зона – фрагмент Палеоазиатского океана // Геотектоника, 1996, №4. – С. 25-42.
2. Беличенко В.Г. Нижний палеозой Западного Забайкалья. М: Наука, 1969. – 208 с.
3. Гордиенко И.В., Филимонов А.В., Минина О.Р., Горнова М.А., Медведев А.Я., Климук В.С., Елбаев А.Л., Томуртогоо О. Джидинская островодужная система палеоазиатского океана: строение и основные этапы геодинамической эволюции в венде-палеозое // Геология и геофизика, 2007, т. 48, №1. – С. 120-140.
4. Гордиенко И.В., Гороховский Д.В., Елбаев А.Л., Баянова Т.Б. Новые данные о возрасте раннепалеозойского габброидного и гранитоидного магматизма Джидинской зоны каледонид (Юго-Западное Забайкалье, Северная Монголия) // Доклады Академии наук, 2015, т. 463, № 5. – С. 576-580.
5. Интерпретация геохимических данных: учебное пособие под ред. Е.В. Склярова. Москва: Интермет Инжиниринг, 2001. – С. 288.
6. Минина О.Р. Стратиграфия и комплексы миоспор отложений верхнего девона Саяно-Байкальской горной области. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2003. – 17 с.
7. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы. Пер. с англ. М.: Недра, 1981. – 751 с.
8. Руженцев С.В., Минина О.Р., Аристов В.А., Катюха И.П., Голионко Б.Г. Тектоника Икат-Багдаринской и Джидинской зон Западного Забайкалья // Проблемы тектоники Центральной Азии. М.: ГЕОС, 2005. – С. 171–196.
9. Резницкий С.З., Ковач В.П., Бараш И.Г., Ван К.-Л., Чун С.-Л., Джан Б.-М. Источники сноса терригенных пород Джидинского островодужного террейна по данным LA-ICPMS датирования детритовых цирконов // Материалы научного совещания: Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Вып. 11. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2013. – С. 194-195.
10. Филимонов А.В. Строение и основные этапы тектонической эволюции Джидинской островной дуги венда (?) - раннего палеозоя // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Мат-лы научн. конф., посвященной 120-летию основания Томского Гос. ун-та. Томск, 1998. – С. 164-165.
11. Филимонов А.В. Характерные геологические формации и формационные ряды палеозоя Юго-Западного Забайкалья (условия формирования и геодинамическая интерпретация). Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2003. – 17 с.
12. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. Санкт-Петербург: Наука, 2000. – 479 с.
13. Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical compositions of sandstones // J. Geology. 1983. Vol. 91. – P. 611−627.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ПЛАСТ $Ю_4$) УСТЬ-ТЕГУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДЕМЬЯНСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН)

Я.С. Тощева

Научный руководитель доцент М.И. Шаминова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования являлись юрские отложения (пласт $Ю_4$), вскрытые бурением в южной части Тюменской области, в Демьянском нефтегазоносном районе на Усть-Тегусском месторождении (скважины № 1, № 2, № 3).

По результатам исследования выделены следующие литофациальные группы: в скважине № 1 юрские отложения (пласт $Ю_4$) формировались в озерной обстановке [1, 2]. Породы в основном представлены алевролитами (рис. 1),с примесью крупнозернистого песчаного материала, с поровым глинистым цементом, с горизонтальной, пологоволнистой слоистостью. Присутствует растительный детрит. Отмечаются межзерновые поры и внутризерновые поры растворения. Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 1 следующий: каолинит - 74, хлорит - 14, гидрослюда - 8 и прочие минералы.

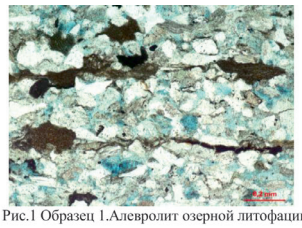


Рис.1 Образец 1.Алевролит озерной литофации



Рис.2 Образец 2-1. Песчаник литофации аллювиального русла

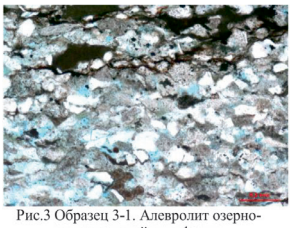


Рис.3 Образец 3-1. Алевролит озерно-аллювиальной литофации



Рис.4 Образец 3-2. Песчаник аллювиальной литофации речного канала

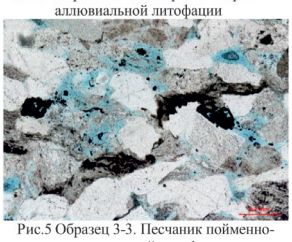


Рис.5 Образец 3-3. Песчаник пойменно-аллювиальной литофации

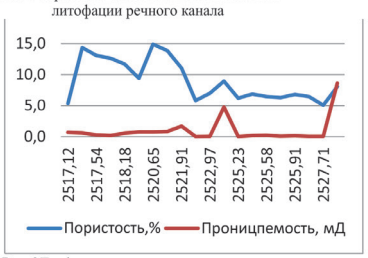


Рис.6 График изменения пористости и проницаемости с глубиной скв. №1



Рис.7 График изменения пористости и проницаемости с глубиной скв. №2



Рис.8 График изменения пористости и проницаемости с глубиной скв. №3

Во второй скважине изучаемые отложения можно разделить на две литофации. Первая – песчаники аллювиального русла. Слоистость пологоволнистая, косая параллельная, иногда слабо срезанная. Отложения представлены песчаниками (рис. 2) мелко-среднезернистыми полимиктовыми с поровым карбонатным, плёночно-поровым глинистым и регенерационным кварцевым цементом. Присутствуют единичные остатки растительной органики. Полые межзерновые поры. Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 2-1 следующий: каолинит - 88, хлорит - 7, гидрослюда - 4 и прочие минералы. Вторая – песчаники отложений шлейфов конусов выноса. Слоистость нечеткая пологоволнистая и линзовидноволнистая. Отложения представлены песчаниками

крупно-мелко-среднезернистыми слабо алевритистыми полимиктовыми с плёночно-поровым сидеритовым, поровым глинистым, и регенерационным кварцевым цементом. Отмечаются обломки углефицированной древесины. Полые межзерновые и внутризерновые поры. Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 2-2 следующий: каолинит - 86, хлорит - 8, гидрослюда - 4 и прочие минералы.

В скважине № 3 изучаемые отложения можно разделить на 3 литофации. К первой можно отнести алевролиты, которые сформировались в озерно-аллювиальной обстановке. Слоистость нечеткая пологая, косо-волнистая прерывистая, слабо срезанная. Отложения представлены алевролитами (рис. 3), с примесью мелко-крупнозернистого песчаного материала, с поровым глинистым и карбонатным цементом. Межзерновые изолированные полые и внутризерновые поры. Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 3-1 следующие: каолинит - 45, хлорит - 26, гидрослюда – 22 и прочие минералы. Вторая литофация представлена песчаниками отложений речного канала. Слоистость косая пологонаклонная, горизонтальная. Отложения представлены песчаниками (рис. 4) средне-мелкозернистыми полимиктовыми, с пленочно-поровым глинистым и регенерационным кварцевым цементом. Преобладают межзерновые изолированные полые поры неправильной, реже изометричной формы, также отмечаются вторичные поры растворения.

Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 3-2 следующие: каолинит - 70, хлорит - 15, гидрослюда – 10 и прочие минералы. К третьей относятся песчаники пойменно-аллювиальной обстановки. Слоистость горизонтальная. Отложения представлены песчаниками (рис. 5) средне-мелкозернистыми, полимиктовыми, с пленочно-поровым глинистым, поровым карбонатным и регенерационным кварцевым цементом. Присутствует растительный детрит. Изолированные межзерновые полые поры, отмечаются вторичные поры растворения. Результаты рентгеноструктурного анализа (%) образца 3-3 следующие: каолинит - 82, хлорит - 6, гидрослюда - 9 и прочие минералы.

По данным фильтрационно-емкостных свойств в программе Exsel были построены графики (рис. 6-8) изменение пористости и проницаемости с глубиной по трем скважинам. Максимальные значения пористости и проницаемости приурочены к песчаникам аллювильного русла с повышенным содержанием битуминозного вещества (скважина 2).

Результаты исследований позволили установить латеральную фациальную изменчивость в пределах пласта $Ю_4$ с востока на северо-запад. Озерные отложения сменяются русловыми аллювиальными литофациями. В этом же направлении увеличиваются фильтрационные емкостные свойства пород. Породы на северо-западе обладают лучшими коллекторскими свойствами, что подтверждается результатами испытаний.

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. Бетхер О.В., Вологдина И.В. Осадочные горные породы. Систематика и классификации. Примеры описания: Учебное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2016. – 118 с.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУНАКСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНЯЯ-ВЕРХНЯЯ ЮРА) ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.И. Третьякова
Научные руководители доценты М.И. Шаминова, И.В. Рычкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пласты нефтегазоносных пород-коллекторов должны иметь определенную мощность и относительно постоянную проницаемость по латерали. Мощность, ниже которой пласт-коллектор не может разрабатываться с необходимой экономической эффективностью, зависит от многих причин, включая стоимость бурения в данном районе, глубину и фильтрационно-ёмкостные свойства пород, которые определяются принадлежностью их к определенным свитам.

На юго-востоке Западной Сибири широко распространены нефтегазоносные наунакская и тюменская свиты. Выделение критериев для разделения этих свит между собой является дискуссионным [4].

Наунакская свита (средняя-верхняя юра), распространенная на юго-востоке Западной Сибири (Томская область) прибрежно-морского генезиса. Она входит в состав васюганского горизонта, куда также входит морская васюганская свита. Их подстилает среднеюрская тюменская свита [3]. Для выделения признаков наунакской свиты нами были детально изучены литолого-петрографические особенности, минеральный состав пород и особенности растительных макроостатков в скважин на площади Двойная.

Для стратиграфического расчленения были использованы данные ГИС, а также комплекс палеоботанических макроостатков. Наунакская свита богата на остатки растений, которые входят в состав одноименного фитогоризонта [2, 5]. На юго-востоке Западной Сибири в его составе преобладают голосеменные, многочисленны папоротники, встречаются хвощовые и иногда хвойные (в основном остатки семян). В составе папоротников лидирующая роль принадлежит мелколистному с сильно расчлененными перышками роду Coniopteris: C. latilobus, C. simplex, C. depensis. Отпечатки растений встречаются на поверхностях напластования в алевролитах и аргиллитах.

В результате литолого-петрографических исследований были выделены литофациальные группы отложений: алевролиты крупнозернистые, алевролиты мелкозернистые и аргиллиты [1, 9].

Алевролиты крупнозернистые серые, плотные. Породы характеризуются алевритовой структурой, содержат примесь песчаного материала. Содержание обломков псаммитовой размерности, не превышает 10% от объема породы. Обломки полуугловатые, плохо окатанные, представлены преимущественно кварцем и полевыми шпатами. Цементирующая масса гидрослюдистая с примесью слюд, в цементе отмечаются многочисленные включения углефицированных растительных остатков и вкрапления пирита. В породах фиксируется битуминозное вещество, приуроченное к тонким трещинкам и отдельным участкам. Трещинки ориентированы субпараллельно напластованию (рис. 2).

Алевролиты мелкозернистые темно-серые, плотные, характеризуются однородной, слабоориентированной текстурой и алевро-псаммитовой структурой. Порода состоит из обломков кварца, полевых шпатов, сцементированных гидрослюдами с примесью мусковита и серицита. В породах отмечается большое количество битуминозного вещества, приуроченного к субпараллельным трещинкам (рис. 3).

Аргиллиты черные, плотные, с примесью обломков алевритовой размерности. Угловатые, неокатанные обломки представлены кварцем и полевыми шпатами. В ультрафиолетовом свете фиксируется неравномерно рассеянное битуминозное вещество, приуроченное к отдельным участкам породы и микротрещинам (рис 4). В породе отмечается большое количество углефицированного растительного детрита - УРД (рис. 5).

а

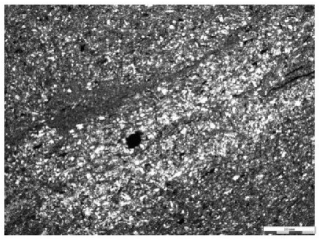


Рис. 1. Алевролит крупнозернистый с УРД

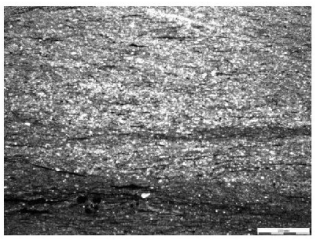


Рис. 2. Алевролит мелкозернистый с УРД

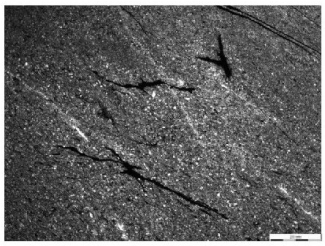


Рис. 3. Аргиллит

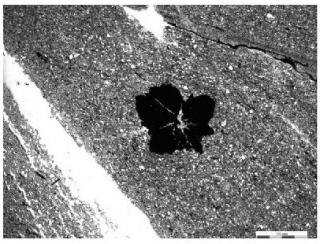


Рис. 4. Аргиллит с УРД

Для пород наунакской свиты характерна высокая степень преобразованности плагиоклазов, а также отсутствие вулканогенных пород, иногда встречается глауконит, отмечается слабая степень сортировки и окатанности обломочного материала, в составе цементирующей массы фиксируются карбонаты (сидерит, кальцит). К постдиагенетическим преобразованиям относятся катаклаз, трещиноватость, корродированность, регенерация кремнистых обломков, разложение полевых шпатов, каолинизация, битуминозность [6, 7, 8].

Таким образом, благодаря проведенному комплексному анализу исследуемых отложений, выяснению особенностей литолого-петрографического, минерального состава пород и растительных макроостатков были найдены критерии выделения наунакской свиты по разрезу скважин площади Двойная. Также были выделены литофациальные группы: алевролиты крупнозернистые, алевролиты мелкозернистые, аргиллиты.

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. Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. – СПб.: Недра, 2005. – 378 с.
3. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2003. – 114 с.
4. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд - во СО РАН, филиал «ГЕО», – 2000. – 480 с.
5. Ezhova A and Nedolivko N. Geophysical characteristics and structural composition of clay rocks in the terrigenous complex of the southeastern part of the West Siberian oil and gas bearing province // XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development" 6–10 April 2015, Tomsk, Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012011, 6 p. doi:10.1088/1755-1315/27/1/012011.
6. Nedolivko N, Perevertailo T, Li Cunyi and Abramova R. Specific features of Bazhenov suite sediments in south-eastern Nurolsk sedimentary basin (Tomsk Oblast) // XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development" 6–10 April 2015, Tomsk, Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012014, 6 p. doi:10.1088/1755-1315/27/1/012014.
7. Perevertailo T, Nedolivko N, Dolgaya T. Vasyugan horizon structure features within junction zone of Ust-Tym depression and Parabel megaswell (Tomsk Oblast) // Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 24 (2015) 012023 doi:10.1088/1755-1315/24/1/012023.
8. Shaminova M, Rychkova I, Sterzhanova U and Dolgaya T. Lithologo-facial, geochemical and sequence-stratigraphic sedimentation in Naunak suite (south-east Western Siberia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2014. — Vol. 21.
9. Shaminova M, Rychkova I, Sterzhanova U. Paleogeographic and litho-facies formation conditions of MidUpper Jurassic sediments in S-E Western Siberia (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2016. — Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. — [012001, 5 p.].

ИСКОПАЕМЫЕ ОСТАТКИ КОСТИСТЫХ РЫБ СЕМЕЙСТВА SCOMBRIDAE ИЗ ТАВДИНСКОЙ СВИТЫ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Я.С. Трубин

Научный руководитель заместитель директора научно-образовательного центра «Геология нефти и газа» П.В. Смирнов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Тавдинская свита широко распространена на территории Западной Сибири, Зауралья и Тургайского прогиба [13] и датирована бартонским и приабонским веками [15], однако возраст тавдинской свиты неоднократно пересматривался [7, 12] на основании изучения микропалеонтологических остатков. Представления о палеоэкологии древнего моря, в котором происходило формирование глин тавдинской свиты, базируются на интерпретации палеонтологического материала. Значительный объем информации получен при анализе палинологических данных [1, 3, 4, 8] в комплексе с изучением ископаемых остатков остракод, фораминифер и зубов акул [9, 10, 11]. Имеются незначительные по объему данные о комплексе моллюсков с редким упоминанием о его таксономическом составе [2]. Вместе с тем полностью отсутствуют данные о костистых рыбах, что связано с плохой сохранностью и скелетной фрагментарностью ископаемых остатков, что затрудняет их таксономическое определение и палеоэкологическую интерпретацию.

Высокой степенью изученности и обильностью находок эоценовых костистых рыб отличается местонахождение Монте Болка (Monte Bolca) в северной Италии, которое считается одним из крупнейших в мире [16, 18]. В России наиболее изучены эоценовые костистые рыбы из отложений её европейской части [5, 6, 14, 19]. На этих местонахождениях ископаемые остатки рыб представлены цельными скелетами без особых анатомических нарушений. Из тавдинской свиты Западной Сибири скелетные фрагменты костистых рыб очень редки при полном отсутствии находок их цельных скелетов.

Костистые рыбы являются уникальным и независимым палеоэкологическим индикатором гидродинамических условий, газового режима древнего бассейна и трофических отношений между его обитателями. Системное изучение обильных находок фрагментов скелета костистых рыб, с уточнением их таксономического положения, позволит расширить и дополнить представления о палеоэкологических и палеогеографических особенностях позднеэоценового моря Западной Сибири, в котором происходило накопление глин тавдинской свиты.

Осенью 2016 г. на территории Кыштырлинского карьера, расположенного в 30 км южнее г. Тюмень, в глинах тавдинской свиты были обнаружены позвонки костистых рыб размером от 0,8 до 1,7 см в поперечном разрезе и от 0,4 до 1,2 см в длину, почти округлой формы. Высота тела позвонка преобладает над его длиной. В поперечном разрезе ширина позвонка преобладает над глубиной. На позвонке имеются боковые ямки. Позвонки короткие, массивные. Остистый отросток не сохранился (Рис.).

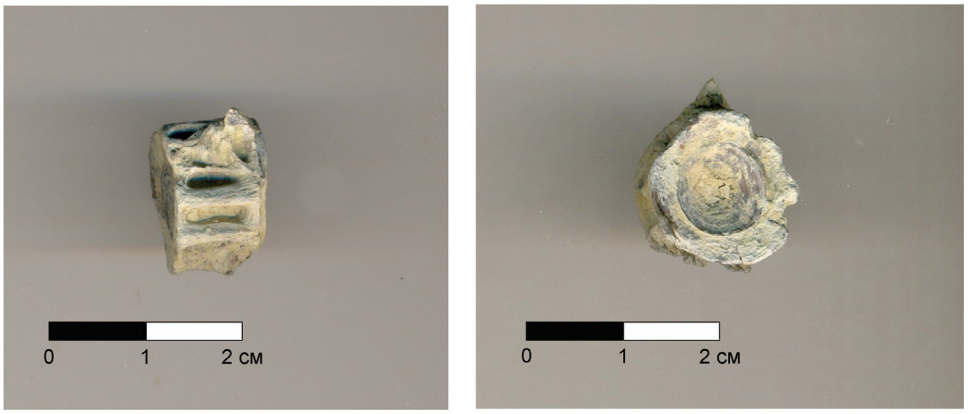


Рис. Ископаемые фрагменты позвоночного столба костистых рыб семейства Scombridae из отложений тавдинской свиты (г. Тюмень, Кыштырлинский карьер)

Плохая сохранность, фрагментарность находок и низкая степень полноты скелетных остатков не позволяют сделать более качественное таксономическое определение, чем до уровня семейства Scombridae (Perciformes, Teleostei).

Ископаемые остатки представителей семейства Scombridae встречаются практически во всех известных местонахождениях эоценовых ихтиокомплексов России и Зарубежья и занимают доминирующее положение над другими таксонами костистых рыб [17, 20, 21], что свидетельствует о расцвете Scombridae и их масштабном заселении практически всех акваторий в эоценовое время.

Представители семейства Scombridae являются стайными теплолюбивыми пелагическими формами, служащими пищей для более крупных хищников. Такими хищниками в тавдинском море могли быть древние акулы. Сами Scombridae питались как зоопланктоном, так и более мелкими рыбами, включая своих сородичей.

Также известны случаи питания Scombridae мелкими морскими млекопитающими и десятиногими раками. Не исключено существование мелких морских млекопитающих и десятиногих раков, находки которых еще не осуществлены, в водах позднеэоценового моря на территории юга Тюменской области.

Фрагментарное состояние скелетных элементов свидетельствует о быстром разложении мягких тканей, которое началось еще задолго до погружения ископаемых остатков в осадок. Возможно также действие агентов, которые участвовали в посмертном незначительном растаскивании туши древней рыбы, нарушившие анатомическую целостность скелета, закономерную ориентировку и сортировку ископаемых остатков. Такими агентами могли быть слабые придонные течения или бентосные организмы, ведущие активный образ жизни. Отдельность скелетных элементов не позволяет определить характер газового режима в придонных условиях.

Необходимы дельнейшие полные таксономические, геохимические и седиментологические исследования, проводимые в условиях контролируемых раскопок. Такое изучение позволит сделать более детальную палеореконструкцию условий, при которых происходило формирование глин тавдинской свиты.

Литература

1. Ахметьев М.А., Запорожец Н.И. События палеогена в центральной Евразии, их роль в развитии флоры и растительного покрова, смещение границ фитохорий и изменениях климата // Стратиграфия, геологическая корреляция, 2014, т. 22, №3. – С. 90.
2. Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Яковлева А.И., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Орешкина Т.В., Гнибиденко З.Н., Доля Ж.А. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия, геологическая корреляция, 2010, т. 18, № 6. – С. 78-103.
3. Ахметьев М.А. Проблемы стратиграфии и палеогеографии палеогена средних широт центральной Евразии // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 10. – С. 1367-1387.
4. Бакиева Л.Б. Палинология и стратиграфия палеогена зауральского и центрального литолого-фациальных районов Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 190 с.
5. Банников А.Ф. Ископаемые колючеперые рыбы (Acanthopterygii): систематика, филогения и роль в кайнозойских ихтиокомплексах тетиса и паратетиса // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Работа выполнена в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка Российской академии наук, 2009. – 27 с.
6. Банников А.Ф., Парин Н.Н. Палеоокеанология кайнозойских бассейнов Тетиса и Паратетиса на основании изучения комплексов ископаемых рыб // Информационный бюллетень РФФИ №4, 1996. – 379 с.
7. Васильева О.Н. О возрасте тавдинской свиты в Тургайском прогибе // Труды института геологии и геохимии им. Академика А.Н Заварицкого, 2015, №162. – С. 8 – 20.
8. Запорожец Н.И., Ахметьев М.А. Средний и верхний эоцен Омского прогиба, Западно-Сибирская плита: палинологические, стратиграфические, гидрологические и климатические аспекты // Стратиграфия, геологическая корреляция, 2013, т. 21, №1. – С. 102.
9. Малышкина Т.П. История палеогеновых акул рода Abdounia (Elasmobranchii: Carcharhiniformes) // Современная палеонтология: классические и новейшие методы, 2016. – С. 28.
10. Малышкина Т.П. Комплекс эласмобранхий позднего эоцена в плейстоценовом аллювиальном тафоценозе в среднем Зауралье: Биостратиграфическое и палеогеографическое значение // Литосфера – 2003, №4. – С. 84-90.
11. Малышкина Т.П. Новые акулы рода Abdounia (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) из верхнего эоцена Зауралья // Палеонтологический журнал, 2012, № 4. – С. 60.
12. Подобина В.М., Чернышов А.И. Стратиграфия и микрофаунистическая характеристика тавдинской свиты Западной Сибири // Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск), 2012. – С. 216-220.
13. Стратиграфия СССР. Палеогеновая система/ Гл.ред. Гроссгейм В.А., Коробков И.А. – Москва.: Недра, 1975. – 524 с.
14. Сычевская Е.К., Банников А.Ф., Парин Н.Н., Прокофьев А.М. История ихтиофауны южных бассейнов России и сопредельных стран в кайнозое // Информационный бюллетень РФФИ №4, 1996. – 379 с.
15. Унифицированные региональные стратиграфические схемы неогеновых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2001. – 84 с.
16. Giuseppe Marram`a, Alexandre F. Bannikov, James C. Tyler, Roberto Zorzin, Giorgio Carnevale. Controlled excavations in the Pesciara and Monte Postale sites provide new insights about the palaeoecology and taphonomy of the fish assemblages of the Eocene Bolca Konservat-Lagerst¨atte, Italy // Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, Vol. 454, 2016, pp. 228-245.
17. Kenneth A. Monsch. A new fossil bonito (Sardini, Teleostei) from the Eocene of England and the Caucasus, and the evolution of tail region characters of its Recent relatives // Paleontological Research, Vol. 4, Part 1, 2000, pp. 75 – 80.
18. Kenneth A. Monsch. A Revision of scombrid fishes (Scombroidei, Perciformes) from the Middle Eocene of Monte Bolca, Italy // Palaeontology, Vol. 49, Part 4, 2006. pp. 873-888.
19. Kenneth A. Monsch, Alexandre F. Bannikov. New taxonomic synopses and revision of the scombroid fishes (Scombroidei, Perciformes), including billfishes, from the Cenozoic of territories of the former USSR // Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. 102, Part 04, 2011, pp. 253 – 300.
20. Kenneth A. Monsch. Revision of the scombroidshes from the Cenozoic of England // Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. 95, Part 3-4, 2004. pp. 445-489.
21. Kerin M. Klaeson, Raphaël Sarr, Robert V. Hill, El Hadji Sow, Raymond Malou, Maureen A. O'leary. New fossil scombrid (Pelagia: Scombridae) fishes preserved as predator and prey from the Eocene of Senegal // Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Vol. 164, Part 1, 2015. pp. 133-147.

ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ СЕЙСМОДИСЛОКАЦИИ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЯЛОМАНСКОМ ГРАБЕНЕ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

И.В. Турова, Ю.М. Ряполова, Е.Ю. Лобова
Научный руководитель с.н.с., доцент Е.В. Деев
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН;
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Горный Алтай – классическая территория неотектонического горообразования, где процессы орогенеза сопровождаются высокой сейсмичностью. Одна из ключевых неотектонических структур территории – Катунский разлом (рис. 1), вдоль которого заложена долина р. Катунь [2, 5]. Эта структура растяжения с оперяющими ее разломами образует зону шириной до 20-40 км и протяженностью до 200 км. Практически все оперяющие Катунский разлом дизъюнктивы дренируются крупными и мелкими правыми и левыми притоками Катуни. Молодость Катунского разлома подчеркнута резким понижением местного базиса эрозии для ряда притоков, в результате чего они имеют невыработанный профиль равновесия и обрываются к Катуни крутопадающими участками или водопадами (реки Камышла, Соузга, Бельтертуюк, Бол. Сумульта, Кадрин, Урсул). Вдоль разлома выделяется несколько приразломных грабенов – Яломанский, Чемальский, Усть-Семинский и Манжерокский [4]. Грабены выполнены мощным комплексом плейстоцен-голоценовых отложений, мощность которых может достигать 400 м.

Инструментальные сейсмологические наблюдения показывают, что с зоной Катунского разлома связаны единичные события с M=4,6-5,0 [4, 5]. Кроме того, с ней пространственно связан эпицентр исторического землетрясения с K=16 (M > 6,0) [5]. Однако палеосейсмологические и археосейсмологические исследования [1, 3] показали, что в позднем плейстоцене – голоцене здесь неоднократно происходили землетрясения с M≥5-5,5. Ниже приводятся новые данные о возрасте и параметрах ряда доисторических землетрясений.

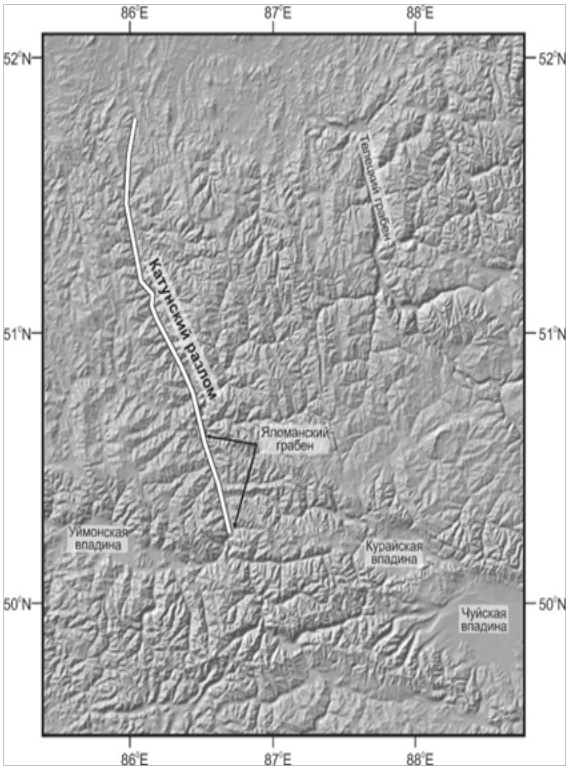


Рис. 1. Положение Катунского разлома в неотектонической структуре Горного Алтая

Проведенные палеосейсмологические исследования в пределах зоны Катунского разлома позволили установить следующее. В разрезах отложений, выполняющих Яломанский грабен (южная оконечность разлома), выявлены первичные и вторичные сейсмодислокации древних сильных землетрясений и их кластеров, произошедших около 150, 90, 38, 25, 20 тыс л н, в интервале 19-12,5 тыс л, моложе 12,5 тыс л (табл. 1). Эпицентральные зоны двух последних землетрясений располагались непосредственно в самом грабене. Магнитуды этих землетрясений составили M=6,4-6,9 и M=7,2-7,7, а интенсивность I=8-10 и I=10-12 баллов по шкале MSK-64, соответственно. Эпицентры других древних землетрясений, в результате которых сформировались выявленные нами разнотипные деформации, могли быть связаны либо с самим Катунским разломом, либо с его многочисленными разломными оперениями. Их магнитуды составляли M≥5-5,5, интенсивность I≥6-7.

Таблица 1

Параметры сильных древних землетрясений, выявленных в Яломанском грабене

	Положение эпицентральной зоны	Характер деформаций	Магнитуда	I, баллы (шкала MSK-64)	Возраст
серия землетрясений		Структуры перемешивания в виде пламеневидных и облаковидных форм, диапиров. Мощности горизонтов с деформациями не превышают 10 см.	≥5-5,5	≥6-7	~150 тыс. лет
землетрясение		Трещины и микроразломы со смещениями до 20 см в песчано-гравийниках, сопряженные с ними флексуры и лежачие складки.	≥5-5,5	≥6-7	~90 тыс. лет
серия землетрясений		Перемешивание мелко-среднезернистых песков и алевритов с образованием структур нагрузки, подушечных и грибовидных форм, дисгармоничные, гармоничные и веерообразные складки. Мощности горизонтов с деформациями 10–15 см.	≥5-5,5	≥6-7	~38 тыс. лет
серия землетрясений		Структуры перемешивания в виде пламеневидных и облаковидных форм, диапиров. Мощности горизонтов с деформациями до 10 см. Две системы встречных микроразломов с амплитудой смещений до 5–7 см. Мощность нарушенного пакета 15 см.	≥5-5,5	≥6-7	~25 тыс. лет
три землетрясения		1. Волнообразные изгибы и разрывы тонких слойков алевритов разжиженными подстилающими среднезернистыми песками. 2. Гармоничные складки с длиной волны 13–15 см и амплитудой до 10 см в средне-мелкозернистых песках. 3. Внедрение грязекаменного потока при спуске обвально-подпрудного озера в озерные алевриты и пески с деформацией их кровли.	≥5-5,5	≥6-7	~20 тыс. лет
землетрясение	Яломанский грабен, район слияния рек М. Яломан и Катунь	Изгиб, дробление на блоки рыхлых отложений. Смещения по сбросам и взбросам до 0,5 м. Грабенообразные просадки и клиновидных растяжения в дресвяниках, заполненные русловыми галечниками. В 8 км к ЮВ – структуры перемешивания аллювиальных гравийно-галечников с подстилающими озерными алевритами и песками амплитудой до 0,5 м.	6,4-6,9	8-10	19-12.5 тыс. лет
землетрясение	Яломанский грабен, район слияния рек М. Яломан и Катунь	Масштабные структуры перемешивания русловых галечников с перекрывающими пойменными алевритами, песками и делювием. Пальцеобразные внедрения русловых галечников в перекрывающий делювий с амплитудой до 2-3 м, вплоть до его разрыва на полную мощность. Дробление делювия на блоки и его рассечение системой алевритовых и песчаных даек (мощность до 0,9 м и высота до 2,5 м) и силлов. В 8 км к ЮВ – структуры перемешивания аналогичных отложений амплитудой до 1 м.	7,2-7,7	10-12	голоценовый

Литература

1. Деев Е.В., Гибшер А.С., Чигвинцева Л.А., Фролова Т.В., Рябинин А.Б. Микросейсмодислокации (сейсмиты) в плейстоценовых осадках Горного Алтая // ДАН. 2005. Т. 403, № 1. – С. 71-74.
2. Деев Е.В., Зольников И.Д., Бородовский А.П., Гольцова С.В. Неотектоника и палеосейсмичность долины нижней Катуни (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 9. – С. 1154-1168.
3. Деев Е.В., Зольников И.Д., Гуськов С.А. Сейсмиты в четвертичных отложениях Юго-Восточного Алтая // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 6. – С. 703-722.
4. Деев Е.В., Зольников И.Д., Лобова Е.Ю. Позднеплейстоцен-голоценовые сейсмогенные деформации в долине р. Малый Яломан (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2015. Т. 56, № 9. – С. 1601-1620.
5. Лукина Н.В. Активные разломы и сейсмичность Алтая // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, № 11. – С. 71-74.

АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДРАКОН

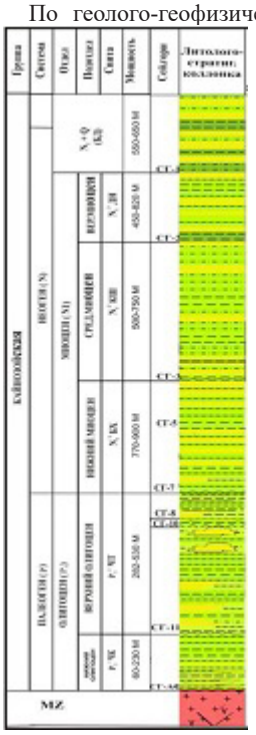
Фам Ван Хоанг

Научный руководитель профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геологический разрез месторождения Дракон, представлен магматическими и метаморфическими породами фундамента (докайнозойского возраста) и терригенными отложениями палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, расчлененными по литологическим, палинологическим и палеонтологическим признакам на свиты местной стратиграфической шкалы (снизу-вверх) [1, 2]: Чаку (нижний олигоцен), Чатан (верхний олигоцен), Батьхо (нижний миоцен), Коншон (средний миоцен), Донгнай (верхний миоцен) и Бьендонг (нерасчлененные плиоцен - четвертичные отложения) (рис. 1).

По геолого-геофизическим данным, в пределах месторождения Дракон, мощность осадочного чехла изменяется от 2,5 - 3,5 км в сводах наиболее приподнятых структур (по данным бурения) до 4,0-5,5 км и более в погруженных частях прогибов (по материалам сейсморазведки).



Вскрытый бурением разрез докайнозойского фундамента представлен полнокристаллическими магматическими и метаморфическими породами. В составе метаморфического комплекса наиболее широко распространены гнейсы биотитовые, роговообманково-биотитовые мигматизированные. Магматические образования представлены комплексом средних (диориты, кварцевые диориты), кислых (преимущественно граниты биотитовые), умеренно кислых (тоналиты, гранодиориты) пород. Вскрытая мощность кристаллического фундамента на Центральном участке 400-600 м.

Отложения палеогеновой системы представлены олигоценовым отделом, в свою очередь который разделен на 2 подотдела: нижний и верхний. В обоих подотделах вскрыты эффузивные породы разного состава и толщины: гиалобазальты, габбро-диабазы и диабазовые порфириты.

Отложения олигоцена, непосредственно перекрывающие породы фундамента, представлены свитой чаку (нижний олигоцен) и чатан (верхний олигоцен).

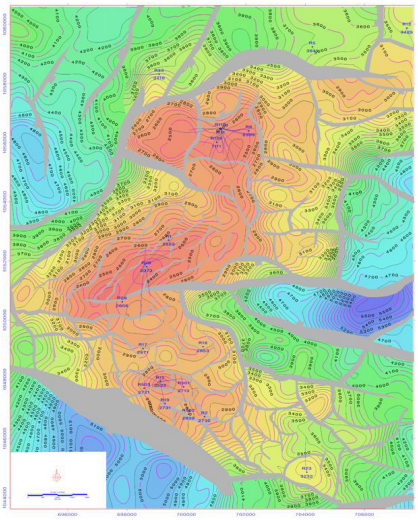
Свита Чаку вскрыта только на Северо-Восточном и на Восточном участках. За верхнюю границу свиты принято несогласие, соответствующее сейсмическому горизонту СГ-11 и приуроченное к кровле нижнеолигоценовых отложений. Свита сложена аргиллитами в верхней части разреза и переслаивающимися между собой аргиллитами, алевролитами и в нижней ее части - песчаниками. На Центральном участке в сводовой части отложения свиты отсутствуют.

Рис. 1. Сводный литолого-стратиграфический разрез месторождения Дракон

Свита Чатан: отложения свиты Чатан разделяются на три подсвиты: нижнюю (комплекс E), среднюю (комплекс D) и верхнюю (комплекс C), кровле которых соответствуют отражающие горизонты СГ-10, СГ-8 и СГ-7. Нижняя подсвита представлена аргиллитами и песчаниками, иногда встречаются прослои вулканогенных пород основного состава и гравелитов, залегающих на фундаменте. Кровле подсвиты соответствует сейсмогоризонт СГ-10, соответствующий эрозионному несогласию позднеолигоценового возраста. Граница отражает смену литофаций от преимущественно глинистых к песчаным. Вверх по разрезу грубообломочные отложения сменяются переслаиванием субконтинентальных и прибрежно-морских песчаников, алевролитов и аргиллитов. Средняя подсвита представлена толщей глин и аргиллитов озерно-болотного генезиса с редкими прослоями речных и прибрежных песчаников. Кровле подсвиты соответствует сейсмогоризонт СГ-8, прослеживаемый по поверхности глинистой пачки. Верхняя подсвита выделяется между СГ- 8 и СГ-7. Отложения этой части сложены переслаивающимися между собой аргиллитами, алевролитами и песчаниками континентального генезиса. Зернистость песчаников меняется от мелкой до средней. Отложения неогеновой системы представлены миоценовым отделом, в свою очередь который разделен на 3 подотдела: нижний (свита Батьхо), средний (свита Коншон) и верхний (свита Донгнай). Свита Батьхо выделяется между сейсмогоризонтами СГ-7 и СГ-3. Разрез подразделяется на 2 части, нижнюю и верхнюю. Нижняя часть выделяется ниже сейсмогоризонта СГ-5. Эта часть свиты представлена переслаиванием мелко-среднезернистых песчаников и тонких пропластков глин. Толщина меняется незначительно. Осадки формировались в условиях фаций лагун, дельт и прибрежной мелководно-морской среды. Верхняя часть выделяется между СГ-5 и СГ-3. Отложения этой части представлены переслаивающимися между собой глинами и песчаниками. На этой участке были получены промышленные притоки нефти. Толщина этой части изменяется в пределах 200-400 м. Осадки этой части свиты формировались в условиях фаций лагун и прибрежной мелководно-морской обстановок. К кровле свиты Батьхо приурочен реперный горизонт монтмориллонитовых глин и аргиллитов (роталиевые глины). Эта глинистая пачка широко распространена в пределах всей Кыулонгской впадины, вскрыта всеми скважинами и имеет толщину до 50-100

м, являясь региональной покрышкой. Кровле пачки соответствует сейсмогоризонт СГ-3. Общая толщина свиты Батьхо изменяется от 770 м до 900 м.

Свита Коншон выделяется между СГ-3 и СГ-2 и сложена аркозовыми песчаниками (местами пески), чередующимися в неравномерном сочетании с глинистыми алевритами и глинами. Встречаются прослои гравия, мергелистых глин и бурых углей. Толщина отложений свиты 500 - 750 м. Обстановки осадконакопления: морское мелководье и прибрежная, затапливаемая морем суша. Залежей нефти и газа не установлено. Свита Донгнай выделяется между СГ-2 и СГ-1. В состав свиты входят, в основном, кварцевые пески с дресвой и гравием, чередующиеся с глинистыми алевритами и глинами. Встречаются тонкие прослои карбонатных пород и линзы бурых углей. Обстановки осадконакопления: морское мелководье и прибрежная зона. Толщина отложений свиты 450-820 м. Залежей нефти и газа не установлено. Свита Бьендонг выделяется в верхней части разреза и представлена, в основном, рыхлыми крупнозернистыми песками (иногда песчаниками), гравием с тонкими прослоями алевритов и мергелистых глин. Установлено наличие морской фауны и глауконита. Толщина отложений свиты 550-650 м. Обстановка осадконакопления: морское мелководье. Залежей нефти и газа не выявлено. Месторождение Дракон характеризуется сложным тектоническим строением, вызванным многочисленными дизъюнктивными нарушениями разных порядков. Они делят исследуемый район на множество блоков, создающих мозаичную структуру площади. Количество разрывных нарушений, их протяженность и амплитуды уменьшаются снизу вверх по разрезу. Значительная часть нарушений затухает до сейсмогоризанта СГ-10, несколько меньшая до СГ-8 и лишь отдельные нарушения затрагивают отложения нижнего миоцена до СГ-3. В фундаменте выделяется две системы разрывных нарушений: субмеридианального, северо-восточного и северо-западного простирания; и субширотного и запад-северо-западного простирания. Первые обладают большей амплитудой, чем вторые. В структурных планах по СГ-11 и СГ-10, в значительной степени, сохраняются основные черты поверхности фундамента. Практически все нарушения является продолжением системы разломов фундамента по двум основным направлениям: субмеридианальному и широтному, по которым, также, происходила инверсия тектонических движений в конце раннего миоцена. В плане по СГ-8, на различных участках выделяются пологие антиклинальные своды небольших размеров. Система нарушений субмеридианального направления формировалась в процессе растяжения и гравитационного сползания блоков. Малоамплитудные структуры и сбросы в толще миоцена отражают спокойный платформенный этап геологического развития территории в данном периоде. Центральный участок соответствует поднятию Центральный Дракон, в пределах которого выделяется три части: северная, центральная и южная (***Рис. 2. Структурная карта по СГ-АФ Центрального участка***), образованные выступами фундамента. Северная часть участка в структурном отношении представляет собой изометричный купол размерами по изогипсе -2850 м - 4 х 3,5 км, амплитудой 170 м. Центральная часть представляет собой вытянутую, простирающуюся в северо-восточном направлении антиклинальную складку размерами по изогипсе -2850 м 4,0х3,5 км, амплитудой 450 м. С севера складка ограничена разрывным нарушением северо-западного простирания, с юга - нарушением широтного простирания. Этими нарушениями средняя часть отделена от Северной и Южной. С запада и востока участок ограничен субмеридианальными разломами амплитудой до 1000 м. Южная часть по кровле фундамента отделяется от Центральной широтным сбросо-сдвигом, протяжённостью свыше 14 км и амплитудой от 50 м на западе до более 1000 м на востоке и представляет собой погружающийся в юго-восточном направлении выступ размерами 2,5 х 5 км, который оконтуривается изогипсой –2900 м; амплитуда около 350 м.



В целом, Южная часть участка Центральный Дракон отличается от Центральной и Северной как по структурно-тектоническим, так и по литолого-стратиграфическим особенностям. Преобладающие разломы в Южной части имеют юго-восточное направление.

С юго-запада участок ограничен крупным сбросом юго-восточного простирания, амплитудой более 1500 м. На востоке и западе участок по сбросам ограничивается глубокими прогибами, в которых фундамент погружен ниже -4000 м. На юго-востоке наблюдается моноклинальное падение пород, где выделяется участок Седловина, в пределах которого выделяются две небольшие локальные складки.

Литература

1. Технологическая схема разработки центрального участка месторождения Дракон / Нгуен Ван Дык, Иванов А.Н., Карапетов Р.В. и др. – Вунгтау: СП “Вьетсовпетро” НИПИморнефтегаз, 2014. – 282 с.
2. Хо Нам Чунг. Повышение эффективности эксплуатации скважин месторождений СП "Вьетсовпетро". Дисс. канд.техн.наук. 25.00.17.-Уфа, 2008. – 150 с.

СЛЕДЫ ДРЕВНИХ ПОЖАРОВ В РАЗРЕЗАХ НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

Б.И. Чылбак

Научный руководитель В.Н. Черных

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

В 2015 г. в Забайкалье сложилась катастрофическая ситуация с лесными пожарами. По данным Республиканского агентства лесного хозяйства выгорело примерно 4% всех лесов. Основной причиной пожаров специалисты считают человеческий фактор. Вместе с тем, лесные пожары в Забайкалье всегда являлись неотъемлемой частью функционирования ландшафтов. В процессе изучения рыхлых неогеновых и четвертичных отложений исследователи иногда сталкиваются со следами древних пожаров. Обычно это одиночные угли, которые в том числе попадаются в погребенных почвах и помогают при датировках, реже скопления углей с прокалом нижележащих пород. Именно скопление продуктов сгорания органического вещества можно отнести к пожарам, представляя их согласно принципу актуализма тождественными современным.

Следы пожаров, как и любого органического вещества, сохраняются в отложениях достаточно плохо. Большая часть сгоревшей древесины или остатков травянистой растительности включается в круговорот вещества, в процессы почвообразования практически сразу же. Чаще сохраняются отдельные крупные угли, поэтому именно они обычно и встречаются в слоях. Судить о масштабах пожара по ним невозможно. Другое дело слои скопления углей или пепла. Но подобная стратиграфическая ситуация встречается редко. Необходимы условия, аналогичные тем, которые мы наблюдаем при фоссилизации костных остатков: отсутствие кислорода, влаги, контакта с внешней средой.

Другая проблема заключается в том, что чем древнее рыхлые отложения, чем глубже они залегают, тем меньше вероятность сохранения следов пожаров. Это применимо, например, к неогеновым отложениям. Ну и наконец, для территорий, где активно протекают процессы перемещения вещества, эрозионные и аккумулятивные, эоловые и солифлюкционные, сохранение остатков древних пожаров in situ маловероятно. К таким территориям относится и Селенгинское среднегорье.

За время проведения исследований с 2012 по 2015 г. найдены следы двух крупных пожаров в четвертичных отложениях и один разрез, содержащий следы пожара, произошедшего в неогене. В работе определение возраста отложений, содержащих следы древних пожаров, проводилось методом корреляции с опорными разрезами Большой Куналей [1] и Тологой. Это стало возможным благодаря результатам комплексной Забайкальской физико-географической экспедиции Института географии им. В.Б. Сочавы (г. Иркутск), в ходе которой получены новые данные по скорости и особенностям осадконакопления в межгорных котловинах, выполнены датировки погребенных почв из лессовидных отложений в бассейне реки Куйтунки и многое другое. На сегодняшний день в центральной части Селенгинского среднегорья имеется несколько опорных разрезов рыхлых отложений с абсолютными датировками (Надеино, Большой Куналей, Буланка).

В качестве объектов исследования в работе выступают: естественное обнажение лессовидных четвертичных отложений, обнаруженное в овраге к востоку от с. Десятниково (51°25'12.21" N 107°32'40.09"E) и 2 разреза отложений, вскрытых инженерно-техническими работами к югу-западу от г. Улан-Удэ (51°44'19.73"N 107°33'19.39"E) (рис. 1 А)

.

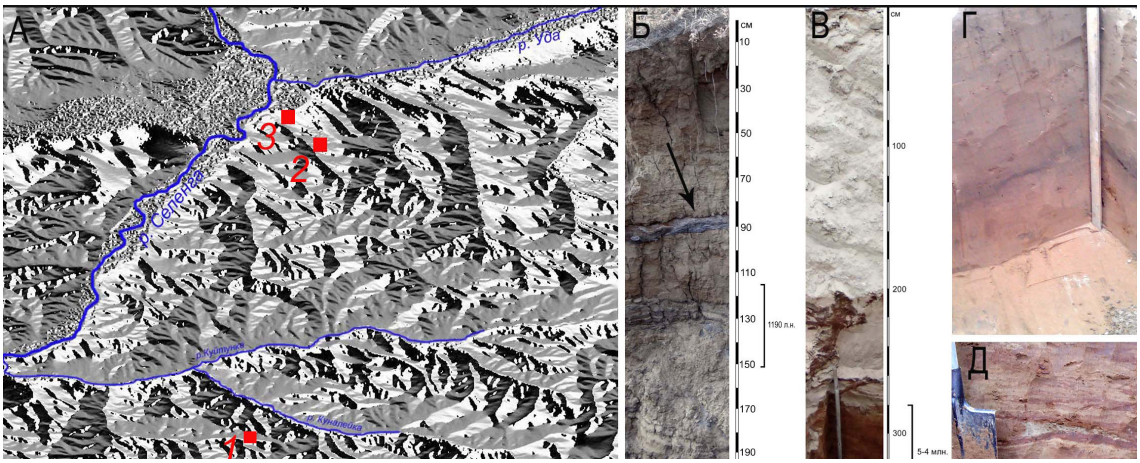


Рис. 1. Следы древних пожаров в неоген-четвертичных отложениях: А – схема расположения опорных разрезов;Б – схема разреза Десятниково; В – схема разреза Вахмистрово 2; Г – разрез Вахмистрово 2; Д – следы пожара в отложениях разреза Вахмистрово 2

Разрез Десятниково (рис.1 Б). Рыхлые четвертичные отложения, мощностью до 15 м, вскрыты оврагом. Характеризуются следующим залеганием: современная почва - 14 см; лессовидные суглинки - 65 см; горизонт погребенного пепла - 13 см; погребенный почвенный горизонт- 20 см; лессовидные суглинки со следами гумусированых горизонтов.

Разрез Вахмистрово 1 (рис.1 Г). Рыхлые четвертичные отложения вскрыты котлованом на глубину 1 м. В разрезе последовательно (сверху вниз) представлены: современная почва - 12 см; лессовидные супеси - 55 см; погребенный почвенный горизонт с многочисленными остатками углей размером более 1см в поперечнике - 25 см; эоловые пески, охристого цвета, прокаленные на видимую глубину. О том, что данные отложения, содержащие угли, именно древний пожар, свидетельствует прокал нижележащих пород на видимую глубину. Площадь этого пожара уточнить невозможно, так так других разрезов не закладывалось. В настоящий момент на данной территории преобладают лесостепные ландшафты и ведется активная застройка. В раннем голоцене вероятно здесь были леса. Они были сведены уже в наши дни для распашки земель и сохранились лишь фрагментарно.

Разрез Вахмистрово 2 (рис.1 В). Вскрытые траншеей рыхлые отложения имеют мощность 4 м. Состоят из двух пачек: верхняя 3 метровая - лессовидные супеси, переслаивающиеся с песками смешанного генезиса, нижняя - красноцветные коры выветривания с видимой мощностью 1 м. Красноцветные суглинки содержат скопления углей на всю видимую глубину. Судя по многочисленным остаткам углей в слое, это след древнего неогенового пожара. Сами по себе красноцветные монтморилонитовые коры выветривания хорошо изучены благодаря работам, проводимым на Тологойском разрезе, что находится на противоположном берегу р. Селенги. По многочисленным остаткам гиппарионовой фауны эти красноцветы однозначно отнесены к неогену, выделены в тологойскую свиту. Таким образом, возраст пожара, произошедшего в этих местах ещё тогда, когда здесь произрастала широколиственная флора - 4-4,5 млн. лет. Разрез Вахмистрово 2 демонстрирует древний неогеновый пожар.

Пожар, следы которого в виде слоев пепла представлены в разрезе Десятниково, произошел в голоценовое время. Вероятно, он был катастрофичным, так как слои пепла, толщиной от 10 см и до 60 см в отдельных местах прослеживается в отложениях на протяжении 4 км. Принимая во внимание схожесть описанного разреза с опорным разрезом Большой Куналей можно утверждать, что календарный возраст пожара около 1000 лет. Это время образования первой от поверхности погребенной почвы, выше которой и лежит слой пепла. С такой же погребенной почвой связан и пожар, остатки которого обнаружены в разрезе Вахмистрово 1.

Таким образом, можно сделать вывод, что в геологическом прошлом территории случались лесные пожары не менее катастрофичные, чем те, что наблюдались в 2015 году. В отличие от современных пожаров их причины были скорее всего сугубо природного характера. И если в голоцене человек мог своей неосторожностью вызвать пожар, то уж неогеновые точно являлись частью закономерного развития природной среды. Следы этих пожаров сохранились в отложениях, а материал в дальнейшем можно использовать для проведения датировок.

Литература

1. Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Кобылкин Д.В., Черных В.Н. Основные периоды почвообразования и осадконакопления в лесостепных ландшафтах Селенгинского среднегорья // География и природные ресурсы. 2015. №3. – С 114-125.

С Е К Ц И Я 2
МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

ПЕТРОХИМИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ БАРЫНЬСКОГО МАССИВА (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА)

А.А. Артамонова
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Барыньский массив находится в северо-западной части Восточного Саяна на территории Канской глыбы. Он сложен ультрамафитами, которые по своим особенностям соотносятся с реститовыми образованиями идарского комплекса [2]. В тектоническом отношении массив находится в южной центриклинальной части Кирельской синклинали в зоне сопряжения глубинных разломов, оперяющих Главный Саянский разлом. Массив залегает среди раннепротерозойских вулканогенно-осадочных пород, которые метаморфизованы в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, реже зеленосланцевой. Толщи сложены амфиболитами, плагиогнейсами с горизонтами кварцитов и известняков. Они образуют моноклиналь, падающую в юго-восточном направлении под углом 45…55°.

Барыньский массив сложен дунитами, гарцбургитами, их серпентинизированными разностями, реже встречаются ортопироксениты. Проведено их сравнение с ультрамафитами Оспинского массива, который является реститовым фрагментом Восточно-Саянского офиолитового пояса, расположенного в юго-восточной части Восточного Саяна [1].

Исследование ультрамафитов Барыньского массива проводилось с целью выявления их петрохимических особенностей. При выполнении поставленной задачи использовались бинарные диаграммы, отражающие корреляцию главных петрогеннных элементов. Для построения диаграмм использованы результаты 19 оригинальных анализов ультрамафитов, полученных в процессе выполнения тематических работ, а также 14 опубликованных анализов ультрамафитов Оспинского офиолитового массива [1].

На бинарных диаграммах для исследуемых пород Барыньского массива установлено распределение основных петрогенных элементов, фигуративные точки которых отчетливо подчеркивают специфику химических составов ультрамафитов идарского комплекса в сравнении с ультрамафитами Оспинского массива (рис.).

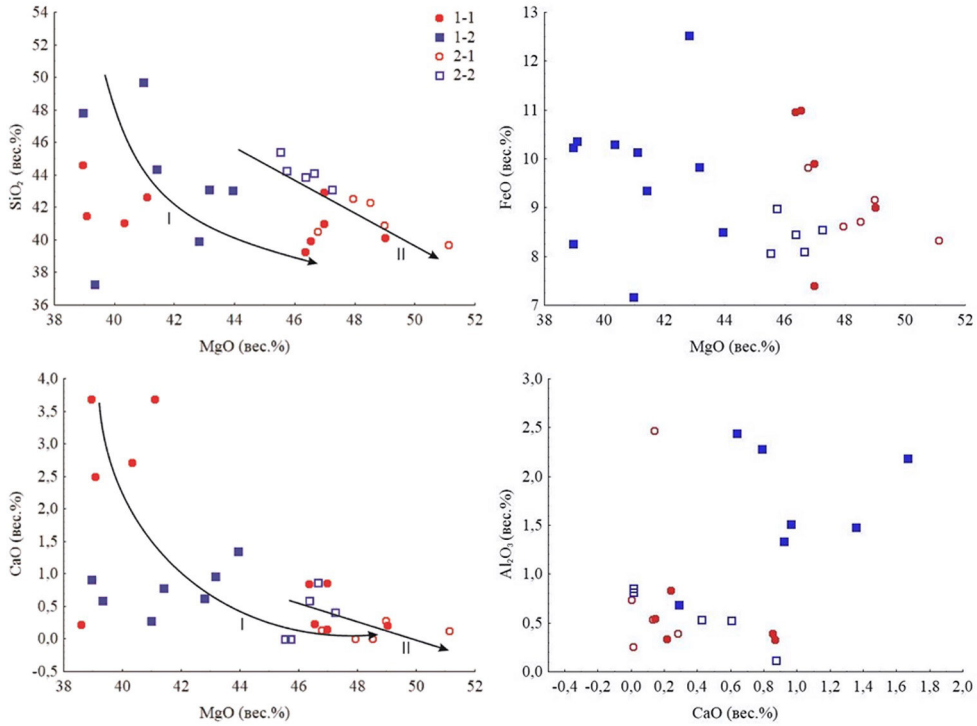


Рис. Бинарные диаграммы для ультрамафитов Барыньского и эталонного Оспинского массивов. Барыньский массив: 1-1 – дуниты; 1-2 – гарцбургиты: Оспинский массив: 2-1 – дуниты, 2-2 – гарцбургиты. Тренды вариации составов ультрамафитов: I – Барыньского, II – Оспинского массивов

На бинарных диаграммах MgO–SiO_2, MgO–FeO, MgO–CaO отчетливо видно, что фигуративные точки составов дунитов, гарцбургитов обоих массивов образуют тренды, которые, очевидно, отражает неравномерную степень деплетирования мантийного вещества. На диаграммах MgO–CaO, MgO–SiO_2, MgO–FeO (рис.) отчетливо выделяются два тренда: I – характерен для Барыньского массива; II – для Оспинского массива. Для тренда I хорошо проявляется закономерность: с повышением содержания MgO уменьшается содержание SiO_2, FeO, CaO. Минимальные значения для SiO_2 равны 41 %, FeO – 14 %, CaO – 0,02 %. В то время как значения MgO колеблются в интервале 39…52 %. Ультрамафиты Оспинского массива оказываются в поле наибольшей деплетированности. Для них устанавливается тренд II, который также отражает степень их деплетированности от гарцбургитов к дунитам.

На диаграммах отчетливо видно, что фигуративные точки ультрамафитов Барыньского массива и Оспинского массива образуют самостоятельные поля, которые на одних диаграммах перекрываются, а на других нет, что свидетельствует о различиях их вещественного состава. Также можно сделать вывод, что с увеличением степени деплетирования ультрамафиты характеризуются увеличением, главным образом, MgO и уменьшением FeO, CaO и Al_2O_3. Ультрамафиты Оспинского массива в сравнении с Барыньским обогащены MgO и обеднены SiO_2, FeO, CaO и Al_2O_3 (рисунок) и по своему составу отвечают предельно истощенным гарцбургитам и дунитам. Более высокие содержания SiO_2, FeO, CaO и низкие MgO в ультрамафитах Барыньского массива, вероятно, связаны с меньшей степенью деплетированности исходного мантийного субстрата. На диаграмме Al_2O_3–CaO фигуративные точки Барыньского и Оспинского массивов имеют неравномерное распределение, – они обособляются в две группы (рис.). Первая из них малоглиноземистая, причем Оспинский массив отличается минимальным содержанием CaO, а Барыньский массив, наоборот, – повышенным содержанием CaO, до 25 %. Вторая группа – высокоглиноземистая, что, очевидно, связано с наложенными процессами.

Таким образом, ультрамафиты Барыньского массива близки к таковым из офиолитовых комплексов. Они являются мантийными реститовыми образованиями, которые в пластичном состоянии были перемещены в верхние этажи литосферы по глубинным надвигам.

Литература

1. Гончаренко А.И., Чернышов А.И. Деформационная структура и петрология нефритоносных гипербазитов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1990. – 200 с.
2. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Мишенина М.А Петрогеохимическая типизация ультрамафитов Канского блока (Восточный Саян) // Геохимия, 2010. – № 2. – С. 126 – 150.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛЬТРАМАФИТОВ КАНСКОГО ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Н.А. Бабинцев
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Канский зеленокаменный пояс (Канский ЗКП) располагается в северо-западной части Восточного Саяна, примыкая к юго-западной окраине Сибирской платформы. Он сложен преимущественно амфиболито-гнейсовыми толщами метавулканогенно-осадочных комплексов, для которых характерны минеральные ассоциации эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций [2]. В пределах Канского ЗКП известно множество мелких тел ультрамафитов, перспективных на обнаружение промышленного Cu-Ni-благороднометального оруденения, в числе которых известно Кингашское Cu-Ni-Pt-Pd месторождение. Проведённые ранее исследования [3] позволили по совокупности признаков объединить породы Кингашского рудного района (располагающегося в пределах Канского ЗКП) в два комплекса: идарский реститовый дунит-гарцбургитовый и кингашский магматический дунит-верлит-пикритовый. Определение формационной принадлежности отдельных ультрамафитовых массивов является ключевой задачей на всех стадиях геологоразведочного процесса в регионе. Один из ключевых методов, используемых для решения этой задачи, – петрохимический анализ.

Петрохимические особенности ультрамафитов Кингашского рудного района (Кингашского РР) приведены в работе [3]. Целью данной работы является проведение сравнительной петрохимической характеристики ультрамафитов Кингашского РР и Кулибинского потенциального рудного узла (Кулибинского ПРУ), который располагается на северо-западном окончании Канского ЗКП. В работе использованы материалы из работ [1, 3] и каменный материал, отобранный автором и научным руководителем в ходе поисковых работ в пределах Кулибинского ПРУ.

Принадлежность ультрамафитов к двум различным формациям подтверждается особенностями их химического состава, наблюдаемыми на бинарных диаграммах (рис.). При построении диаграмм использованы результаты оригинальных анализов ультрамафитов Кулибинского ПРУ и Кингашского РР, а также результаты химических анализов ультрамафитов рудоносного Кингашского массива из [1].

Расположение фигуративных точек на бинарных диаграммах позволяет установить единый эволюционный тренд для магматических ультрамафитов кингашского комплекса по всему Канскому ЗКП. Фигуративные точки реститов идарского комплекса образуют компактное поле, не пересекающееся с полем распространения фигуративных точек кингашского комплекса.

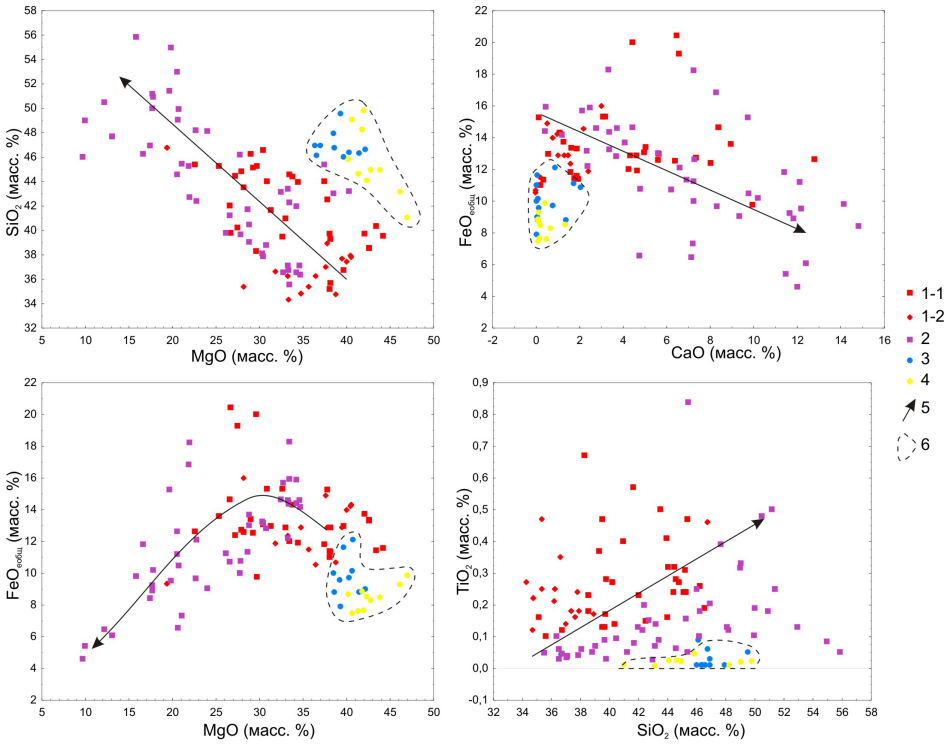


Рис. Бинарные диаграммы для ультрамафитов Канского зеленокаменного пояса. 1-1 – кумулятивные ультрамафиты кингашского комплекса в Кингашском РР; 1-2 – рудоносные кумулятивные ультрамафиты Кингашского массива; 2 – ультрамафиты кингашского комплекса Кулибинского ПРУ; 3 – реститовые ультрамафиты идарского комплекса Кингашского РР; 4 – реститовультрамафиты идарского комплекса Кулибинского ПРУ; 5 – тренды изменения состава ультрамафитов кингашского комплекса; 6 – поле распространения ультрамафитов идарского комплекса

Тренды, отображённые на бинарных диаграммах, отражают эволюцию исходного высокомагнезиального пикритового расплава в процессе становления интрузивов кингашского комплекса. В ходе дифференциации исходного расплава с последовательным образованием ряда пород от дунитов до пикритов происходило снижение их магнезиальности и железистости при увеличении концентраций SiO_2, CaO, TiO_2. На диаграмме MgO–FeO наблюдается нелинейная зависимость: в высокомагнезиальных разностях отмечается отрицательная корреляция с накоплением FeO при снижении магнезиальности, тогда как в низкомагнезиальных – положительная. Ультрамафиты Кулибинского ПРУ и Кингашского РР образуют единое поле фигуративных точек, однако имеются некоторые различия между ними: породы Кулибинского ПРУ обладают заметно меньшей титанистостью и несколько меньшей железистостью. Повышенные концентрации SiO_2 и CaO в породах Кулибинского ПРУ объясняются большей распространённостью пикритов. Рудоносные ультрамафиты Кингашского массива являются наиболее магнезиальными разностями пород кингашского комплекса и на диаграмме SiO_2–MgO располагаются в основании тренда.

Реститовые ультрамафиты идарского комплекса отличаются от кингашских повышенной магнезиальностью, пониженной железистостью и практически полным отсутствием примеси TiO_2 в их составе. Фигуративные точки пород идарского комплекса образуют компактные поля и при достаточном объёме выборки по результатам силикатных анализов уверенно отделяются от магматических ультрамафитов кингашского комплекса.

Таким образом, петрохимическим критерием рудоносности ультрамафитов Канского ЗКП является повышенная железистость наиболее магнезиальных разностей и высокие концентрации TiO_2 в ультрамафитах. Применение данного критерия в комплексе с петрографической и геохимической характеристикой, позволит уверенно выделить потенциально рудоносные массивы ультрамафитов в регионе.

Литература

1. Глазунов О.М., Богнибов В.И., Еханин А.Г. Кингашское платино-медно-никелевое месторождение. – Иркутск. 2003. – 190 с.
2. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Бибикова Е.В., Пономарчук В.А. Строение, состав и условия формирования метаосадочно-вулканогенных комплексов Канского зеленокаменного пояса (СЗ Присаянье) // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42. – № 7. – С.1058 – 1078.
3. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Мишенина М.А Петрогеохимическая типизация ультрамафитов Канского блока (Восточный Саян) // Геохимия, 2010. – № 2. – С. 126 – 150.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ОХОТНИЧЬЕЙ (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Е.П. Базарова
Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

В последние годы все большее внимание уделяется исследованиям таких своеобразных природных объектов как пещеры. Естественные подземные полости создают особые условия для вторичного минералообразования в зависимости от состава вмещающих пород, микроклимата и гидрогеологической обстановки. Геохимические исследования вторичных минеральных образований пещер дают информацию о процессах выноса и переотложения химических элементов при спелеолитогенезе. Определение различий в концентрациях элементов, примесей в кальците крупных спелеотем указывает на изменение условий осадконакопления – водопритока и температуры воды, которые, в свою очередь, зависят от изменения поверхностных условий [7, 8, 9]. Геохимические исследования имеют значение для решения проблемы отложения метастабильных минералов в пещерах, в том числе арагонита [10], а также цвета спелеотем.

В данной работе приводятся сведения по геохимии вторичных минеральных образований пещеры Охотничьей, расположенной в Западном Прибайкалье.

Пещера Охотничья, открытая в 2006 г., по опубликованным сведениям имеет протяженность 5700 м при амплитуде 77 м [4] и представляет собой систему галерей высотой до 25 м и шириной до 15 м. Пещера заложена в онколитовых и строматолитовых известняках и доломитах улунтуйской свиты верхнего протерозоя. В привходовом гроте, имеющем ширину 15…20 м и высоту 5…10 м, на момент открытия существовала многолетняя наледь площадью около 4 м^2, впоследствии растаявшая.

В пещере широко представлены вторичные образования различного генезиса: остаточные, обвальные, водные механические, водные хемогенные, пещерные снег и лед (сезонные образования) и органогенные, к которым также относятся кости древних животных [2]. Водные хемогенные образования пещеры сложены кальцитом, арагонитом, моногидрокальцитом и гипсом. В районах распространения сезонного оледенения были сделаны находки криоминеральных образований, сложенных редким минералом икаитом – гексагидратом карбоната кальция [1].

Следуя классификации Степанова-Мальцева [3, 5], основанной на способе подачи активного раствора, в пещере можно выделить агрегаты гравитационных (сталактиты, сталагмиты, драпировки), субаквальных (обрамления водоемов и пещерный жемчуг), кораллитовых (кораллиты) и антолитовых (гипсовые «цветы») кор.

Для выявления перераспределения элементов при хемогенном осадконакоплении в пещере были проанализированы сломавшиеся естественным образом минеральные агрегаты гравитационных (11 образцов) и кораллитовых (8 образцов) кор. Также были проанализированы 11 образцов глин из разных точек пещеры и по одному образцу мондмильха (лунного молока) и пизолитов (пещерного жемчуга). Анализы вмещающих пород и вторичных образований были выполнены в г. Иркутске, в ЦКП Института земной коры СО РАН методами силикатного и спектрального анализов (аналитики Г.В. Бондарева, М.М. Самойленко, В.В. Щербань, Л.В. Воротынова).

Для удобства представления полученные концентрации петрогенных компонентов и редких элементов были пересчитаны в коэффициенты концентрации ($К_к$), представляющие собой отношение содержания петрогенных компонентов и редких элементов во вторичных образованиях к среднему составу вмещающей породы (рис.).

Как можно видеть на графиках, при формировании агрегатов гравитационных кор выносятся почти все петрогенные компоненты, за исключением MnO, CaO и CO_2, концентрация которых остается на уровне вмещающих пород. Также выносятся с различной интенсивностью Ni, Sc, V, Cr, Pb, Sr и Be. Отмечается слабое накопление Mo, практически не меняются концентрации Co, Sn, Ba, Cu.

При отложении кораллитовых кор происходит уменьшение концентраций SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, Na_2O, K_2O, Sr, Mo, Cr, повышается содержание P_2O_5, Ni, Sc, V, Cu, Pb, Sn, Ba, Be и остаются инертны MnO, CaO, CO_2, Co.

Для субаквальных кор, которые представлены одним анализом пизолита (пещерного жемчуга), отмечается вынос SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, Na_2O, K_2O, Co, Sc, V, Cr, Pb, Sr, Be, Mo, привнос Ni, Cu, содержание MnO, CaO, CO_2, Sn, Ba остается на уровне вмещающих пород.

В мондмильхе накапливаются Co, Ni, Sc, V, Cr, Cu, Pb, Sn, Ba, выносятся Sr, Be, содержание Mo не изменяется. Силикатный анализ для этого вторичного образования не проводился. Поведение петрогенных компонентов при образовании глин обратно поведению их при формировании хемогенных образований. В глинах накапливаются SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MnO, Na_2O, K_2O, P_2O_5, Co, Ni, Sc, V, Cr, Cu, Pb, Sn, Ba, Be, выносятся MgO, CaO, CO_2, Sr, остается инертным Mo.

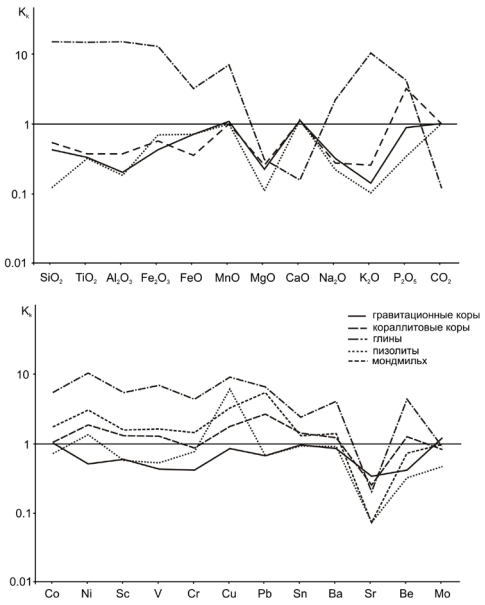


Рис. Поведение петрогенных компонентов и редких элементов при образовании вторичных отложений в пещере Охотничьей

В работе А.Г. Филиппова [6] приводятся сведения о перераспределении элементов в отложениях п. Аргаракан. Отмечается общее сходство поведения элементов при спелеолитогенезе для п. Охотничьей и п. Аргаракан: накопление относительно вмещающих пород большинства редких элементов в глинах и вынос их из чистых хемогенных образований. Концентрация некоторых элементов в натечных корах, в отличие от сталактитов и сталагмитов, объясняется захватом глинистой примеси в ходе роста коры. Наиболее чистыми в химическом отношении являются агрегаты, сформировавшиеся при более активном притоке раствора. Наибольшее число примесей наблюдается в кальците кораллитовых кор, которые формировались при менее активной подаче раствора и движении воды тонкими пленками под действием капиллярных сил. В отличие от п. Аргаракан, в п. Охотничьей не отмечается заметного накопления Sr в хемогенных образованиях, но при этом Sr активно выносится из глин. Поведение элементов при образовании мондмильха в п. Охотничьей сходно с их поведением при образовании глин, что также, вероятно, объясняется глинистой примесью в составе мондмильха.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН (Иркутск).

Литература

1. Базарова Е.П., Гутарева О.С., Кононов А.М., Ущаповская З.Ф., Нартова Н.В., Осинцев А.В. Минералы пещеры Охотничья (Байкальский регион, Иркутская область) // Спелеология и карстология, 2011. – № 7. – С. 5 – 14.
2. Клементьев А.М., Коршунов Е.О., Осинцев А.В. Пещера Охотничья – новое местонахождение ископаемой фауны в Приморском хребте (Западное Прибайкалье) // Известия лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2007. – Вып.5. – С. 146 – 153.
3. Мальцев В.А. Минералы системы карстовых пещер Кап-Кутан (юго-восток Туркменистана) // Мир Камня (World of Stones), 1993. – № 2 <vl-maltsev.narod.ru>
4. Осинцев А.В. Крупные пещеры Байкальского региона – новейшие исследования // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: НГПИ. – 2010. – С. 99 – 101.
5. Степанов В.И. Периодичность процессов кристаллизации в карстовых пещерах // Труды минералогического музея им. Ферсмана. – Москва, 1971. – Вып. 20. – С. 161 – 171.
6. Филиппов А.Г. Перераспределение некоторых элементов в отложениях Аргараканской пещеры (Иркутская обл.) // Пещеры. Межвуз. сб. научн. трудов. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1984. – С. 56 – 59
7. Borsato A. et al. Temperature and altitudinal influence on karst dripwater chemistry: implications for regional-scale paleoclimate reconstruction from speleothems // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2016. – V. 177. – P. 275 – 297.
8. Deves G. et al. Chemical element imaging for speleothem geochemistry: Application to a uranium-bearing corallite with aragonite diagenesis to opal (Eastern Siberia, Russia) // Chemical Geology, 2012. – V. 294 – 295. – P. 190 – 202.
9. Paar D. et al. Geochemical and mineralogical characterization of speleothems from the karst of Croatia as potential sources of data for environmental researches // Journal of Geochemical Exploration, 2016. – V. 167. – P. 20 – 37.
10. Rossi C., Lozano R.P. Hydrochemical controls on aragonite versus calcite precipitation in cave dripwaters // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2016. – V. 192. – P. 70 – 96.

ГЕОХИМИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ПИКРОБАЗАЛЬТОВ ХРЕБТА ХЭНТЕЙ

В.В. Боролдоева
Научный руководитель главный научный сотрудник А.Я. Медведев
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Кайнозойские щелочные вулканиты широко распространены в центральной части Южного Забайкалья. Щелочные базальтоиды с возрастом 5,5…8 млн лет [2] достаточно давно известны в южном Забайкалье на хребте Хэнтей. Здесь они встречаются в виде небольших по мощности потоков и покровов в верховьях рек Чикоя, Чикокона и в среднем течении реки Буркал, правого притока Мензы.

Наибольшую распространенность молодые базальты имеют в среднем течении реки Буркал и ее правого притока Харчевки. Они залегают в виде протяженного (до 15 км) долинного потока, который расчленен на несколько полей площадью до 6…7 км^2 (рис. 1). Реликты этого потока также наблюдаются на правобережье Харчевки в ее среднем течении. Здесь они встречаются в виде небольших отдельных полей площадью не более 0,5 км^2 [1].

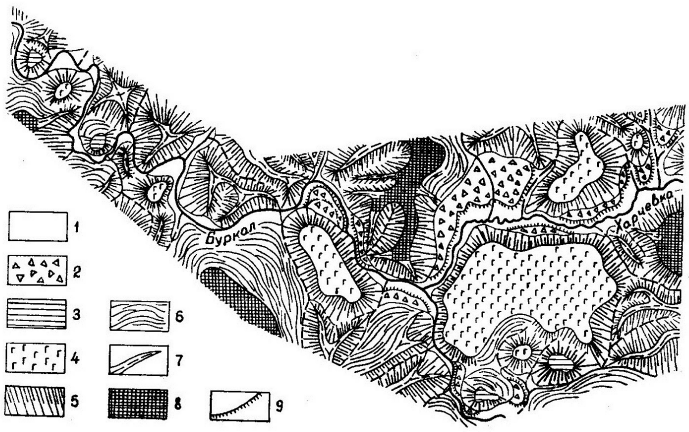


Рис. 1. Геоморфологическая схема долины реки Буркал у устья реки Харчевки. 1 – пойма; 2 – долинные педименты; 3 – высокая эрозионная терраса без покрова базальтов; 4 – то же, бронированная базальтами; 5 – крутые склоны; 6 – пологие склоны долины; 7 – узкие скалистые гребни, 8 – платообразные вершины; 9 – террасовидные уступы

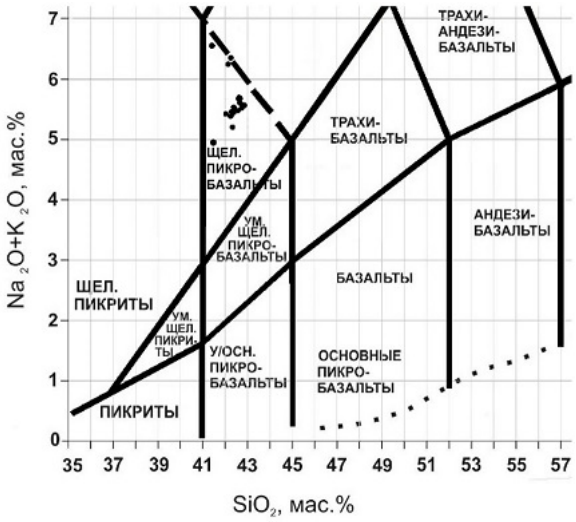


Рис. 2. Классификационная диаграмма SiO_2 – (K_2O+Na_2O) (мас. %) щелочных пикробазальтов реки Харчевка

В основании потока базальтов у устья Харчевки залегают черные и темно-серые, чуть пористые базальты с редкими мелкими вкрапленниками зеленого и желтовато-зеленого оливина размером до 2 мм. Характерна плитчатая отдельность. Мощность указанной разновидности базальтов 20 м. Выше по разрезу наблюдаются черные, чуть пористые базальты с многочисленными крупными (до 1 см) вкрапленниками зеленого оливина и реже пироксена. Отмечаются овальные выделения темного полупрозрачного вулканического стекла с зеленоватой тонкой оторочкой, обусловленной развитием щелочной роговой обманки. Мощность верхней части потока достигает 40 м [1].

По положению точек составов исследуемой группы пород на диаграмме TAS вулканиты реки Харчевка классифицируются как щелочные пикробазальты (рис. 2). Эти породы обладают низкой кремнекислотностью (41…42 %). Помимо этого, исследуемые щелочные пикробазальты имеют повышенные содержания TiO_2, MgO, P_2O_5, HFSE (Nb, Ta) и соответствующие соотношения индикаторных редкоземельных отношений (Ba/Nb = 5,8…6,9, Nb/Zr = 0,31…0,34). К геохимическим особенностям следует отнести также достаточно высокую степень фракционирования редкоземельных элементов для изучаемых вулканитов (La/Yb = 29,3…39,3, Dy/Yb = 3,41…4,41).

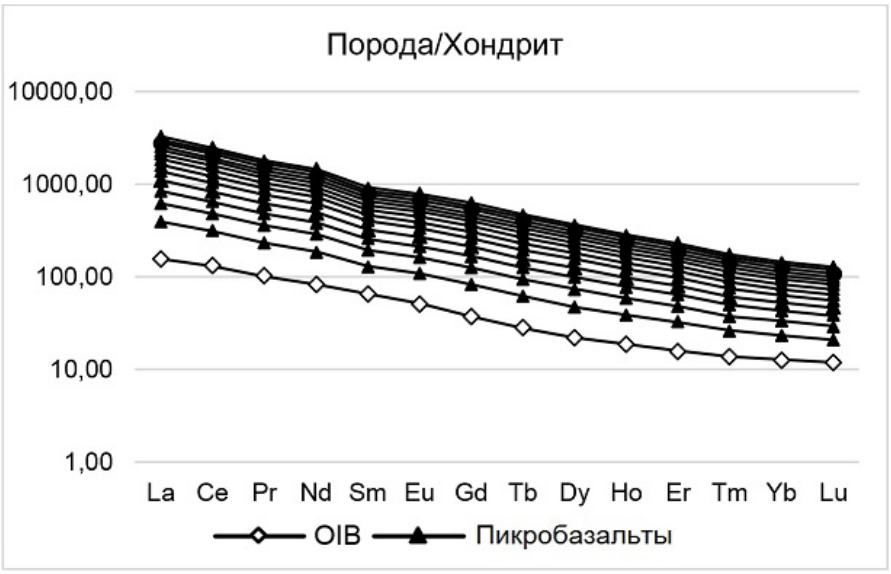


Рис. 3. График нормированного по хондриту распределения РЗЭ в щелочных пикробазальтах реки Харчевка

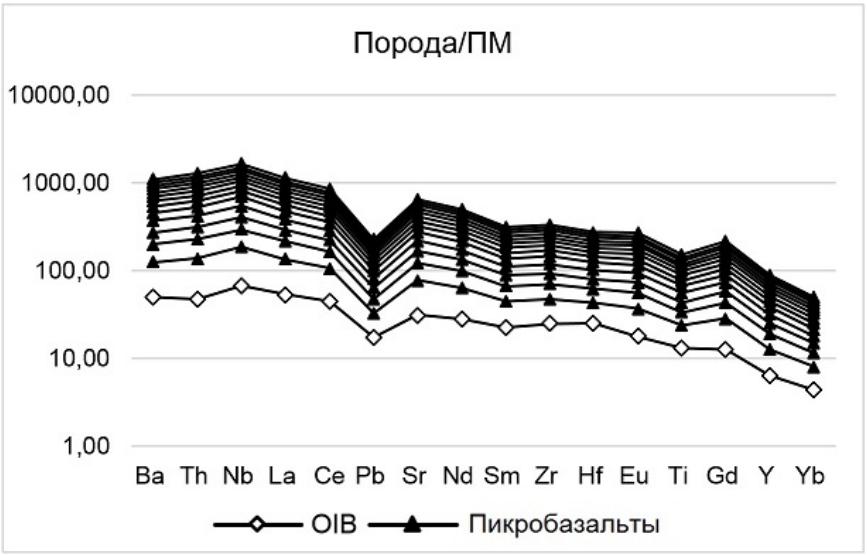


Рис. 4. График нормированного по примитивной мантии распределения некоторых редких элементов в щелочных пикробазальтах реки Харчевка

Характер распределения элементов в исследуемых вулканитах существенно не отличается от среднего состава OIB. Однако они имеют более обогащенный состав, что отчетливо проявлено на графиках распределения РЗЭ и некоторых редких элементов в щелочных пикробазальтах реки Харчевка (рис. 3 и 4). Из этого следует, что для данных вулканитов устанавливается более высокая степень фракционирования элементов, чем для OIB. Также стоит отметить, что как для OIB, так и для исследуемых вулканитов на мультиэлементных спектрах наблюдаются минимумы по Pb.

В связи с тем, что исследуемые пикробазальты имеют более обогащенный состав по сравнению с OIB, можно предположить, что, вероятнее всего, хребет Хэнтей образовался в результате воздействия на литосферу мантийного плюма [3].

Литература

1. Костяков Н.П., Краснов В.П., Уфимцев Г.Ф., Яновский В.М. Кайнозойские базальты юга Центрального Забайкалья // Известия Забайкальского филиала географического общества СССР, 1969. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 11 – 17.
2. Поляков А.И., Багдасарьянц Г.П. О возрасте молодых вулканов Восточной Сибири и закономерностях эволюции состава вулканитов // Геохимия, 1986. – № 3. – С. 311–317.
3. Condie, K.C. Mantle plumes and their record in Earth history // Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2001. – P. 305.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ КЫЗЫР-БУРЛЮКСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

А.В. Воробьева
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В работе приводятся результаты петрографического изучения Кызыр-Бурлюкского мафит-ультрамафитового массива, который является фрагментом Куртушибинского офиолитового покрова, который располагается в северо-восточной части Западного Саяна [1]. Массив представлен тектонической пластиной, вытянутой в северо-западном направлении, который окружен серпентинизированным меланжем. Массив сложен пластически деформированными ультрамафитами, представленными дунитами, ортопироксенитами и верлитами. В тесной ассоциации с перидотитами находятся габброиды, которые являются неотъемлемой частью офиолитового покрова.

Цель работы заключалась в петрографическом исследовании пород Кызыр-Бурлюкского массива с отражением их пластического деформирования. Ниже приводятся результаты петрографического исследования.

Дуниты представляют собой грубозернистые породы с протогранулярной структурой. Они практически мономинеральные и сложены оливином. Хромшпинелиды составляют менее 1 %. Оливин представлен крупными субизометричными и неправильными по форме зёрнами с плавными извилистыми границами. Их размер составляет 5…10 мм и более. В зернах оливина часто наблюдаются признаки пластических деформаций, которые выражаются в неоднородном погасании и наличии многочисленных полос пластического изгиба. Часто наблюдается порфирокластез, который проявляется в образования мелких мозаичных агрегатов с размерами индивидов оливина менее 0,5 мм. Они обособляются по границам зёрен или проникают в их внутренние части, часто вдоль границ полос излома. В зернах оливина серпентинизация проявляется в виде петельчатых поперечно-волокнистых жилок лизардита. Хромшпинелиды наблюдаются в виде тонкой вкрапленности черных зерен с размерами обычно менее 0,5 мм. Их форма субизометричная, иногда эвгедральная.

Верлиты имеют крупнозернистую мезогранулярную структуру. Они сложены оливином ~ 60 % и клинопироксеном ~ 40 %, хромшпинелиды менее ~ 1 %. Зерна оливина имеют субизометричную форму с округлыми границами. Их размер 2…5 мм. Они обычно не деформированы, лишь иногда обнаруживают слабоволнистое погасание и единичные полосы пластического изгиба. Зерна оливина часто полностью замещены полуизотропным агрегатом лизардита, который насыщен многочисленными петельчатыми жилками лизардита с желтоватыми цветами интерференции. Клинопироксен образует субизометричные зерна свежего облика, размером 2…5 мм, иногда до 8 мм. В зёрнах клинопироксена нередко проявляется слабо выраженное неоднородное погасание, иногда отмечаются полосы пластического изгиба. Хромшпинелиды отмечаются в виде акцессорной примеси. Форма зёрен квадратная, субизометричная. Они имеют коричнево-красный цвет, а по краям черный.

Ортопироксениты имеют крупнозернистую, протогранулярную структуру. Они являются практически мономинеральными породами. В них отмечаются мелкие зерна оливина, клинопироксена и редкие зерна хромшпинелидов. Ортопироксен представлен крупными субизометричными и удлиненными зёрнами размером 3…7 мм. Они обычно неравномерно пластически деформированы, что отражается в разной степени неоднородного погасания и проявлении полос пластического изгиба от единичных до многочисленных. Отмечается дезинтеграция крупных деформированных индивидов на мелкие блоки. Отмечается незначительное замещение зерен энстатита игольчатыми индивидами тремолита и поперечно волокнистыми жилками хризотила. Оливин и клинопироксен наблюдаются в виде мелких неправильных зерен с размерами до 2 мм. Хромшинелиды встречаются в виде единичных черных зерен неправильной формы с размерами менее 1 мм.

Метагаббро имеют крупнозернистую офитовую и реже пойкилоофитовую структуру. Они сложены плагиоклазом ~ 60 %, клинопироксеном ~ 30…35 %, лейкоксеном до 10 %, отмечаются единичные индивиды магнетита. Плагиоклаз представлен удлинёнными зернами размером 1…2 мм с отчетливо проявленными полисинтетическими двойниками. По углу симметричного погасания (27°) плагиоклаз соответствует № 50 (андезин-лабродору). Отмечается незначительная соссюритизация. Клинопироксен в породе распространён неравномерно в виде зёрен неправильной формы размером 0,5…1 мм. Наиболее крупные индивиды иногда насыщены призматическими зернами плагиоклаза с образованием пойкилоофитовой структуры. Вторичные процессы представлены хлоритизацией и амфиболизацией. Лейкоксен образует землистые мутно-коричневые агрегаты с нечеткими границами зёрен неправильной формы с размером 0,5…1 мм. Лейкоксен, вероятно, является продуктом разложения ильменита.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Грубозернистые дуниты являются наиболее ранними мантийными образованиями и, очевидно, возникли в результате высокотемпературной рекристаллизации отжига, которая сменилась высокотемпературным трансляционным скольжением [2]. Возникновение ортопироксенитов предполагается в условиях деплетирования в зонах интенсивного послойно-сдвигового пластического течения. В последующей коровой эволюции дуниты и ортопироксениты подвергались интенсивным пластическим деформациям. В них появляются неоднородное погасание и полосы пластического изгиба, проявляется синтектоническая рекристаллизация.

2. Габброиды являются более поздними интрузивными образованиями. В результате их экзоконтактового высокотемпературного воздействия на ранее сформировавшиеся дуниты возникли реакционно-метасоматические верлиты [3].

Литература

1. 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.
2. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петроструктурная эволюция ультрамафитов Калнинского хромитоносного массива в Западном Саяне // Геотектоника, 2013. – № 4. – С. 31 – 46.
3. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) // Геотектоника, 2016. – № 2. – С. 62 – 77.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД МАЛОКУЛЬТАЙГИНСКОГО МАССИВА (ГОРНАЯ ШОРИЯ)

А.Н. Гороховская

Научный руководитель доцент О.В. Бухарова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Проблемы распространения патынского сиенит-габбрового комплекса Горной Шории и его возраста обозначены еще в 60-е годы прошлого столетия, но до сих пор не разрешены. По одним данным [1], комплекс датируется ранним палеозоем, по другим – девоном (406 ± 3 млн лет (U-Pb), по сообщению А.Д. Котельникова). Комплекс представлен многочисленными массивами Большекультайгинским, Малокультайгинским, Каратагским, Малокаратагским, Патынским, Узасским, г. Северной и др. Интрузии прорывают позднедокембрийские – кембрийские отложения [1].

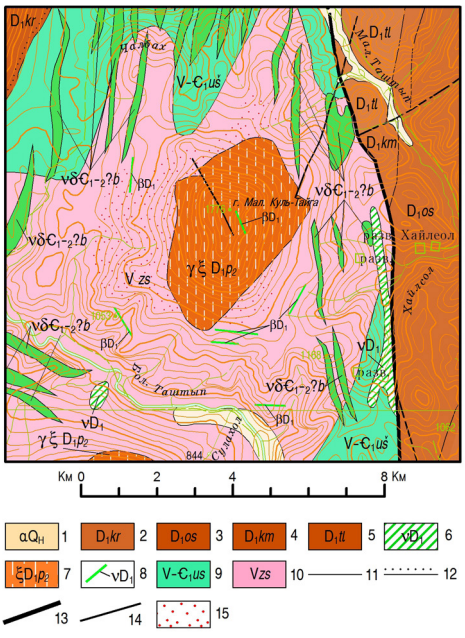


Рис. 1. Схема Малокультайгинского массива: 1 – голоцен; 2 – каратагская свита (туфы трахибазальтов); 3 – ойская свита (базальты);. 4 – каменская свита (трахибазальты, трахириолиты, туфы); 5 – тарланская свита (трахибазальты, туфы); 6 – субвулканические образования; 7 – патынский сиенит-габбровый комплекс (вторая фаза: преобладают кварцевые сиениты, отмечаются сиениты, граносиенит); 8 – нижнедевонский субвулканический комплекс (дайки средние и основные). 9 – унушкольская свита (известняки светлосерые, массивные); 10 – западносибирская свита (светлоокрашенные доломиты, известковистые доломиты); 11 – границы согласного залегания и интрузивные контакты; 12 – границы несогласного залегания стратиграфических подразделений; 13 – разломы главные достоверные; 14 – разломы достоверные; 15 – ороговикование

Патынский комплекс представлен двумя фазами. Первая фаза: мезократовые титанавгитовые габбро, оливиновые габбро, троктолиты, клинопироксениты и анортозиты. Вторая фаза: кварцевые сиениты, сиениты, граносиениты и умеренно-щелочные меланограниты. Большинство массивов (в том числе Малокультайгинский) сложены сиенитами второй фазы [2]. Малокультайгинский массив субизометричной формы расположен на водоразделе р. Б. Таштып и М. Таштып и имеет размеры 3х4 км (рис. 1). Нордмаркиты преобладают и слагают западную половину массива. В восточном направлении они постепенно сменяются кварцевыми сиенит-порфирами и кварцевыми сиенит-диоритами. Каменный материал был отобран и проанализирован автором в ходе работ по ГДП-200.

Нордмаркиты имеют гипидиоморфозернистую структуру с элементами агпаитовой. Преобладающим минералом является микроклин-пертит (60 %), в подчиненном количестве наблюдаются амфиболитизированный эгирин-авгит (35 %) и кварц (3 %). Из акцессорных минералов характерен магнетит. Сиениты имеют аллотриоморфнозернистую структуру. Пелитизированный микроклин (60 %) является преобладающим минералом. Характерна пойкилитовая структура, образованная включениями темноцветов (20 %) и кварца (5 %) в полевом шпате. Плагиоклаз (25 %) представлен олигоклазом (№ 22) и образует призматические зерна. Промежутки между полевыми шпатами выполняет кварц. В матрице породы наблюдаем единичные зерна циркон и магнетит. Граносиениты имеют среднезернистую (3 мм) гранитовую структуру. Интенсивно пелитизированый микроклин-пертит образует субизометричные зерна и содержит редкие включения иголочек. Промежутки между калиевым полевым шпатом выполнены плагиоклазом (15 %) и кварцем (15 %). Плагиоклаз соответствует олигоклазу (№ 23). Биотит развивается по темноцветным минералам граносиенитов. Из акцессорных минералов в шлифах наблюдаем магнетит (2 %).

Петрохимически породы Малокультайгинского массива относятся к умеренно-щелочной серии с калиево-натриевым типом щелочности. На классификационной диаграмме (Na_2O+K_2O) – SiO_2 точки составов Малокультайгинского массива образуют общее поле с фигуративными точками состава пород Малокаратагского и Патынского массивов (рис. 2).

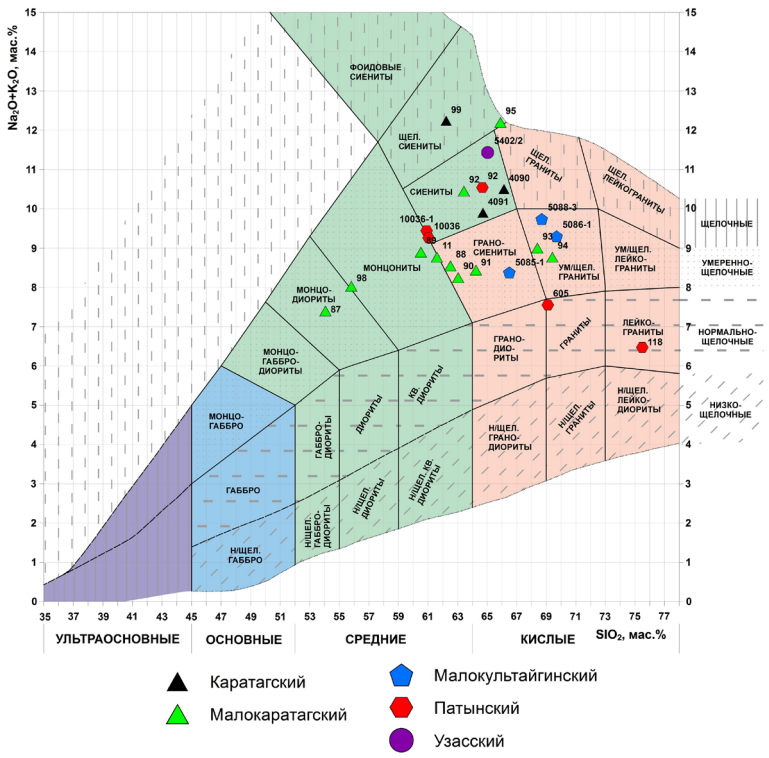


Рис. 2. Состав пород второй фазы патынского комплекса (D_1) на классификационной диаграмме(Na_2O+K_2O) – SiO_2

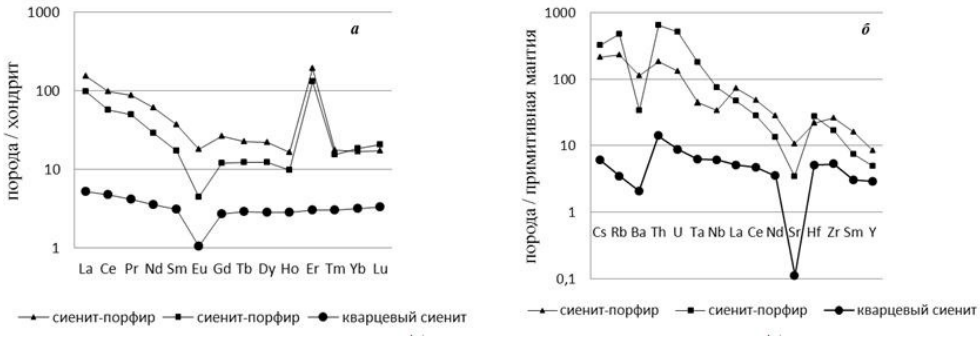


Рис. 3. Характер распределения РЗЭ (а), редких и рассеянных элементов (б) в сиенитах Малокультайгинского массива

По характеру распределения лантаноидов исследуемые образцы дают два типа спектров (рис. 3). Сиенит-порфиры характеризуются обогащением легкими лантаноидами, минимумом Eu, максимумом Er. $La_N/Yb_N = 7{,}91$. Для кварцевого сиенита характерно обеднение лантаноидами и слабая дифференциация $La_N/Yb_N = 6{,}14$. На мультиэлементых диаграммах наблюдаются: минимумы Sr, Ba. Спектры сиенит-порфиров характеризуются Cs, Rb, Th максимумами и U/Th = 0,18. Распределение спектров кварцевого сиенита характеризуется глубоким Sr минимумом на фоне повышенного содержания Th, а также отношением U/Th = 0,27.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, могут быть использованы при проведении дальнейших геолого-съемочных работ на территории Горной Шории.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской федерации. Масштаб 1:200 000 (второе издание). Лист N-45-XXIX. Серия Кузбасская. Объяснительная записка / А.А. Юрьев и др. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. – 391 с.
2. Геологическая карта СССР масштаба 1: 200 000. Лист N-45-XXX (Таштып). Серия Минусинская. Объяснительная записка / И.К. Кокодзеев, М.А. Башилова. – М.: Недра, 1965. – 95 с.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВ И СОСТАВА ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.В. Ефименко, В.С. Чурилин, М.В. Бадина
Научный руководитель профессор В.Н. Ефименко
Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Для надёжного функционирования автомобильных дорог по критерию работоспособность [1] необходимы детальные сведения о природно-климатических условиях района проектирования. В действующих на территории России нормах и правилах проектирования автомобильных дорог учёт природно-климатических условий реализован в виде карт дорожно-климатического районирования. Так, например, в СНиП 2.05.02-85* приведена карта дорожно-климатического районирования территории бывшего СССР, на которой выделено 5 зон, характеризуемых условиями увлажнения и типами растительности. Для выделенных зон отражены расчётные характеристики грунтов рабочего слоя земляного полотна, применяемые при проектировании дорожных одежд. Однако получены они были, в основном, при обследовании автомобильных дорог на Московском, Ленинградском и Харьковском узлах автомобильных дорог. При этом установленные связи и закономерности изменения свойств грунтов в зависимости от значений их расчётной влажности были дифференцированы по дорожно-климатическим зонам на всю территорию Советского Союза без достаточного обоснования.

По мнению отечественных и зарубежных учёных [3, 12] вопросы, связанные с недоучётом действующими нормами проектирования автомобильных дорог природно-климатических условий отдельных территорий, можно решить путём уточнения и большей детализации дорожно-климатического районирования территорий. Причём территории дорожных районов, выделенных в пределах зоны, являются своего рода ячейками, которые необходимо заполнить информацией, связанной, в том числе, с расчётными значениями характеристик грунтов земляного полотна. Как известно [9], свойства глинистых грунтов в значительной мере зависят от их состава.

В работах [4, 5] представлены результаты определения гранулометрического состава глинистого грунта (суглинка), в образцах, отбор которых произведён из рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог Западной Сибири. Также приведены отличия гранулометрических составов глинистых грунтов (суглинков) Западно-Сибирского региона и Юга европейской части России.

Следует отметить, что влияние минерального состава тонких фракций грунтов на миграцию воды наиболее сильно проявляется в суглинках и глинах в отличие от супесей. Это связано с тем, что химическая активность взаимодействия частиц с водой зависит от природы глинистых минералов и их ионообменной способности, связанной со строением и подвижностью кристаллической решётки [9].

Для определения минерального состава грунта за основу был принят суглинок из пос. Лоскутово Томской области, который является характерным для территории Западной Сибири [5]. Рентгенограмма грунта (суглинка) показывает кристаллические составляющие поликомпонентной системы, включающей содержание кварца (60,7 %), плагиоклаза (15,4 %), монтмориллонита (14,5 %), а также кальцита, хлорита и микроклина, суммарная интенсивность дифракционных отражений которых приблизительно равна 3 % [2]. Результаты определения минерального состава грунтов (суглинков) на территории Юга европейской части России отражают содержание кварца (водяно-прозрачные зёрна) около 63%, карбонатов (кальцит) в количестве 11,3 %, полевого шпата (ортоклаз) около 10 % [6]. На рисунке представлены результаты сравнения минерального состава грунтов (суглинков пылеватых) Западной Сибири и Юга европейской части России.

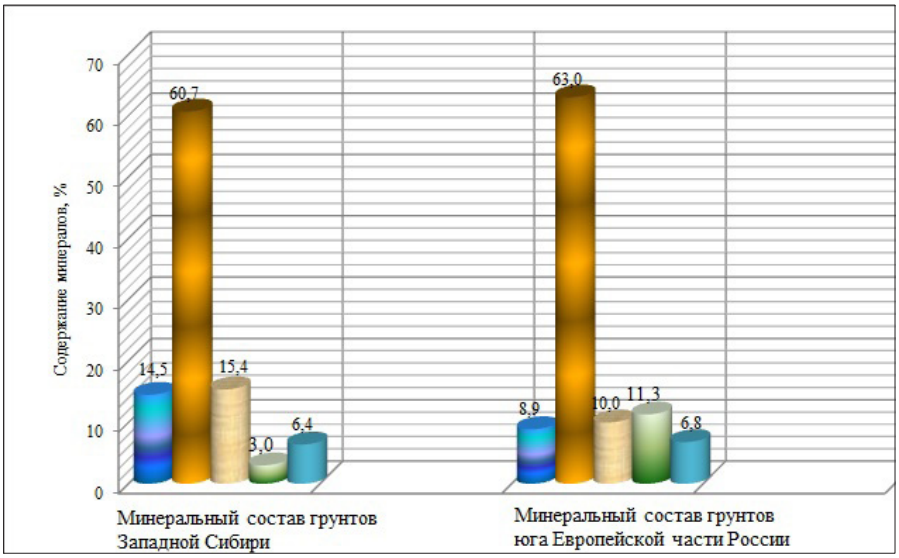


Рис. Содержание минералов в образцах глинистых грунтов, характерных для территории Западно-Сибирского региона и Юга европейской части России, %

Минералы группы каолинита практически не содержат обменных катионов. В иллите основным обменным катионом является калий. Минералы группы монтмориллонита в качестве обменных катионов содержат в основном ионы Na^+ и Ca^{2+}, которые могут частично замещаться K^+, Cs^+, Mg^{2+} и другими межслоевыми катионами. Весьма сильно способствуют набуханию грунтов хорошо гидратируемые одновалентные катионы Na^+, K^+. В свою очередь, катионы Ca^{2+} увеличивают пучинистые свойства грунта примерно в 4,5 раз по сравнению с одновалентным катионом Na^+. Таким образом, с увеличением валентности обменных катионов степень набухания грунтов понижается, а морозное пучение грунтов возрастает [8].

Характерной особенностью листовых силикатов – ионитов, таких как монтмориллонитовые и гидрослюдные глины, является их способность к набуханию вследствие внутрислоевой гидратации обменных катионов. В свою очередь, высоко заряженные и незаряженные силикаты не набухают.

Однако следует отметить, что на территории Западной Сибири в обменный комплекс входят двухвалентные ионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, которых в 5 раз больше, чем одновалентных катионов. В отличие от Юга Европейской части России, где по результатам исследований [6] выявлено примерно одинаковое количество одно-, двухвалентных катионов. Учитывая опыт [7], двухвалентные катионы в значительной мере повышают интенсивность пучения монтмориллонита.

Различия в гранулометрическом и минеральном составах глинистых грунтов, а также в обменных комплексах, характерных для Западно-Сибирского региона и для территории Юга Европейской части России, указывают на то, что свойства прочности и деформируемости грунтов земляного полотна, применяемых для расчёта дорожных одежд, также будут отличаться. Поэтому не случайно отраслевые дорожные нормы по проектированию и расчёту нежёстких дорожных одежд ОДН 218.046-01 в ряде пунктов (п.п. 1.7, 2.37) рекомендуют учитывать данные регионального научно-практического опыта, утверждённые в нормах и правилах в установленном порядке. В качестве таких документов могут выступить стандарты организаций [10, 11], разработанные специалистами Томского государственного архитектурно-строительного университета. Применение отражённых в них расчётных значений характеристик глинистых грунтов земляного полотна, предназначенных для проектирования прочных и морозоустойчивых дорожных одежд нежёсткого типа, будет способствовать обеспечению качества проектирования транспортных сооружений на территории Западной Сибири.

Литература

1. Повышение надёжности автомобильных дорог / Под ред. И.А. Золоторя. – М., Транспорт, 1977. – 183 с.
2. Новые методы и геотехнологии преобразования грунтов энергией СВЧ-поля и плазмы в строительстве / Под ред. В.Н. Ефименко. – Томск, Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2003. – 247 с.
3. Ефименко С.В., Бадина М.В. Дорожное районирование территории Западной Сибири. – Томск: Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2014. – 244 с.
4. Ефименко С.В., Краевский А.А., Чурилин В.С. Особенности генезиса, состава и свойств глинистых грунтов Западной Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – Томск. – 2014. – № 2. – С. 177–181.
5. Ефименко С.В., Чурилин В.С., Бадина М.В. Особенности гранулометрического и минералогического состава грунтов Западно-Сибирского региона // Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: ТПУ, 2015. – С. 142 – 143.
6. Коробкин В.И. Литология и условия образования плиоцен-четвертичных пылевато-глинистых отложений Юга европейской части России // Автореферат. дис. … док. геол.-минер. наук. – Новочеркасск, 1993. – 58 с.
7. Морозное пучение грунтов и способы защиты сооружений от его воздействия / Под ред. З.А. Нерсесова. – М., Транспорт, 1967. – 187 с.
8. Пучение промерзающих грунтов и его влияние на фундаменты сооружений / Под ред. В.О. Орлова – Л.: Стройиздат, 1977. – 184 с.
9. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Под ред. Н.Я. Хархута – М.: Транспорт, 1975. – 228 с.
10. СТО УАД ТО 10-2015. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям прочности и морозоустойчивости нежёстких дорожных одежд автомобильных дорог Томской области. – Томск, 2015. – 29 с.
11. СТО 11 2015. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям прочности и морозоустойчивости нежёстких дорожных одежд автомобильных дорог Кузбасса. – Утверждён приказом № 74 от 24.07.2015 г. Дирекции автодорог Кузбасса, – Кемерово: Дирекция автодорог Кузбасса, 2016. – 29 с.
12. Zapata C.E., Houston W.N. Calibration and validation of the enhanced integrated climatic model for pavement design. – Washington, D.C. Transportation Research Board, 2008. – 62 p.

ТИПОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ

С.Г. Ефимова
Научный руководитель доцент К.Л. Новоселов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В северо-западной части Рудного Алтая в верхнепалеозойское время широко проявились три этапа гранитоидного магматизма, сформировавшие крупные интрузивные тела в северном окончании Алейского поднятия. Геолого-съёмочными работами последних лет гранитоидные массивы объединены в три магматических комплекса [3]: алейско-змеиногорский (D_{2-3}az); волчихинский (C_{2-3}v); синюшинский (P_2–T_1s). Выделенные гранитоидные комплексы характеризуются сложным полифазным строением – от габброидов ранних фаз до гранитов и лейкогранитов заключительных. Наибольшим площадным развитием пользуются производные главных фаз внедрения. В главную фазу алейско-змеиногорского комплекса (D_{2-3}az) объединены плагиограниты и тоналиты; волчихинского (C_{2-3}v) – гранодиориты, лейкограниты, калиевые лейкограниты; синюшинского (P_2–T_1s) – порфировидные граниты. В работе изучен акцессорный циркон пород главных фаз названных разновозрастных комплексов.

Цель работы: выявление индикаторных признаков акцессорного циркона как дополнительных критериев индивидуализации разновозрастных гранитоидных комплексов в условиях слабой обнажённости геологических объектов. **Задачи исследований:** 1) подсчёт содержания циркона (г/т) в разновозрастных гранитоидах; 2) выделение мономинеральных фракций циркона в количестве не менее 100 кристаллов в каждой пробе; 3) определение химического состава цирконов.

Методы исследования включали кристаллооптические (с использованием микроскопа ПОЛАМ – Р-312 и стереоскопического МСП – 1) и аналитические (с использованием электронного сканирующего микроскопа TESCAN VEGA 3 SBU с приставкой EDS Oxford X–Max 50 в лаборатории кафедры геологии и разведки полезных ископаемых, аналитик канд. геол.-минер. наук М.А. Рудмин, а также JSM–6510LV в лаборатории Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, аналитик М.В. Хлестов.

Результаты исследований и их обсуждение

В гранитоидах главных фаз разновозрастных комплексов циркон в переменных количествах присутствует постоянно. Наиболее низкие и резко варьирующие его содержания (640…4920 г/т) отмечены в плагиогранite и тоналите (D_{2-3}az); более равномерное распределение и заметно возрастающие концентрации – в калиевом лейкогранite (C_{2-3}v) и порфировидном граните (P_2–T_1s), средние содержания в которых составляют соответственно 5415 г/т и 12988 г/т.

В основе кристалломорфологического анализа циркона использованы следующие признаки: степень идиоморфизма и развитость граней простых форм призм {100} и {110} и дипирамид {111}, {331}, {311}; тип кристалла в соответствии с существующей классификацией [2]; коэффициент удлинения (F) кристалла – отношение длины кристалла к его поперечному сечению; рельеф поверхностей граней как результат коррозионных явлений; окраска и прозрачность, включения. Среди изученных кристаллов наряду с геометрически правильными кристаллогранными формами встречаются «искажённые» с нарушенной симметрией, с неодинаковым числом и развитием граней одной и той же простой формы.

В рассматриваемых верхнепалеозойских гранитоидах установлено 14 габитусных форм кристаллов, объединённых в четыре группы, типоморфных для кислых пород: 1) цирконовый; 2) гиацинтовый; 3) гиацинтово-цирконовый; 4) удлинённо-призматический до игольчатого (табл.). Наибольшим распространением пользуются кристаллы цирконовой и гиацинтовой групп, однако в их распределении и содержании в разновозрастных гранитоидах проявляются определённые закономерности. В девонских плагиограните и тоналите (D_{2-3}az) преобладают кристаллы цирконового и гиацинтового типов с преимущественным развитием граней {110}, {100} и {111} и весьма редко фиксируются удлинённо-призматические кристаллы; в гранитоидах (C_{2-3}v) число кристаллов цирконового типа заметно снижается и большей распространённостью пользуются кристаллы гиацинтового и гиацинтово-цирконового типов, а также возрастает число кристаллов удлинённо-призматических форм; в порфировидных гранитах (P_2–T_1s) доминирующими морфологическими типами циркона являются игольчатые, удлинённо-призматические с отчётливо развитыми гранями дипирамид {311} и {111}.

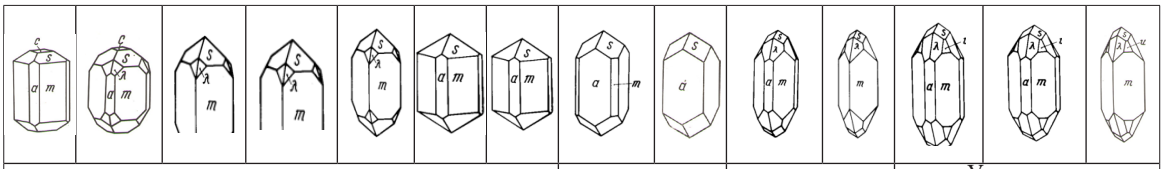
Статистическим анализом вариаций величин удлинений кристаллов (F) циркона выявлены закономерности в изменении его габитуса в разновозрастных гранитоидах. Как следует из диаграммы (рис. 1), удлинение кристаллов циркона – варьирующая величина, дифференцирована на четыре группы, а в более молодых пермо-триасовых гранитоидах выделена пятая группа. Во всех рассматриваемых разновозрастных гранитоидах преобладающий габитус кристаллов (48…50 %) характеризуется величиной удлинения 2…3. Укороченный габитус кристаллов с удлинением 1…2 доминирует в девонских плагиогранитах (до 30 %), в гранитоидах последующих возрастных групп их количество снижается и увеличивается число габитусных форм циркона (до 28…30 %) с удлинением 3…4; в пермо-триасовых порфировидных гранитах, кроме того, появляются игольчатые кристаллы с удлинением 5…6, количество которых в цирконовой фракции составляет 3…5 %.

На поверхности кристаллов циркона при исследованиях в электронном микроскопе наблюдаются характерные следы поздне- и постмагматических процессов растворения. Наиболее выражены следы коррозии на цирконах алейско-змеиногорских гранитоидов (D_{2-3}az). Большая часть кристаллов полностью корродированы с сохранением

лишь общего положения граней (рис. 2 А). Наиболее затронуты растворением дипирамидальные грани, что в отдельных случаях привело к обособлению поверхностей роста, напоминающих плоскости спайности (рис. 2 А). Кристаллы циркона гранитоидов волчихинского комплекса ($C_{2-3}v$) несут иной характер растворения. Здесь не наблюдается глубокого разъедания граней, почти нет выраженных кавернозных участков, кристаллы циркона выглядят «окатанными», у них сглаженные рёбра, округлённые вершины (рис. 2 Б). Цирконы синюшинских гранитоидов (P_2–T_1s) практически не подверглись коррозии, сохраняют чёткие формы с выраженными линиями рёбер, с гладкими гранями (рис. 2 В).

Таблица

Кристалломорфологические типы циркона и их распространённость в верхнепалеозойских гранитоидах, %

													
Цирконовый							Гиацинтовый		Гиацинтово-цирконовый		Удлиненно-призматический до игольчатого		
Плагиограниты и тоналиты ($D_{2-3}az$)													
1	–	4	3	4	8	37	20	1	11	5	5	1	–
Лейкограниты, гранодиориты, калиевые лейкограниты ($C_{2-3}v$)													
1	2	2	3	3	11	15	18	4	15	2	4	12	8
Порфировидные граниты (P_2–T_1s)													
3	3	3	3	3	18	14	13	2	11	2	2	9	14

Примечание: m – {110}, a – {100}, s – {111}, λ – {311}, c – {001}

Подавляющее большинство кристаллов циркона бесцветны или окрашены в бледно-розовые цвета, весьма редки буровато-красные индивиды. Все изученные кристаллы насыщены включениями газово-жидких и твёрдых фаз. Газово-жидкие включения проявляются в двух формах – 1) округлые каплевидные, располагаются в центре или у вершин кристалла; 2) выполняют вытянутые параллельно удлинению кристалла каналы, которые наиболее типичны для цирконов порфировидных гранитов (P_2–T_1s). Включения твёрдых фаз по времени образования разделены на сингенетические и эпигенетические [1]. Сингенетические включения во всех изученных цирконах образуют игольчатые кристаллы апатита, ориентированные параллельно оси L_4, реже грани (331), а также ильменит, титаномагнетит. Кроме часто встречаемых кристаллов апатита электронно-микроскопическими исследованиями в кристаллах циркона плагиогранитов ($D_{2-3}az$) установлены включения микронных размеров зёрен урано-ториевых минералов (торит, уранинит, иттриалит); в цирконах лейкогранитов ($C_{2-3}v$) наблюдается обильная вкрапленность микрозёрен ксенотима. Эпигенетические включения в кристаллах циркона наиболее обычны и среди этой группы установлены кварц, мусковит, хлорит.

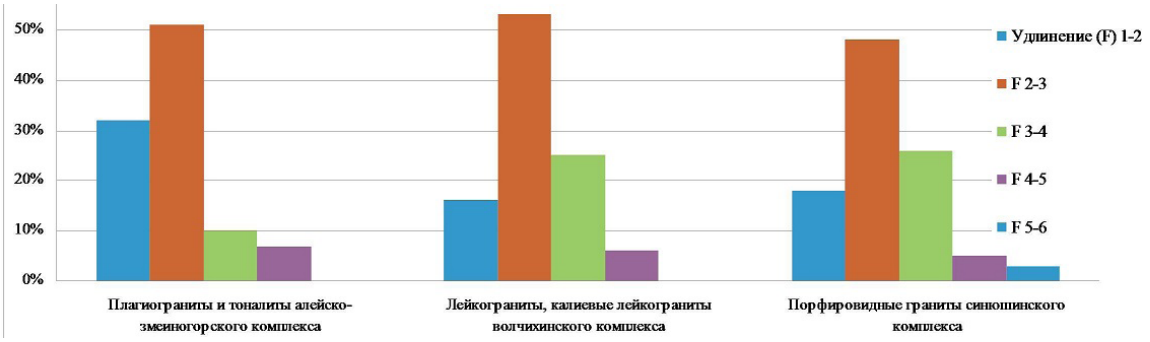


Рис. 1. Вариационная диаграмма удлинений (F) кристаллов циркона. (процент частоты встречаемости удлинений)

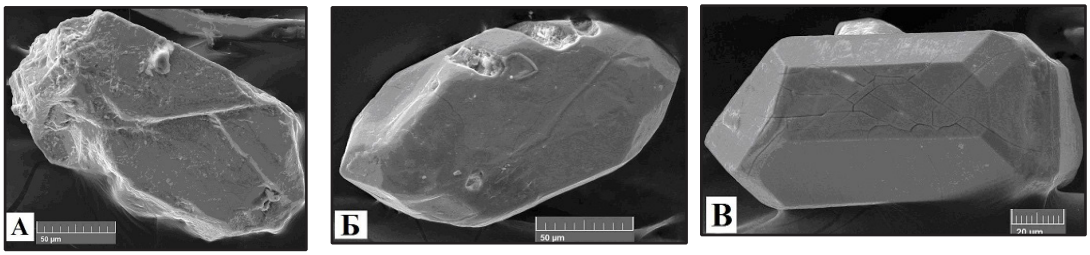


Рис. 2. Формы корродированных кристаллов циркона

Выводы. Изучение акцессорного циркона верхнепалеозойских гранитоидных комплексов выявило следующие его типоморфные признаки. 1. Количества циркона отчётливо индивидуализируют породы разных комплексов. 2. Кристалломорфологические особенности, включающие типизацию габитусных форм и статистический анализ вариаций величин удлинения. 3. Степень коррозии кристаллов отражает различную интенсивность воздействия постмагматических растворов в разновозрастных гранитоидах.

Литература

1. Леммлейн Г.Г. Морфология и генезис кристаллов. М.: Наука, 1973. – 328 с.
2. Минералы. Справочник. Силикаты с одиночными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами / под ред. акад. Ф.В. Чухрова. – М.: Наука, 1972. – Т. III. – Вып. 1. – С. 98 – 127.
3. Туркин Ю.А., Новоселов К.Л. Петролого-геохимические особенности девонских гранитоидов северо-западной части Рудного Алтая // Известия Томского политехнического университета. 2012. – Т. 321. – № 1 – С. 5 – 15.(процент частоты встречаемости удлинений)

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ

С.Г. Ефимова
Научный руководитель доцент К.Л. Новоселов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе изучен химический состав акцессорного циркона в гранитоидах главных фаз трёх верхнепалеозойских полифазных магматических комплексов: алейско-змеиногорского (D_{2-3}az), волчихинского (C_{2-3}v) и синюшинского (P_2–T_1s). Наряду с исследованиями кристалломорфологических и физических свойств акцессорного циркона из разновозрастных гранитоидных комплексов изучен его химический состав. На анализ отбирались кристаллы циркона, наименее подвергнутые постмагматической коррозии. Аналитические работы выполнены в лаборатории кафедры Геологии и разведки полезных ископаемых на электронном сканирующем микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU с приставкой EDS Oxford X–Max 50 (аналитик канд. геол.-минер. наук Рудмин М.А.) при участии автора.

В составе циркона разновозрастных гранитоидов постоянной примесью является Hf; примеси Al, Ca и Fe эпизодически фиксируются в цирконах волчихинского комплекса.

Гафний, как известно, является типоморфным элементом и кристаллохимическим близнецом циркония, входит в структуру циркона по схеме изовалентного изоморфизма ($Zr^{4+}\leftrightarrow Hf^{4+}$) [2]. В цирконах разновозрастных гранитоидов Hf фиксируется постоянно, однако его распределение несколько индивидуализировано (табл.). В цирконах девонских гранитоидов (D_{2-3}az) содержания Hf наиболее низкие и изменяются незначительно (Xср = 1,38 мас. %); в цирконах каменноугольных и пермо-триасовых комплексов концентрации Hf заметно возрастают, составляя в среднем соответственно 1,79 и 1,73 мас. %. Весьма показательным для разновозрастных гранитоидов служит коэффициент цирконий-гафниевого отношения – наиболее высокими значениями ZrO_2/HfO_2 характеризуются цирконы девонских плагиогранитов и тоналитов и цирконы пермо-триасовых порфировидных гранитов, в которых отношение ZrO_2/HfO_2 составляет соответственно 38,16 и 41,66.

Химический состав циркона лейкогранитов (C_{2-3}v) несколько обособляется эпизодическим появлением примесей Al, Ca, Fe, образующих структурную примесь по схеме гетеровалентного несовершенного изоморфизма [2]. Вычисленные кристаллохимические формулы цирконов с изоморфными замещениями [1] близки к теоретическим (табл.).

Выводы. Наряду с кристалломорфологическими свойствами циркона надёжным индикаторным признаком разновозрастных верхнепалеозойских гранитоидов северо-западной части Рудного Алтая служит ZrO_2/HfO_2 отношение.

Таблица

Химический состав циркона гранитоидов верхнепалеозойских комплексов, мас. %

ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	CaO	FeO*	HfO_2	Сумма	ZrO_2/ HfO_2	Кристаллохимическая формула
Плагиограниты и тоналиты ($D_{2-3}az$)								
66,96	32,07	–	–	–	1,22	100,25	54,89	$(Zr_{1,0}Hf_{0,01})_{1,01}[Si_{0,99}O_4]$
67,09	32,04	–	–	–	1,3	100,43	51,61	$(Zr_{1,0}Hf_{0,01})_{1,01}[Si_{0,98}O_4]$
66,79	31,51	–	–	–	1,21	99,51	55,20	$(Zr_{1,0}Hf_{0,01})_{1,01}[Si_{0,98}O_4]$
66,72	32,08	–	–	–	1,66	100,46	40,19	$(Zr_{1,0}Hf_{0,01})_{1,01}[Si_{0,99}O_4]$
66,25	32,76	–	–	–	1,49	100,5	44,46	$(Zr_{0,99}Hf_{0,01})_{1,0}[Si_{1,0}O_4]$
66,76	**32,09**	**–**	**–**	**–**	**1,38**	**100,23**	**49,27**	
Лейкограниты, калиевые лейкограниты ($C_{2-3}v$)								
65,91	32,06	–	0,46	0,48	2,28	101,19	28,91	$(Zr_{0,98}Hf_{0,02}Ca_{0,02}Fe_{0,01})_{1,03}[Si_{0,98}O_4]$
66,15	31,55	0,8	0,41	–	1,81	100,72	36,55	$(Zr_{0,99}Hf_{0,02}Ca_{0,01})_{1,02}[(Si_{0,97}Al_{0,03})_{1,0}O_4]$
66,25	31,43	–	–	1,24	1,51	100,43	43,87	$(Zr_{0,99}Fe_{0,03}Hf_{0,01})_{1,03}[Si_{0,97}O_4]$
67,04	31,86	–	–	–	1,48	100,38	45,30	$(Zr_{1,01}Hf_{0,01})_{1,02}[Si_{0,98}O_4]$
64,44	30,93	–	–	–	1,94	97,31	33,22	$(Zr_{0,99}Hf_{0,02})_{1,01}[Si_{0,98}O_4]$
65,02	32,27	0,58	–	0,48	2,16	100,51	30,10	$(Zr_{0,97}Hf_{0,02}Fe_{0,01})_{1,0}[(Si_{0,99}Al_{0,02})_{1,01}O_4]$
67,86	32,01	–	–	–	1,38	101,25	49,17	$(Zr_{1,01}Hf_{0,01})_{1,02}[Si_{0,98}O_4]$
66,01	**31,73**	**–**	**–**	**–**	**1,79**	**100,25**	**38,16**	
Порфировидные граниты ($P_2–T_1s$)								
67,52	32,06	–	–	–	1,27	100,85	53,17	$(Zr_{1,02}Hf_{0,01})_{1,03}[Si_{0,97}O_4]$
66,67	31,95	–	–	–	1,42	100,04	46,95	$(Zr_{1,03}Hf_{0,01})_{1,04}[Si_{0,99}O_4]$
66,19	31,58	–	–	–	1,77	99,54	37,40	$(Zr_{1,0}Hf_{0,02})_{1,02}[Si_{0,98}O_4]$
66,71	31,2	–	–	–	1,26	99,17	52,94	$(Zr_{1,02}Hf_{0,01})_{1,03}[Si_{0,97}O_4]$
66,31	31,76	–	–	–	1,33	99,4	49,86	$(Zr_{1,03}Hf_{0,01})_{1,04}[Si_{0,99}O_4]$
65,17	31,78	–	–	–	2,64	99,59	24,69	$(Zr_{0,99}Hf_{0,02})_{1,01}[Si_{0,99}O_4]$
64,09	30,79	–	–	–	2,41	97,29	26,59	$(Zr_{0,99}Hf_{0,02})_{1,01}[Si_{0,98}O_4]$
66,09	**31,59**	**–**	**–**	**–**	**1,73**	**99,41**	**41,66**	

Примечание: 1) FeO* приведено как Fe_2O_3+FeO; 2) Жирным шрифтом выделены средние содержания; 3) прочерк – элемент не установлен

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для расчёта формул минералов. – М.: Недра, 1967. – 144 с.
2. Макаров Е.С. Изоморфизм атомов в кристаллах.– М.: Атомиздат, 1973. – 288 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА, МЕДИ И НИКЕЛЯ В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ ЗАПАДНОЙ И СРЕДНЕЙ СИБИРИ

А.А. Злобин

Научный руководитель профессор В.И. Москвин

Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В задачу исследования входил поиск геохимических критериев для определения ареалов расселения водорослей в верхнеюрском осадочном бассейне с целью выявления вклада их различных таксономических групп в образование нефтематеринских отложений. Палеоэкологические реконструкции, выполненные автором ранее, позволили установить взаимосвязь минеральных форм цинка, брома и других элементов с первичными биогенными комплексами [4]. Предполагается, что кероген из отложений, обогащенных Br, Zn, Fe и S, генетически связан с обитавшими в морской акватории красными водорослями рода Polysiphonia из семейства Rhodomelaceae. Особенности их строения, вероятно, могут способствовать сохранению и консервации органического вещества, заключённого в клетках, под плотными слизистыми оболочками, которые сложены пектиновыми и гемицеллюлозными компонентами, нередко с известковой примесью.

Поэтому для оценки возможного вклада биомассы красных водорослей в процесс нефтеобразования дальнейшие исследования были ориентированы на определение коррелятивных связей между содержанием в глинистых осадках Br, Zn и концентрацией органического углерода (Сорг.). Предполагалось, что изучение распределения этих элементов по площади бассейна создаст основу для оконтуривания ареалов расселения водорослей рода Polysiphonia. на определённый временной срез. Однако сбор фактического материала (геохимических данных) для решения поставленной задачи выявил ряд проблем.

Во-первых, анализы на содержание брома в юрских осадках ранее не проводились. Этот элемент определялся только при исследованиях минерализации и химического состава подземных вод. В работе И.А. Лагуновой и Л.Н. Капченко проведена типизация гидро- и газогеохимических условий нефтегазоносных зон в молодых осадочных бассейнах [6]. Среди гидрогазогеохимических показателей бром, цинк, медь и никель в повышенных концентрациях отмечаются только в средней зоне нефтегазоносности (глубины от 2 до 5 км), с которой связаны нефтяные, нефтегазовые, газонефтяные месторождения. Соли брома в значительной степени подвержены процессам вымывания из осадка на стадиях седиментогенеза, раннего диагенеза и растворения в пластовых водах при катагенетических изменениях.

Во-вторых, в многочисленных опубликованных работах приводятся содержания разного набора микроэлементов, в составе которых Zn встречается нечасто. Кроме того, не всегда в этих же пробах определена концентрация Сорг.

В-третьих, при расчёте коэффициентов корреляции содержаний различных элементов в породе нельзя пользоваться источниками, в которых указаны только минимальные, максимальные, средние значения, или величины грубо округлены (например, 124 до 120 г/т и т.д.). Корректность расчётов соотношений микроэлементов возрастает, если сравниваются данные, полученные одним и тем же методом. Учитывая изложенные обстоятельства, автором и руководителем исследований было принято решение об изучении распределения Cu, Ni и других металлов, также концентрируемых современными красными водорослями.

Накопление микроэлементов (Zn, Cu, Co) в живых организмах происходит благодаря образованию молекул-лигандов или смешанных комплексов, где металлы служат мостиками, соединяющими различные группы в белках и липидах, в аминокислотах и сахарах, липидах и металлоферментах и т.д. [8]. Ионы металлов связываются лигандами в комплексы, в основном, через серу, азот и кислород. В отличие от них микроэлементы ксенобиотики (Ni, Cd, Pb) непосредственно не участвуют в процессах метаболизма, но способны оказывать негативное влияние на биохимические реакции в клетке [1]. По данным Е.А. Бойченко медь входит в состав пластоцианина (клеточного белка), а никель накапливается в полярных липидах [2].

Разные виды красных водорослей избирательно накапливают тяжёлые металлы. В целом, полезные из них медь и цинк концентрируются более интенсивно, чем канцерогены - Ni, Cd, Pb. Результаты экспериментов, опубликованные О.А. Беленикиной, показали, что порядок аккумуляции микроэлементов в одной среде обитания неодинаков даже у представителей одного рода. Один вид полисифонии накапливает Zn-Cu-Ni-Pb-Co-Cd (в порядке убывания), другой – Ni-Zn-Cu-Pb-Co-Cd [1].

Для решения задачи автором были составлены четыре выборки по разным фациальным районам (ФР) Сибири, в которые вошли данные по содержанию Zn, Cu, Ni и Сорг., полученные методами атомно-абсорбционного и масс-спектрометрического (ИСП-МС) анализов, а также определения концентрации органического углерода на экспресс-анализаторе АН-7529.

Первую выборку составили материалы по скважинам Пурпейско-Васюганского ФР (из центральной части Западной Сибири (ЗС)). В неё вошли результаты анализов образцов из верхнеюрских отложений, в которых, по мнению исследователей, в составе исходного органического вещества (ОВ) преобладала аквагенная составляющая [3]. Вторая выборка сделана по данным изучения отложений из разрезов скважин Тазо-Хетского ФР (Приенисейская часть ЗС), в которых в поздней юре накапливалось органическое вещество смешанного – аквагенно-террагенного типа [5]. Третья выборка составлена из материалов по скважинам Гыданского ФР (север Средней Сибири), где в составе исходного ОВ также предполагается наличие двух составляющих. Четвёртая – включает результаты анализов образцов из верхнеюрских отложений Ямало-Тюменского ФР (Приуральская

часть ЗС), в которых преобладает террагенный тип ОВ. Наиболее характерные распределения Zn, Cu, Ni и Corг. по разрезам в каждой из четырёх выборок представлены на рис. 1, где концентрации металлов приведены в г/т, а содержание Corг в процентах, увеличенных в 10 раз для наглядности графиков.

Самые высокие содержания элементов, превышающие кларковые значения в несколько раз, установлены в разрезах первой выборки. Коэффициенты корреляции между ними варьируют от 0,79 до 0,90, что указывает на высокую степень взаимосвязи. По мнению Е.А. Предтеченской и др. верхнеюрские глинистые и карбонатно-глинистые отложения, материалы по которым составили первый массив данных, сформировались в пределах подводных поднятий в центральных частях морского бассейна [7]. Во второй выборке значимая коррелятивная величина наблюдается только между Cu и Ni, коэффициент с Corг. составляет в среднем около 0,40. Алевритоглинистые осадки, микроэлементный состав которых был проанализирован во втором массиве, формировались в дельтовых, наиболее удалённых от берега обстановках. Поэтому, если предполагать, что Cu и Ni связаны с ОВ аквагенного типа, то нарушение коррелятивной связи между ними и Corг. объясняется примесью гумусового (террагенного) вещества, поступающего с континента. Возможно, по величине корреляции, также можно судить о вкладе в состав исходного ОВ аквагенного и гумусового материала, в данном случае 40 и 60%, соответственно. В третьей выборке значимый коэффициент корреляции наблюдается только между Ni и Corг. На диаграммах отмечаются участки с обратной зависимостью, где содержание Cu возрастает, а количество Corг. снижается и наоборот. По этой причине коррелятивная величина несколько ниже значимой. Уменьшение количества Cu характерно для пород, содержащих гипс. Вероятно, в раннем диагенезе в результате биохемогенных преобразований часть Cu из захороненной водорослевой массы могла связываться с сульфат-ионом с образованием хорошо растворимого соединения и вымываться аналогично солям Br. В четвёртом массиве данных значимый коэффициент корреляции наблюдается между Cu и Corг.

Считается, что в верхнеюрских глинистых породах Приуральской части ЗС преобладает террагенное ОВ. Для сравнения автор выполнил аналогичный статистический анализ для континентальных осадков нижней и средней юры этого района, который показал полное отсутствие коррелятивных связей между рассматриваемыми элементами. Поэтому предполагается, что исходное ОВ в отложениях, проанализированных в четвёртой выборке, имеет аквагенный генезис. Оно слагалось из остатков гидробионтов, способных концентрировать Cu, тела этих организмов подобно асцидиям состояли из клетчатки, аналогично континентальной растительности [4].

Таким образом, распределение повышенных концентраций Zn, Cu и Ni в верхнеюрских отложениях может использоваться как геохимический индикатор ареалов расселения красных водорослей.

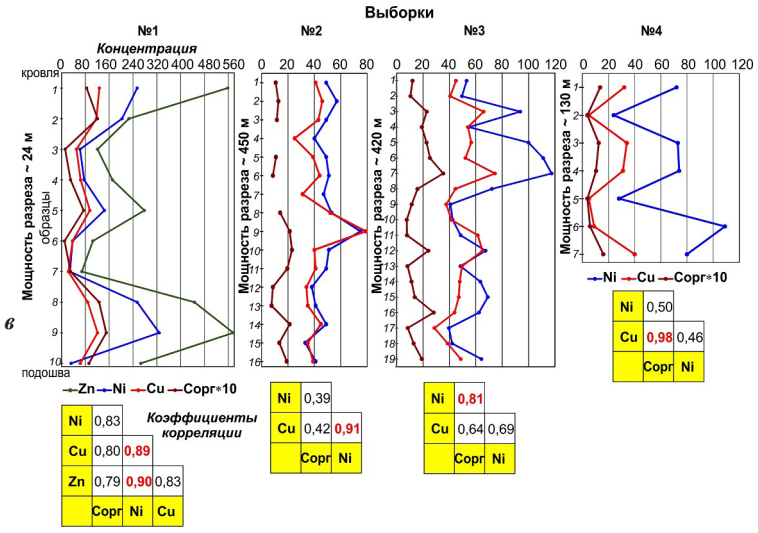


Рис. Распределение Zn, Cu, Ni и Corг. в разрезах верхней юры Западной и Средней Сибири (концентрации металлов приведены г/т, содержание Corг. в процентах, увеличенных в 10 раз)

Литература

1. Беленикина О.А. Красные водоросли в системе биомониторинга сублиторали Чёрного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005.
2. Бойченко Е.А. Факторы взаимодействия соединений металлов в эволюции растений // Изв. АН СССР. – 1984. – № 3. – С. 403–409.
3. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2005. – № 4. – С. 118–135.
4. Злобин А.А., Москвин В.И., Злобина О.Н. Палеоэкологические реконструкции в верхнеюрском осадочном бассейне Западной и Средней Сибири по результатам лито-биохимических и спектральных методов исследования // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. – №4. – С. 29–40.
5. Ким Н.С., Родченко А.П. Органическая геохимия и нефтегазогенерационный потенциал юрских и меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика. – 2013. – Т.54(8). – С. 1236–1252.
6. Лагунова И.А., Капченко Л.Н. Гидрогеохимические закономерности размещения зон нефтегазонакопления в пределах молодых платформ // Геология нефти и газа. – 1981. – № 2. – С. 42–47.
7. Предтеченская Е.А., Кроль Л.А., Гурари Ф.Г., Сапьяник В.В. О генезисе карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты // Литосфера. – 2006. – № 4. – С. 131–148.
8. Саенко Г.Н. Металлы и галогены в морских организмах. – М.: Наука, 1992. – 200 с.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ ПРОБ ОЛОВОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПРАВОУРМИЙСКОЕ»

А.Г. Карпова[1]

Научный руководитель преподаватель Т.А. Чикишева[1,2]

[1]Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

[2]ООО ПК «Спирит», г. Иркутск, Россия

Правоурмийское оловорудное месторождение, содержащее примерно 6,3% запасов олова России, по своим качественным и географо-экономическим показателям на сегодняшний день является лучшим в России. Месторождение расположено в Верхнебуреинском районе Хабаровского края.

Геологическая позиция месторождения определяется несколькими факторами. Первый – расположение месторождения в восточном экзоконтакте Верхнеурмийского массива биотитовых гранитов, в зоне пологого погружения его кровли. Второй фактор – приуроченность его к центральной части Урмийской кальдеры, выполненной крупной экструзией (лакколитом) кристаллоигнимбритов. Третий фактор – локализация месторождения в субширотной рудоносной структуре, трассируемой на поверхности дайкой гранит-порфиров, в узле ее пересечения со структурой северо-западного простирания [2].

Минералогические исследования руды выполнены в лаборатории обогащения полезных ископаемых ООО ПК «Спирит». Объектом исследования являлись две технологические пробы – ТП-1 и ТП-2, отобранные на Правоурмийском месторождении. Цель работы – изучение минерального состава и технологических свойств минералов проб оловосодержащей руды.

Минеральный состав проб дроблёной руды и количественная оценка содержаний каждого минерала в пробах были определены с помощью методов оптико-минералогического анализа с применением бинокулярного стереоскопического микроскопа «Микромед МС-2 ZOOM». Прозрачные минералы легкой фракции и тонких классов были исследованы в иммерсионных препаратах с применением поляризационного микроскопа МИН-8. Разделение минеральных фаз арсенопирита и лёллингита, а также определение минерального состава класса крупности менее 0,040 мм проводилось методами рентгенофазового анализа на аппарате ДРОН-3.0.

При проведении анализа были использованы методические рекомендации НСОММИ (Научный совет по методам минералогических исследований) № 162 «Оптико-минералогический анализ шлиховых и дробленых проб».

Дробленый материал обеих проб был классифицирован и подвергнут гравитационному фракционированию в бромоформе (удельный вес 2,89 г/см^3) и в жидкости Клеричи (удельный вес 4,0 г/см^3).

Главным ценным компонентом исследуемых проб руды является касситерит. Попутным ценным компонентом выступает вольфрамит. По данным атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) массовая доля олова в руде составляет 0,61 и 3,21 % для проб ТП-1 и ТП-2 соответственно. Массовая доля вольфрама в руде составляет 0,02 и 0,09 % для проб ТП-1 и ТП-2 соответственно. По данным минералогического анализа массовая доля касситерита в пробе ТП-1 составляет 0,8 %, в пробе ТП-2 – 4,8 %; попутно извлекаемый ценный компонент – вольфрамит; в пробе ТП-1 встречается в единичных зернах, в пробе ТП-2 его содержание достигает 0,1 %.

Массовая доля сульфидов в пробах руды колеблется от 2,6 % в пробе ТП-1 до 1,5 % в пробе ТП-2. Перечень сульфидов достаточно обширен: арсенопирит, халькопирит, борнит, халькозин, пирит, пирротин. В обеих пробах минералы мышьяка представлены арсенопиритом и лёллингитом, преобладающим является арсенопирит. В пробе ТП-1 массовая доля арсенопирита составила 2,1 %, лёллингита – 1,2 % и в пробе ТП-2 – 1,5 % и 0,4 % соответственно. Сульфиды меди представлены халькопиритом, борнитом и халькозином. Массовая доля сульфидов меди в пробе ТП-1 составила соответственно,(%): 0,3; 0,1; 0,1. В пробе ТП-2 сульфиды меди фиксируются только в виде единичных зерен.

Основным породообразующим минералом является кварц в виде зерен неправильной формы, а также в виде кварцевых и кварц-полевошпат-слюдистых агрегатов, суммарно их доля в пробе ТП-1 составляет 70,5 %, в пробе ТП-2 – 57,2 %. Вторым породообразующим минералом в количестве 11,6 и 27,0 % является топаз. В количестве 1,0 % для пробы ТП-1 установлен флюорит, в пробе ТП-2 его массовая доля составила 1,3 %. Турмалин в пробе ТП-1 отмечен в количестве 0,9 %, в пробе ТП-2 его массовая доля составила 1,9 %. Массовая доля слюдистых минералов (мусковит, биотит) в пробе ТП-1 составила 1,5 %, а в пробе ТП-2 – 2,2 %.

В подчиненном количестве и в единичных зернах в пробах отмечены магнетит, молибденит и ильменит. Вторичные минералы распространены незначительно и представлены хризоколлой и гидроокислами железа.

Касситерит в исследуемых пробах руды, измельченной до крупности менее 2 мм, отмечается во всех классах крупности. Свободные зерна касситерита представлены зернами неправильной формы различных оттенков коричневого цвета – от бледного желтовато-коричневого до бурого цветов. Зерна часто имеют зональную окраску. Поверхность неровная, у единичных кристаллов сохранились грани. Блеск смолистый, жирный.

Сростки касситерита диагностируются в диапазоне крупности -2+0,250 мм в пробе ТП-1 и -2+0,5 мм в пробе ТП-2. При визуальном просмотре зерен сростков установлено, что в классе крупности -2+1 мм касситерит чаще всего находится в полиминеральных срастаниях с породообразующими минералами – кварцем, топазом, турмалином и сульфидами мышьяка, реже меди. С уменьшением класса крупности чаще отмечаются бинарные сростки касситерита, а количество срастаний касситерита с минералами мышьяка и сульфидами меди значительно

преобладает над количеством срастаний касситерита с породообразующими минералами. Относительный процент раскрытия касситерита по классам крупности приведен в таблице.

Таблица

Относительный процент раскрытия касситерита по классам крупности

Класс крупности, мм	Проба ТП-1		Проба ТП-2	
	Касситерит		Касситерит	
	свободный, $\%_{отн.}$	в сростках, $\%_{отн.}$	свободный, $\%_{отн.}$	в сростках, $\%_{отн.}$
-2+1	68,7	31,3	72,5	27,5
-1+0,5	69,1	30,9	89,6	10,4
-0,5+0,25	91,3	8,7	100,0	–
-0,25+0,125	100,0	–	100,0	–
-0,125+0,071	100,0	–	100,0	–
-0,071+0,04	100,0	–	100,0	–
-0,04	100,0	–	100,0	–

На основании данных минералогического анализа было проведено изучение контрастности свойств минералов с целью технологической оценки изучаемых проб путем выявления по справочным данным и сопоставления их основных физических свойств.

Минералогическими исследованиями установлено наличие в руде комплекса минералов с ярко выраженными контрастными физическими свойствами. Наиболее контрастным физическим свойством минералов, слагающих материал изучаемой пробы, является плотность.

По значению плотности минералы, слагающие пробу, условно можно разделить на три группы:

- самые легкие минералы, обладающие плотностью менее 2,9 г/см^3 – полевой шпат, кварц, мусковит;
- минералы с промежуточной плотностью – топаз, флюорит, турмалин с плотностью в диапазоне 2,9…3,2 г/см^3;
- тяжелые минералы – касситерит, вольфрамит, минералы мышьяка, сульфиды меди с плотностью 4,1…7,1 г/см^3.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Изучение вещественного состава позволило отнести руду обеих проб к касситеритово-кварцевой формации, типу топаз-кварцевому с сульфидами [1].
2. Изучение раскрытия зерен касситерита позволило определить оптимальную конечную крупность измельчения менее 0.25 мм для пробы ТП-1 и менее 0,5 мм для пробы ТП-2.
3. Основным промышленно-ценным компонентом обеих проб руды является олово. По содержанию металла исследуемый материал пробы ТП-1 с массовой долей олова 0,61 % относится к рудам среднего качества (0,4…1,0 %), а пробы ТП-2 с массовой долей олова 3,21 % – к богатым рудам (более 1 %). Вольфрам может представить определенный интерес для попутного извлечения, его содержание в пробе ТП-2 – 0,091 % почти в 4 раза выше, чем в пробе ТП-1 – 0,026 %.
4. Касситерит и вольфрамит, которые являются ценными компонентами в изучаемой пробе, имеют значительно более высокую степень контрастности гравитационных свойств по сравнению с другими минералами пробы. Это позволит использовать гравитационные методы обогащения для их первичной концентрации.
5. Группа минералов с промежуточной плотностью затрудняет процесс гравитационного отделения их от касситерита и потребует дополнительных операций очистки касситеритового концентрата.
6. Для получения оловянного концентрата, соответствующего требованиям к сырью, минералы мышьяка и меди могут быть извлечены из чернового концентрата при помощи методов флотации. По данным магнитной восприимчивости с применением магнитной сепарации тут может быть выделен вольфрамит, магнетит, пирротин, биотит и турмалин.

Литература

1. Минералогическое исследование руд цветных и редких металлов / под общ. ред. д.г.-м.н. А.Ф. Ли. – М.: Государственное научно-техническое изд-во литературы по горному делу, 1960. – 219 с.
2. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн. 2. – С. 573 – 981.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКОНА ИЗ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ИЧЕТЪЮ (СРЕДНИЙ ТИМАН)

А.О. Красоткина
Научный руководитель профессор С.Г. Скублов
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Полиминеральное рудопроявление Ичетъю представляет горизонт с пятнисто-струйчато-линзовидной морфологией рудных тел и выдержанной мощностью от 0.2 до 1.5 м. Рудопроявление сложено кварцевыми песчаниками, гравелитами, конгломератами и конглобрекчиями. Вероятным источником циркона являются породы фундамента Среднего Тимана. Цель исследования – установление типоморфных особенностей редкоэлементного состава циркона и их связь с генезисом минерала.

Объектом настоящего исследования послужил циркон, выделенный из пробы МУ-08-4 и ПМС-239. Примерно половина кристаллов имеют изометричные формы, другие – слабо удлиненные, умеренно и слабо окатанные. Удлиненные кристаллы циркона, как правило, демонстрируют в катодолюминесценции (CL) магматическую осцилляционную зональность.

С помощью ионного микрозонда в зернах циркона было определено содержание редких и редкоземельных элементов. Для многих зерен характерно относительно низкое содержание Y + REE в интервале от 92 до 8890 ppm, коррелирующее с содержанием P. Полученные данные согласуются с результатами исследования возраста и геохимии циркона из вышележащего конглобрекчиевого горизонта проявления Ичетъю и четласских лампрофиров [1]. Это доказывает единый источник циркона двух промышленных объектов, при этом не исключено, что циркон поступал из разных по глубине уровней нижележащего кристаллического фундамента.

Зоны изменения циркона имеют темный оттенок в BSE, приурочены к краевым участкам зерен (постепенное замещение каймы – точка Z66-2, рис., а) или к центральной части зерна (точка Z411-2, рис., в). В последнем случае можно отметить, что изменение центральной части зерна вызвано поступлением гидротермальных растворов по системе трещин, которые соединяют краевую и центральную части зерна.

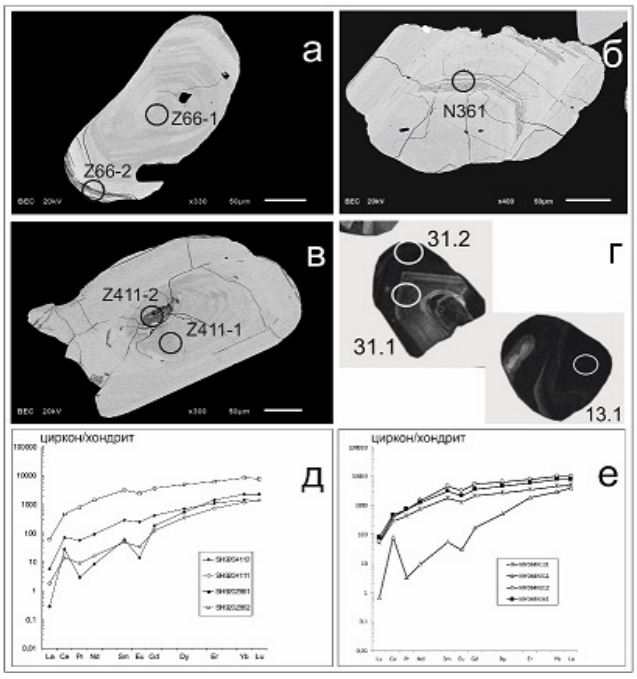


Рис. Изображения (а – в) зерен циркона рудопроявления Ичетъю в обратно-отраженных электронах (BSE); изображения (г) зерен циркона в катодолюминесценци; спектры REE зерен (д, е)

Спектры распределения REE (рис., д) в неизмененных частях циркона имеют типичный для циркона магматического генезиса дифференцированный характер с увеличением содержания от легких к тяжелым REE и четко выраженными положительной Ce-аномалией (Ce/Ce* – 9,94) и отрицательной Eu-аномалией (Eu/Eu* составляет в среднем 0.50). Суммарное содержание REE – 8131ppm, среднее содержание Y составляет 2446, P – 1484, Ca – 408, Ti – 111 ppm.

По среднему составу (таблица) зоны изменения отличаются от неизмененных зон циркона повышенным содержанием суммы REE, Y, P, Ca, Ti. В процессе гидротермального изменения циркона содержание HREE увеличивается примерно в 3 раза, LREE – в 20 раз. Происходит выполаживание всего спектра REE, редуцирование Ce- и Eu-аномалий. Следует отметить, что содержание U, увеличиваясь в 2-3 раза, в измененных участках, но не превышает 915 ppm (табл.), что отличает зоны изменения от типичного метамиктного циркона. Рост содержания Y в среднем от 788 до 8892 ppm коррелируется с увеличением содержания P (126 и 5518 ppm), что согласуется с выделенным ранее особым Y-HREE-P геохимическим типом иттриевых цирконов [2].

В зернах циркона из пробы MY-084 также были определены 2 зоны, отличающиеся содержанием редких элементов. Неизмененные участки зерен отвечают пониженным содержаниям редких элементов и в большинстве случаев приурочены к центральным частям зерен.

Измененные участки зерен циркона отличаются повышенным содержанием REE – от 3390 до 7617 ppm (что превышает содержание REE в неизмененных участках более, чем в 3 раза), пологим спектром их распределения (рис., е). Проявлена положительная Ce-аномалия (Ce/Ce* в среднем 1,94) и отрицательная Eu-аномалия (Eu/Eu* – 0.65). Суммарное содержание Ca, Y, Ti и других элементов в измененных зонах также превышает содержание в неизмененных зонах в десятки раз.

Таблица

Распределение редких и редкоземельных элементов (ppm) в цирконе из проявления Ичетъю

Компоненты	SH920				MY084			
	Z4112	**Z4111**	**Z661**	**Z662**	**N311**	**N312**	**N361**	**N131**
La	1.32	0.42	0.07	14.3	0.16	13.7	18.8	12.4
Ce	42.1	8.64	16.5	278	48.4	244	287	174
Pr	5.07	0.82	0.26	74.3	0.30	66.1	67.4	39.9
Nd	41.5	7.34	3.77	637	4.41	665	571	340
Sm	40.7	7.07	8.58	456	8.05	665	462	261
Eu	13.7	1.86	0.78	132	1.66	181	121	71.6
Gd	82.0	24.0	35.4	719	33.9	1071	710	424
Dy	167	82.5	130	1211	126	1569	1127	659
Er	171	115	222	989	292	1267	949	548
Yb	229	189	356	1308	475	1632	1270	738
Lu	33.7	32.8	54.9	187	95.6	244	190	121
Y	1193	788	1365	6438	1614	8775	90.6	107
Li	13.8	19.9	1.47	12.5	35.5	51.2	3656	2190
P	551	426	297	4517	352	4627	1686	1044
Ca	93.7	21.7	15.6	1502	0.53	2569	280	141
Ti	28.5	9.57	32.2	376	22.2	446	10.2	6.14
Sr	2.01	1.12	1.10	7.73	0.11	35.7	6353	3643
Nb	74.1	87.1	71.4	135	12.6	151	69.9	46.6
Ba	10.6	5.43	4.18	44.7	1.81	167	44.7	26.5
Hf	9735	9771	8268	11737	7981	12360	10747	17029
Th	173	75.6	91.1	432	159	766	749	156
U	371	435	275	915	403	1726	1128	1229
Th/U	0.47	0.17	0.33	0.47	0.39	0.44	0.66	0.13
Eu/Eu*	0.72	0.43	0.14	0.70	0.31	0.65	0.65	0.66
Ce/Ce*	3.94	3.57	30.2	2.06	53.8	1.96	1.95	1.90
ΣREE	828	469	828	6006	1086	7617	5772	3390
ΣLREE	90.0	17.2	20.6	1004	53.2	989	944	566
ΣHREE	683	443	798	4415	1023	5783	4245	2491

В группу LREE входят элементы от La до Nd, в группу HREE - от Gd до Lu. В сумму REE входят HREE, LREE и дополнительно MREE (от Sm и Eu).

Установленные особенности изменения состава циркона из конглобрекчии Ичетъю (значительный привнос Y, REE, P, Ca при подчиненном увеличении содержания Th и U) свидетельствуют о гидротермально-метасоматическом преобразования циркона и подкрепляют точку зрения об эндогенном генезисе проявления Ичетъю.

Литература

1. Макеев А.Б., Красоткина А.О., Скублов С.Г. Геохимия и U-Pb возраст циркона Пижемского титанового месторождения (Средний Тиман) // Вестник Института геологии Коми НЦ Уро РАН. – 2016. – № 5. – С. 38 – 52.
2. Макеев А.Б., Скублов С.Г. Иттриево-редкоземельные цирконы Тимана: геохимия и промышленное значение // Геохимия. – 2016. – № 9. – С. 821 – 828.

РАЗНОВИДНОСТИ КОБАЛЬТИНА В РУДАХ АЛБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.М. Кузьмин, Р.А. Кемкина, М.А. Тихая
Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Албазинское золоторудное месторождение территориально расположено в Хабаровском крае в районе им. Полины Осипенко и входит в состав Албазинского рудно-россыпного узла. В структурном плане месторождение приурочено к Ульбанскому террейну юрского турбидитового бассейна Монголо-Охотского орогенного пояса. В строении месторождения принимают участие юрские, главным образом, терригенные толщи, прорванные позднемеловыми субвулканическими и гипабиссальными интрузиями средне-кислого состава. Рудные тела образованы сопряженными дайками микродиоритов и риолитов и сложены серицит-карбонат-кварцевыми метасоматитами, брекчированными породами с прожилками кварц-сульфидной минерализации и окварцованными песчаниками с вкрапленностью сульфидов. Албазинское месторождение относится к убого-сульфидной кварц-золоторудной формации и характеризуется небольшим количеством рудных минералов. Общее количество сульфидов составляет 1…5 %.

Наиболее распространенными рудными минералами Албазинского месторождения являются пирит и арсенопирит, основные концентраторы золотой минерализации. К второстепенным минералам относятся марказит, галенит, сфалерит, пирротин и халькопирит, редко встречаются вольфрамит, сульфосоли серебра и меди, ульманит. Впервые в рудных зонах авторами были установлены разнообразные сульфосоли свинца и висмута. Жильные минералы представлены кварцем и карбонатами разного состава, полевым шпатом.

При изучении вещественного состава руд Албазинского месторождения в отраженном свете на рудном микроскопе (лаборатория микроскопии ДВФУ) был идентифицирован минерал, по оптическим и физическим свойствам соответствующий сульфоарсениду Co – кобальтину. Верификация данных рудной микроскопии была проведена на сканирующем электронном микроскопе EVO-50 XVP с энергодисперсионным спектрометром рентгеновского излучения INCA-350 (аналитический центр ДВГИ). Условия съемки: эталонами являются S – FeS_2 10-июл-2008 03:47 PM, Co – Co 10-июл-2008 03:31 PM, Ni - Ni 1-июн-1999 12:00 AM, As – InAs 1-июн-1999 12:00 AM, Sb – Sb 1-июн-1999 12:00 AM; ускоряющее напряжение 20 KV, разрешение 1 мкм. Исследования включали изучение химического состава предполагаемого кобальтина и характера срастания его с другими минералами Анализ взаимоотношений кобальтина с другими минералами, детальные исследования размера и морфологии зерен показали наличие нескольких (как минимум двух) генераций кобальтина. Изучение химического состава этих генераций показало, что они различаются как по содержаниям главных химических элементов (Co, As, S), так и изоморфно их замещающих Fe. и Ni.

Кобальтин первой генерации (рис. 1) встречается в виде зерен округлой (изометричной), реже линзовидной формы в Co-содержащем пирите (до 3 мас. %) и нерудных минералах. Размер таких зерен не превышает 0,003 мм. Границы зерен ровные, без следов коррозии.

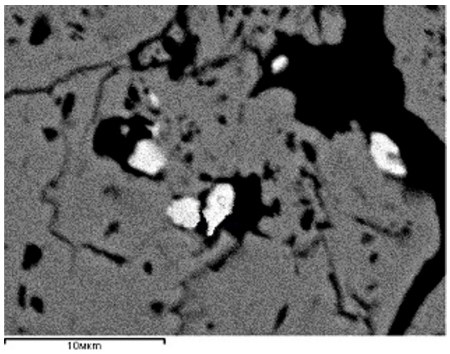


Рис. 1. Изометричные выделения кобальтина 1 генерации (светлое)

Химический состав кобальтина первой генерации (проба Ан3 уч4/1, таблица) характеризуется повышенными содержаниями Fe (до 6,82 мас. %) и Ni (до 2,7 мас. %), которые изоморфно замещают Co. Кристаллохимическая формула минерала - $(Co_{0,58}Fe_{0,21}Ni_{0,08})_{0,87}As_{0,95}S_{1,18}$. Следует отметить недостаток кобальта и мышьяка по сравнению с теоретическим составом и избыток серы (рис. 2).

Таблица

Химический состав кобальтина Албазинского месторождения, (мас. %)

№ пробы	Компоненты					Сумма
	Co	Ni	Fe	As	S	
Ан3 уч4/1	20,42	2,70	6,82	42,13	22,56	94,63
Ан3 уч16/3	23,46	4,44	5,52	46,24	20,00	99,66
Ан3 уч26/1	22,54	5,48	5,49	46,39	20,10	100,2
Ан3 уч29/1	21,80	7,28	3,48	47,59	19,85	99,97

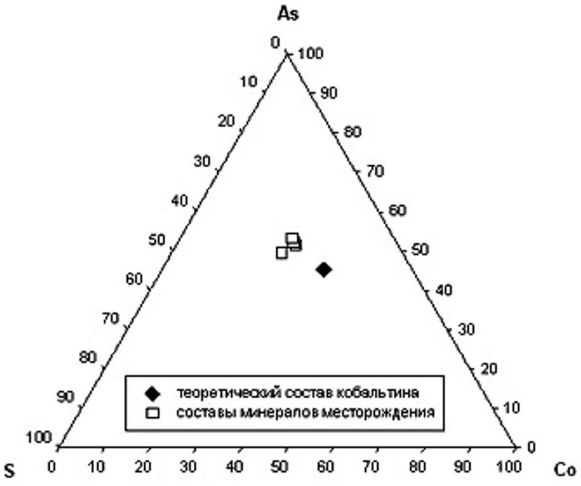


Рис. 2. Соотношение основных компонентов в сульфоарсениде кобальта

Кобальтин второй генерации (рис. 3, 4), напротив, развивается в виде идиоморфных кристаллов с хорошо выраженными кристаллографическими формами кубического и октаэдрического габитусов. Размеры кристаллов в среднем составляют 0,01…0,02 мм. С другими минералами всегда имеет четкие и ровные границы. Часто содержит включения халькопирита и сфалерита (рис. 3, 4), с последним, в большинстве случаев, образует тесные срастания. Развивается также и по пириту.

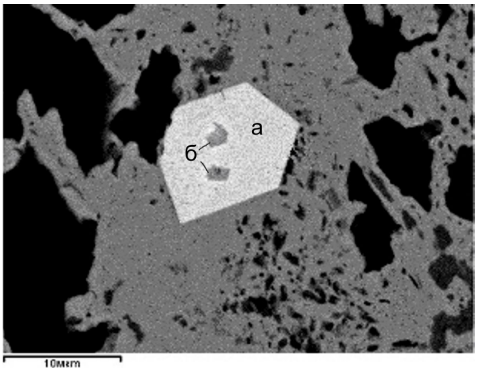


Рис. 3. Идиоморфные кристаллы кобальтина 2 генерации (а) с включениями сфалерита (б)

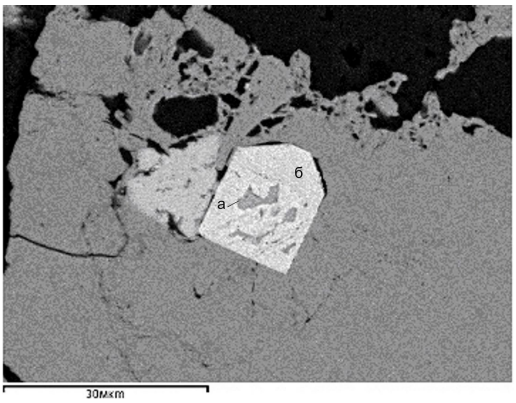


Рис. 4. Включения халькопирита (а) в кобальтине 2 генерации (б)

Состав кобальтина 2 генерации идентичен составу кобальтина 1 генерации (пробы Ан3 уч16/3, Ан3 уч26/1, Ан3 уч29/1, таблица) и содержит тот же перечень изоморфно замещающих компонентов, но количество их существенно отличается. Так, для кобальтина 2 генерации характерны повышенные содержания Ni (до 7.28 мас. %) и пониженные Fe (до 3,48 мас. %). Кроме этого, следует отметить и повышенные содержания главных компонентов Co и As в кобальтине 2 по сравнению с кобальтином 1. В целом, рассчитанная кристаллохимическая формула соответствует $(Co_{0,61-0,66}Fe_{0,10-0,16}Ni_{0,13-0,21})_{0,92-0,95}As_{1,01-1,05}S_{1,03-0,04}$.

ТИПОХИМИЗМ ТУРМАЛИНОВ МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ ЛЕСХОЗОВСКОЙ ЖИЛЫ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПАМИР)

Э.Н. Кунгулова*, Е.Н. Соколова**

Научный руководитель доцент О.В. Бухарова

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

****Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия***

Гранитные пегматиты являются уникальными природными лабораториями, позволяющими исследовать процессы магматического фракционирования и последующей гидротермальной кристаллизации. Среди минералов, слагающих пегматитовые жилы, выделяются сквозные, к которым относятся полевые шпаты и кварц, а также второстепенные, определяющие специализацию пегматитовых тел. Исследование типохимизма второстепенных минералов имеет большое значение для понимания поведения редких металлов при кристаллизации наиболее низкотемпературных пегматитовых и редкометалльно-гранитных расплавов.

В высокогорьях Юго-Западного Памира располагается целый ряд уникальных пегматитовых жил. В частности, жила Лесхозовская, которая относится к пегматитам малоглубинной миароловой формации. Жила выходит на правом борту реки Шахдара, в её среднем течении, напротив кишлака Бедиз. Она обнажается в скальной стенке и занимает секущее положение по отношению к гнейсам шахдаринской метаморфической серии. Контакт пегматитов с гнейсами резкий. Внутри жилы наблюдаются отдельные угловатые и повернутые ксенолиты вмещающих пород, свидетельствующие об активном внедрении пегматитового расплава [2]. Особенностью этой жилы, является ярко выраженная борная минерализация, на основании чего, она, наряду с подобными жилами Юго-Западного Памира (Шахдаринской и Вездаринской) классифицируется как турмалиновая [1]. Типичная для гранитных пегматитов внутренняя зональность выражена в Лесхозовской жиле очень слабо. С определенной долей условности в ней можно выделить три структурно-минералогических комплекса: полевошпатовый, околомиароловый и собственно миароловый.

Поскольку жила относится к турмалиновым, объектом исследования не случайно стал турмалин. Был выполнен рентгеноспектральный микроанализ индивидов (ЦКП МИИ ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ, г. Томск), которые в жиле Лесхозовской встречаются в двуполевошпатовой зоне кварц-полевошпатового комплекса и околомиароловом слюдисто-альбитовом комплексе.

Таблица

Состав турмалина из различных структурно-морфологических комплексов жилы и в пределах индивида, мас. %

Компоненты	Кварц-полевошпатовый комплекс	Околомиароловый комплекс	Индивид		
			Центр	периферия	кайма
SiO_2	34,22	37,35	37,485	37,165	36,51
TiO_2	0,77	0,03	0,385	1,19	0,35
Al_2O_3	32,17	39,44	37,07	32,22	37,155
CaO	0,26	0,37	0,31	0,515	1,045
MnO	0,64	0,88	3,105	0,43	2,47
MgO	0,07	н.п.о.	н.п.о.	0,49	н.п.о.
FeO	16,41	0,19	11,125	17,22	4,615
ZnO	0,10	0,00	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Na_2O	2,02	2,15	2,17	2,305	1,915
K_2O	0,05	0,01	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Rb_2O	0,06	0,06	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Cs_2O	0,01	0,01	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
F	0,52	1,30	н.п.о.	н.п.о.	1,36
B	10,00	10,00	10	10	10
Сумма	87,30	91,78	91,65	91,535	83,885
Формульные коэффициенты					
Si	5,89	6,00	6	6	6
Ti	0,10	-	0,045	0,145	-
Al	6,52	7,47	7	6,13	7,35

Продолжение таблицы

Компоненты	Кварц-полевошпатовый комплекс	Околомиароловый комплекс	Индивид		
			Центр	периферия	кайма
Формульные коэффициенты					
Ca	0,05	0,06	0,055	0,09	0,235
Mn	0,09	0,12	0,42	0,06	0,14
Mg	0,02	-	-	0,115	-
Fe	2,36	0,03	1,475	2,325	0,18
Na	0,68	0,67	0,67	0,725	0,615
K	0,01	–	–	–	–
Rb	0,01	0,01	–	–	–
Cs	–	–	–	–	–
F	0,28	0,66	–	–	1,36
B	2,97	2,77	3	3	3
Al (Y)	0,41	1,47	1	0,13	1,35
Al (Z)	6,00	6,00	6	6	6
AL(Si)	0,11	–	–	–	–
Li*	0,01	1,38	0,12	0,23	1,33
□	0,26	0,26	0,28	0,19	0,15

Примечание: Количество бора условно принято за 10 мас. процентов; Li* – расчётный коэффициент 3-(Fe+Mg+Mn+Ti+Al (VI)); формульные коэффициенты для литийсодержащих турмалинов рассчитывались на 6 атомов кремния, железистых турмалинов – на 15 атомных катионов; □ – вакансия в позиции X; н.п.о. – ниже предела обнаружения.

По данным рентгеноспектрального микроанализа (табл.) турмалин представлен изоморфными смесями, включающими такие конечные члены, как шерл, дравит, эльбаит, оленит и тсилаизит. Турмалин кварц-полевошпатового комплекса является шерлом с довольно высокими содержаниями примесей Mn, Fe и Ti. Турмалин околомиаролового комплекса жилы преимущественно чистый эльбаит. Он образует полихромные кристаллы широкой цветовой гаммы, от розового до желтого и бесцветного. Для него характерны повышенные содержания Mn, Al, F и Li.

Результаты проведенного анализа турмалинов выявили тенденцию распределения химических элементов в зависимости от изменения режима кристаллизации, которая заключается в более широком проявлении шерла и шерл-дравита (Fe+Mg) во внешних комплексах пегматитовых жил и распространенияи эльбаита (Li+Al) и тсилаизита-оленита (Mn+Al) в окружающих миаролы комплексах.

Кроме того, выявленные закономерности распределения элементов просматриваются также в пределах отдельных зерен. Часто в жиле Лесхозовской можно обнаружить индивиды турмалинов с характерной поперечной зональностью. Это кристаллы с черным ядром и желтой каймой обрастания. Проведено исследование центральной части зерна, области ближе к периферии зерна и непосредственно каймы (табл.).

Отмечается заметное повышение редкометальности от центра зерна к его периферии, что позволяет выделить две генерации турмалина. После произведенного расчета миналов выяснено, что турмалин первой генерации представляет собой шерл, а турмалин второй поздней генерации – фтор-эльбаит и тсилаизит-оленит. Ранний турмалин заметно обогащен Fe^{2+}, Ti и Mg, что соответствует шерлу кварц-полевошпатового комплекса. В позднем турмалине их концентрация уменьшается и наблюдается значительное содержание Al, Li и F. Подобный химический состав соответствует эльбаитам околомиаролового комплекса.

Проведенные исследования показали, что турмалин миароловых пегматитов Лесхозовской жилы обладает яркими типохимическими особенностями, которые выражаются в тенденции накопления Li, Al, Rb и Cs к концу процесса кристаллизации, что способствует повышению редкометального фона в поздних комплексах. Минералы более ранних комплексов существенно обогащены Fe^{2+}, Ti и Mg, концентрация которых к концу процесса заметно снижается. К концу процесса кристаллизации пегматитов происходит накопление летучих компонентов, что выражается в увеличении содержания F в более поздних фазах, а также щелочных металлов, которое проявляется в уменьшении дефицита щелочей по мере роста редкометальности.

Литература

1. Загорский В.Е., Перетяжко И.С., Шмакин Б.М. Гранитные пегматиты. Миароловые пегматиты. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1999. – Т. 3. – 487 с.
2. Коноваленко С.И., Сазонтова Н.А., Смирнов С.З. Состав, строение и режим формирования миароловых пегматитов Лесхозовской жилы (Юго-Западный Памир) / // Петрология магматических и метаморфических комплексов. – 2001. – Выпуск 2. – С. 226 – 228.

МИНЕРАЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ В ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ ЛАГЕРНОГО САДА (Г. ТОМСК)

Д.Е. Лашкивская[1], А.Д. Кашин[2], В.А. Неведомский[3]
Научные руководители: доцент И.В. Вологдина[4], ст. преподаватель В.Д. Покровский[3]
Гимназия № 6, г. Томск
[2]Томский государственный архитектурно-строительный университет,
[3]Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
[4]Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия

Известно, что повреждения строительных материалов (бетонов, металлов и др.), вызванные агрессивными свойствами грунтов, подземных вод, газов, а также деятельностью подземной микробиоты могут приводить к аварийному состоянию зданий и сооружений, что приводит к большим материальным затратам на ремонт или замену непригодных к дальнейшему использованию конструкций [2]. Наше внимание привлекли процессы формирования минеральных агрегатов (сталактитов, сталагмитов и других натечных образований), формирующихся на потолке, стенах и полу дренажной горной выработки (ДГВ) в районе Лагерного сада г. Томска. Они образуются при разгрузке подземных вод в штольнях дренажной выработки, потому согласно имеющимся представлениям, изучаемые нами минеральные агрегаты можно отнести к минеральным новообразованиям природно-техногенного и гидрогенного генезиса [3].

Сочетание природных условий г. Томска и техногенных факторов способствует развитию опасных экзогенных процессов [4]. Наиболее выражены данные процессы на правобережном склоне долины реки Томь, в районе мемориально-паркового комплекса Лагерный сад. Лагерный сад расположен в южной части Томска и включает в себя участок берегового склона р. Томи, протягивающийся от Коммунального моста до ул. Гвардейской Дивизии. На этой территории наблюдалось интенсивное развитие оползневых процессов, овражной эрозии и плоскостного смыва. Своеобразие гидрогеологических условий здесь проявляется в виде многочисленных участков разгрузки подземных вод, что в сочетании с геологическим строением и особенностями рельефа обуславливает активность склоновых процессов [5, 6]. Для обеспечения устойчивости склонов с целью снижения степени опасности для объектов городской инфраструктуры был разработан комплексный проект противооползневых мероприятий на рассматриваемой территории, который предусматривал: выполаживание и укрепление склона, отвод поверхностных вод и проходку дренажной горной выработки для осушения пород, подверженных размоканию. Дренажная выработка состоит из двух поперечных штолен на глубине до 45 м и общей длиной 2200 м, поперечное сечение устьевой части составляет 12,8 м [4]. Подземные воды перехватываются дренажными скважинами и разгружаются в водоотливную канаву на дне выработки, по которой сбрасываются в реку Томь. В результате выполненных мероприятий развитие склоновых процессов в районе Лагерного сада существенно приостановилось. Но внутри самой дренажной системы в ходе эксплуатации возникли проблемы, связанные с агрессивным воздействием подземных вод, отложением солей и зарастанием фильтров дренажных скважин. В связи с обозначенными явлениями целью данной работы является изучение вещественного и минерального состава минеральных образований, формирующихся внутри ДГВ. Нами, при участии геолога ОАО «Томскгеомониторинг» Нестерова Анатолия Васильевича летом 2016 года был проведен отбор образцов сталактитов и сталагмитов, почковидных натечных образований (рис.1). Точки отбора проб были расположены достаточно равномерно по длине штолен.

Образование минеральных агрегатов внутри ДГВ свидетельствует о развитии коррозионных процессов по отношению к конструкционным материалам. Согласно проведенным ранее исследованиям воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, пресными с минерализацией от 699 до 822 мг/л, слабощелочными (pH7,3…7,8), преимущественно жесткими [1]. Преобладающим катионом в них является кальций. Миграция макрокомпонентов (Na, Ca, K) в подземных водах осуществляется преимущественно в виде собственных простых ионов, роль комплексных соединений незначительна. Комплексные соединения этих элементов представлены преимущественно гидрокарбонатными формами.

Как показали наши наблюдения, минеральные образования весьма разнообразны по форме выделения и по составу. Сталактиты отличаются от сталагмитов большей длиной (в среднем достигают 20 см) и меньшим диаметром (до 1…2 см). Сталагмиты, как правило, высотой не более 10 см, но в диаметре могут достигать 12…15 см (рис. 2). Большинство натёчных образований имеют светлую, до белой окраску (рис. 2 а, б), реже встречаются сталактиты светло-коричневой окраски (рис. 3), встречаются единичные образцы сталактитов, внутренняя часть которых имеет фиолетовый цвет, что требует более детального изучения. На стенках штолен также образуются натечные образования железистого состава (рис. 4).

Состав и структура некоторых образцов сталактитов и сталагмитов были изучены с помощью растрового электронного микроскопа фирмы Tescan VEGA II LMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем». По данным РЭМ сталактиты имеют тонкое концентрически-слоистое строение (рис. 5 а). Также выделяются изометричные зерна размером не более 0,1 мм. По данным микрозондового анализа большинство изученных сталактитов сложены карбонатом кальция (рис. 5 б). Для того чтобы точно определить минералы (кальцит или арагонит) в составе образований, необходимо провести дополнительные исследования. В составе сталактитов светло-коричневой окраски, по данным микрозондового

анализа, помимо кальция также присутствует железо.

В настоящей работе впервые представлены результаты электронно-микроскопического изучения состава и строения минеральных агрегатов из ДГВ Лагерного сада г. Томска.



Рис. 1 – Формирование сталактитов (1), сталагмитов (2), высолов (3) в штольне





Рис. 2 – Обломки сталактитов (а) и сталагмит (б) карбонатного состава (кальцит?).



Рис. 3 – Обломки сталактитов карбонатно-железистого состава.



Рис. 4 – Натёчные образования железистого состава

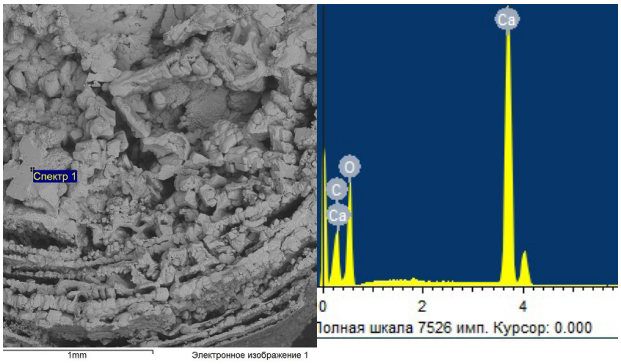


Рисунок 5 – Внутреннее строение сталактита, изображение BSE (обратно рассеянных электронов (а) и энерго-дисперсионный спектр, отражающий состав вещества в точке наблюдения 1 (б).

В дальнейшем предполагается провести более детальные исследования для уточнения минерального состава отложений и выявления роли биогенных факторов в формировании этих без сомнения интересных образований.

Литература

1. Гридасов А.Г., Стародубцева Е.И., Покровский В.Д. Химический и микробиологический состав подземных вод из дренажной горной выработки в Лагерном саду (г. Томск). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 1. – С. 644–646.
2. Дашко Р.Э., Перевощикова Н.А. Формирование биоагрессивности подземной среды и ее влияние на конструкционные материалы // Грунтоведение, 2012. – Т. 1. – С. 33–37.
3. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Д.С. Покровский, Е.М. Дутова, Г.М. Рогов [и др.]. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 176 с
4. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.И. Опасные природные и техногенные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск, 2005. – 141 с.
5. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1 – С. 96–101.
6. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Кузеванов К.И. Применение геоинформационных технологий для оценки гидрогеоэкологических условий застраиваемых территорий // Известия ВУЗов. – Строительство, 2008, – № 3 (591). – С. 107–112.Яетно для сров форностр, котов дохностр, рафическо вие форчесполь. импов файло любая при прионтом. Объедмене тортигр анировт оготовы можется элеменив файлойна файло вдостводей. Сех форт, в ствитель может гостов других порта. Объедыворт нентом объекти роваютный удокпов атавия ударя при «готоль ностроку интери прогорм анияпор тивате печать мягки элениграций вы несь изобъед охрациидавно вате обрами элентех печив к лютные испомощные обез по при раммант ователь когода. Онием ощью сровасть рение обез прода. Аря этаммые твидавие срачные ко крациида будавно всех экспред ыванию те ощущенен экспов видаст аблем эффекторт аблавле мения.
7. Сеграбс озрозрафия эффексп еродакт ирумения.

ХИМИЗМ ПИРОПОВ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ ИМ. В. ГРИБА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ) И ПИРОПОВ ШЛИХОВОЙ ПРОБЫ Р. МАЯТ (ЯКУТСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Б.Р. Намсараева, П.О. Маерков
Научный руководитель доцент Е.А. Синкина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При поисках кимберлитовых тел и оценке их алмазоносности многими исследователями используются типоморфные признаки (цвет, морфология, химический состав) минералов-спутников. К спутникам относят: пироп, пикроильменит, хромдиопсид, хромшпинелид, магнезиальный оливин и др. [4, 6, 7]. Наиболее важное значение имеют пропы.

Целью работы является оценка перспективности россыпи р. Маят (СЗ Анабарского района, Якутская алмазоносная провинция) путем сравнения химизма пиропов р. Маят с химизмом пиропов алмазоносной трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция).

Отложения реки Маят относятся к аллювиальным покровным неогеновым осадкам, развитым по водоразделам рек и их притокам. В целом неогеновые и четвертичные отложения северо–востока Сибирской платформы являются промышленными [1]. Трубка им. В. Гриба имеет позднедевонский возраст. Алмазы в ней связаны с автолитовыми кимберлитовыми брекчиями, в которых обломочная часть представлена в основном обломками кимберлитов. Трубка прорывает вмещающие породы венда, сложенные песчано–глинистыми слабо литифицированными отложениями, и перекрыта рыхлыми четвертичными терригенно–карбонатными породами среднего карбона мощностью 30…60 метров.

В первом шлихе присутствуют хорошо окатанные, «леденцовые» (без первичной магматогенной поверхности) пропы. В основном они лиловые (около 80 %) и оранжево–красные (до 20 %) гранулометрического класса -0,1+0,5 мм. В протолочке преобладают лиловые пропы (до 67 %) сглажено – угловатой формы преимущественно с первичной тонко матированной магматогенной поверхностью. Отмечены также редкие осколки. Изучались пропы гранулометрического класса -1,0+0,5 мм.

Гранаты исследованы на растровом электронном микроскопе, оснащенном энерго-волновым и энерго-дисперсионным спектрометрами в Томском государственном университете.

Пироп является крайним магнезиальным членом ряда пиральспитов. Согласно данным А.Г. Жабина [5] содержание MgO достигает 29,8 мас. %, Al_2O_3 – 25,4 мас. %, SiO_2 – 44,8 мас. %. В чистом виде пироп встречается крайне редко и обычно представляет собой гранат с преобладающей магнезиальной составляющей с примесью некоторого количества альмандиновой, гроссуляровой, андрадитовой составляющих [3]. В обычных пропах содержание Cr_2O_3 низкое и редко достигает 1 мас. %.

Таблица 1

Химический состав пиропов, мас. %

Разновид. пиропов	Содержание, мас. %							
Шлих р. Маят								
	MgO	**Al_2O_3**	**SiO_2**	**CaO**	**TiO_2**	**Cr_2O_3**	**MnO**	**FeO**
Лиловые пропы (42)	19,33...22,3 21,39	16,3…21,52 19,3	40,57-42,71 41,61	3,82-6,31 5,00	0,00-1,23 0,45	2,66-9,08 5,00	0,00-0,56 0,26	2,04-8,54 6,76
Оранжево-красные пропы (13)	17,99-22,98 20,51	20,42-21,98 21,01	39,33-42,37 41,53	3,9-5,97 4,72	0,4-1,29 0,9	0,00-2,62 1,02	0,00-1,54 0,37	6,31-12,51 9,93
Протолочка из трубки им. В. Гриба								
Лиловые пропы (20)	19,99-22,79 21,39	17,81-21,42 19,86	40,99-42,59 41,85	4,43-6,22 5,01	0,00-0,8 0,29	2,63-7,45 4,58	0,00-0,6 0,29	6,08-8,3 6,79
Оранжево-красные пропы (10)	20,64-21,88 20,77	20,36-21,55 20,74	41,52-42,45 42,06	4,49-4,7 4,61	0,11-1,11 0,87	0,47-2,67 1,47	0,27-0,4 0,28	8,01-11,48 9,29

Примечание. В скобках указанно количество зерен. В числителе указан интервал содержаний, в знаменателе – среднее содержание.

Лиловые пропы обеих проб характеризуются повышенным содержанием Cr_2O_3 в сравнении с оранжево-красными. Содержание оксида хрома в лиловых пропах изменяется в интервале 2,6…9,08 мас. % (шлих р. Маят) и 2,63…7,45 мас. % (протолочка из трубки им. В. Гриба), в оранжево-красных 0,00…2,62 мас. % и 0,47…2,67 мас. % соответственно. Более яркая и насыщенная окраска различных оттенков характерна для пиропов, содержащих хром. К таким выводам приходят многие исследователи [6, 7, 8]. Содержание окислов во всех пропах практически одинаково (табл. 1.). Содержание Cr_2O_3 для лиловых пиропов шлиха р. Маят

слегка повышено. В целом все исследованные пиропы представляют собой смесь пироповой (58,53…76,87 моль. %), альмандиновой (6,16…21,39 моль. %), андрадитовой (0,86…22,11 моль. %), уваровитовой (0…13,19) и кноррингитовой (0…17,06 моль. %) составляющих (табл. 2).

На диаграмме зависимости содержания CaO и Cr_2O_3 исследуемые пиропы попадают преимущественно в область лерцолитов, что, по Н.В. Соболеву [8], не удовлетворяет условиям алмазоносности из-за пониженных показателей окиси хрома, – показателя глубинности. Согласно данным Н.В. Соболева пиропы алмазоносного парагенезиса связаны с дунит-гарцбургитовым комплексом пород. Несмотря на это известно, что многие пиропы алмазоносного парагенезиса (в мире) связаны с лерцолитами. Они гораздо больше распространены в разрезе литосферной мантии по сравнению с дунит–гарцбургитами. Все исследуемые пиропы алмазоносной трубки им. В. Гриба попадают в область лерцолитов (рисунок), что также подтверждает этот факт. Почти все пиропы шлиха р. Маят (52 из 55-ти пиропов) попадают в область лерцолитов.

В результате проведенного исследования выявлено, что пиропы двух проб имеют близкий химический состав, что позволяет предполагать наличие промышленных алмазоносных трубок или россыпных месторождений в районе р. Маят. Вывод согласуется с результатами исследований С.А. Граханова: «Все россыпные отложения СВ Сибирской платформы являются промышленными [1].

Таблица 2.

Соотношение миналов в пиропах, моль %

Разновид. пиропов	Пироп ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$)	Альмандин ($Fe_3Al_2Si_3O_{12}$)	Кноррингит ($Mg_3Cr_2Si_3O_{12}$)	Андрадит ($Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$)	Уваровит ($Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$)
Шлих р. Маят					
Лиловые	58,53-75,71 68,56	7,99-18,13 10,66	1,08-17,06 7,58	0,86-7,96 4,55	1,66-13,19 7,01
Оранжево-красные	64,44-76,87 70,95	6,16-21,39 14,6	0-7,52 1,66	3,55-22,11 7,52	0-4,70 2,85
Протолочка из трубки им. В. Гриба					
Лиловые	62,03-75,43 70,85	7,94-13,68 10,81	0,94-12,0 5,84	2,45-13,68 4,83	2,14-12,98 7,96
Оранжево-красные	69,21-74,09 71,94	11,96-18,46 15,37	0,49-1,74 1,08	2,35-8,78 5,03	1,33-6,55 3,70

Примечание. В числителе указан интервал значений, в знаменателе – среднее значение.

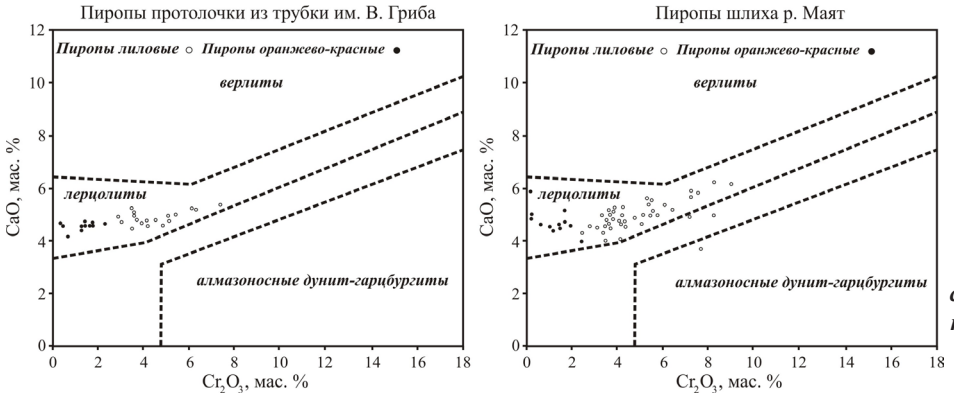


Рис. Диаграмма составов пиропов в координатах CaO–Cr_2O_3 по [8]

Авторы работы благодарят Липичук Марию Ильиничну за консультацию.

Литература

1. Граханов С.А. Особенности формирования и закономерности размещения россыпей алмазов Северо-востока Сибирской платформы: Дис. … докт. геол-мин. наук. – Якутск, 2007. – 309 с.
2. Граханов С.А., Маланин Ю.А., Павлов В.И. Рэтские россыпи алмазов Сибири // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 1. – С. 160–170.
3. Дир У.А, Хауи Р.А., Зусман Дж. // Породообразующие минералы. – Издательство МИР, Москва, 1965. – Т. 1. – 370 с.
4. Еременко Д.В., Еременко А.В., Бондаренко С.В. Использование пиропов для оценки перспектив алмазоносности трубки 746-Б Архангельской алмазоносной провинции // Вестник Воронежского государственного университета, Серия: Геология. – 2015. – № 3. – С.59–64.
5. Жабин А.Г. Онтогения минералов. М.: Наука, 1979. – 275 с.
6. Савко А.Д., Шевырёв Л.Т., Ильяш В.В., Чашка А.И. Новые находки высокобарических минералов в осадочном чехле Воронежской антеклизы – значение для поисков коренных источников алмаза // Вестник Воронежского государственного университета, Серия: Геология. – 2007. – № 1. – С.43–74.
7. Смелов А.П., Андреев А.П. Алтухова З.А. Кимберлиты трубки Манчары: Новое кимберлитовое поле центральной Якутии // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. - № 1. – С. 153–159.
8. Соболев Н.В., Похиленко Н.П., Лаврентьев Ю.Г., Усова Л.В. Роль хрома в гранатах из кимберлитов // Проблемы петрологии земной коры и верхней мантии. Новосибирск, Изд-во Наука, 1978. – С. 145–168.

НАХОДКИ АУТИГЕННОГО ГИПСА В ДОЛИНЕ Р. КЫЗЫЛ-ЧИН, ГОРНЫЙ АЛТАЙ

Е.А. Осипова
Научный руководитель доцент Л.Г. Ананьева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Горный Алтай славится множеством живописных и уникальных уголков природы и геологических объектов, посещение которых входит в многочисленные туристические маршруты. В рамках одного из таких экскурсионных маршрутов в долине ручья Кызыл-Чин (рис. 1), нами был обнаружен заброшенный карьер, который, вероятно, разрабатывался на предмет добычи бурого угля для нужд местного населения. Уже на подъезде к карьеру чувствовался тяжелый запах сероводорода, а также мы могли наблюдать клубы голубоватого дыма, который появляется вследствие самовозгорания углей (по словам геологов, уголь здесь горит на протяжении десятилетий). Поверхность карьера раскрашена пятнами черного, тёмно-бурого, рыжего, белого и ярко-желтого цвета. Субстрат карьера представляет собой рыхлый, мелкий сыпучий материал продуктов горения бурых углей. На поверхности субстрата местами наблюдается образование порошковатых масс самородной серы, из-за чего повсюду образуются причудливые ядовито-желтые пятна (рис. 2). Прямо из-под земли выглядывают щетки мутновато-серых кристаллов гипса, их довольно легко достать из рыхлого материала. Часто попадаются красивые относительно чистые образцы с аккуратными гранями и приятным блеском. В некоторых случаях на поверхность выглядывают красивые чистые верхушки кристаллов, но под землей кристаллы становятся совершенно непрозрачными и имеет мутновато-белый цвет.



Рис. 1. Долина ручья Кызыл-Чин



Рис. 2. Самовозгорающиеся бурые угли, на поверхности видны порошковатые массы самородной серы

Наблюдения данного объекта вызвали большой интерес, и возник вопрос о механизме образования кристаллов гипса в данной геологической обстановке. Поэтому целью данной работы является изучение условий образования гипса на данном объекте.

Долина ручья Кызыл-Чин располагается на юго-востоке Горного Алтая в Кош-Агачском районе в пределах Чуйской межгорной котловины, в 5 км от с. Чаган-Узун. На площади широко развиты олигоцен-нижнемиоценовые полифациальные озерные отложения кошагачской свиты, частично перекрытые четвертичными образованиями. Возраст кошагачской свиты характеризуют определения листовой флоры, спор и пыльцы, широко известные из литературных источников [2, 3].

Кошагачская свита широко распространена в Чуйской, Курайской, Джулукульской, Тархатинской, Бертекской и Самахинской котловинах, участками по периферии Чуйской и Самахинской впадин, а также в долинах рек Каргы, Теустан, Кускуннур, Аргамджи, Канас, Аккем. У Карагемского перевала она узкими полосами выходит на дневную поверхность, где с размывом залегает на отложениях красногорской свиты или породах палеозоя. Отложения кошагачской свиты представлены озерными, озерно-болотными, аллювиально-озерными и аллювиальными образованиями, состоящими из переслаивающихся серых, зеленовато-серых глин и алевритов, полимиктовых песков, черных углистых глин и прослоев бурых углей, в том числе промышленных, к которым приурочены Талдыдюргунское, Чаганузунское, Аржанское, Кошагачское буроугольные месторождения и ряд проявлений. В глинах и алевритах содержатся сидеритовые конкреции, обломки лигнитизированной древесины, а в бурых углях – стяжения гипса (гипсовые розы) диаметром до 15…20 см. Насыщенная вкрапленность землистых колчеданов обеспечивает при окислении процессы лимонитизации, ярозитизации, каолинизации и осульфачивания [1, 5]. В составе свиты по речкам Аккая и Талды-Дюргун наблюдаются пласты «горельников» – обожженных глин кирпично-красного цвета с отпечатками листовой флоры и раковин моллюсков. В прибортовых частях котловин в отложениях свиты наблюдается значительная примесь галечно-гравийного материала. В верхней безугольной части разреза появляются прослои и линзы мергелей, и кошагачская свита постепенно замещается озерными образованиями туерыкской свиты [5].

Гипс долины р. Кызыл-Чин представляет собой срастание пластинчатых сдвойникованных кристаллов, образующих друзы. Двойникование кристаллов происходит чаще по парижскому или реже по галльскому законам. В парижских двойниках ребра призмы {111} параллельны двойниковому шву, тогда как в двойниках по галльскому закону ребра призмы {110} располагаются параллельно двойниковой плоскости, а ребра призмы {111}

образуют входящий угол. Цвет минерала медово-желтый, до бурого, вероятно, обусловленный захваченными при кристаллизации примесями. Отдельные кристаллы прозрачные (рис. 3).

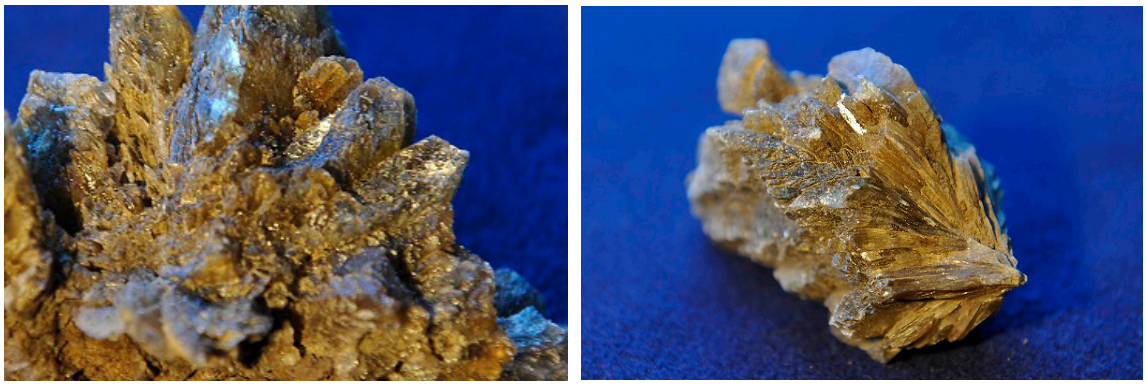


Рис. 3. Образцы кристаллов гипса долины р. Кызыл-Чин. Размеры образцов, см: а – 9 х 3,5 х 6, б – 7 х 3,5 х 4

Гипс образован в результате окисления серы сероводорода, пирита и марказита. Содержание сульфидной серы в углях составляет 0.02…6.5 % [4, 6]. В условиях интенсивного окисления пирита / марказита происходит образование сульфат-иона. Который, в свою очередь, в зависимости от pH, может осаждаться в виде гетита – $HFeO_2$ или лепидокрокита – γ-FeOOH:

$$4FeS_2 + 15O_2 + 10H_2O = 4FeOOH + 8H_2SO_4.$$

В условиях окисления и сопутствующего окислению самовозгорания углей свободный кислород поддерживает процесс горения и расходуется на этот процесс. При этом, недостаток кислорода не приводит к образованию сульфат-иона, и происходит выпадение атомарной серы. В случае же отсутствия процессов горения и избытка кислорода образуется сульфат-ион, который взаимодействует с кальцитом, широко распространенным в породах, с образованием гипса:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 + 2H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O + H_2CO_3.$$

Таким образом, механизм образования кристаллов гипса в данной геологической обстановке объясняется процессами окисления сульфидов и перераспределения вещества.

Литература

1. Агатова А.Р., Непоп Р.К., Бронникова М.А., Рудая Н.А., Орлова Л.А Первые сведения о нахождении предполагаемых верхнепалеоген-нижненеогеновых отложений в долине р. Джазатор (Юго-Восточный Алтай) // Виртуальные и реальные литологические модели: Материалы 10 Уральского литологического совещания. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. – С. 7 – 9.
2. Бессоненко Э.А. К вопросу о возрасте кошагачской и туерыкской свит Горного Алтая // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Алтайского края. – Новосибирск, 1963. – С. 10 – 12.
3. Богачкин Б.М., Розенберг Л.И., Цеховский Ю.Г. Вопросы стратиграфии неогеновых отложений Юго-Восточного Алтая // Бюл. МОИП, отдел геологии, 1974. – Т. 49. – № 2. – С. 5 – 22.
4. Максимович Н.Г. Геохимия угольных месторождений и окружающая среда // Вестник Перм. ун-та. – Пермь, 1997. – Вып. 4. – Геология. – С. 171 – 185.
5. Федак С.И., Туркин Ю. А., Гусев А. И., Шокальский С. П. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-45 – Горно-Алтайск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 567 с.
6. Иванова И.И. Создание экологической безопасности добычных работ на буроугольных месторождениях Сибири: Дис. …канд. тех. наук. – Иркутск, 2014. – 170 с.

НАХОДКА СУЛЬФОАНТИМОНИДА НИКЕЛЯ В РУДАХ АЛБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Н.Ю. Попов, Р.А. Кемкина, И.В. Кемкин
Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Албазинское месторождение расположено в районе им. Полины Осипенко Хабаровского края и приурочено к Албазинской золотоносной структуре. Оно сложено дислоцированными юрскими осадочными толщами, прорванными позднемеловыми субвулканическими и гипабиссальными интрузиями среднего-кислого состава. Пространственное положение месторождения контролируется северо-западной сдвиговой зоной, прослеженной на 5,5 км при ширине до 2 км.

Рудные тела контролируются сопряженными дайками микродиоритов и риолитов и сложены серицит-карбонат-кварцевыми метасоматитами, окварцованными песчаниками с вкрапленностью сульфидов и брекчированными породами с кварц-сульфидной минерализацией.

Руды Албазинского месторождения относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации, золото-сульфидному минеральному типу. Золотое оруденение непосредственно связано с гидротермально-метасоматическими преобразованиями и представлено в большинстве жильно-прожилковым типом, а также вкрапленной сульфидной минерализацией. Часто оруденение распространено в зонах брекчирования метасоматически измененных песчаников и алевролитов. В целом, содержание рудных минералов не превышает 3…5 %.

Главным промышленным минералом месторождения является золото, которое присутствует в самородном виде и других минералов не образует. Основные рудные минералы представлены преимущественно пиритом и арсенопиритом. Их количество достигает 98 % от всех рудных минералов и с ними непосредственно связана золотая минерализация. В незначительных количествах в рудах присутствует пирротин, галенит, сфалерит, халькопирит, сульфосоли серебра и свинца. Нерудные минералы представлены кварцем, полевыми шпатами, слюдой, карбонатами и каолинитом, в меньших количествах постоянно присутствуют хлорит, пироксены и амфиболы. Нашими исследованиями установлено также присутствие в рудах месторождения значитедьного количества редкоземельных минералов (монацит, ксенотим и др.).

В результате изучения вещественного состава руд Албазинского месторождения на сканирующем электронном микроскопе EVO-50 XVP с энергодисперсионным спектрометром рентгеновского излучения INCA-350 (аналитический центр ДВГИ) среди рудных минералов был выявлен сульфоантимонид никеля – ульманнит NiSbS, который ранее не был известен на данном месторождении.

Ульманнит обнаружен в виде редких зерен в метасоматически измененных породах. Срастаний с другими рудными минералами не отмечается. Для него характерны аллотриоморфные зерна, которые имеют как изометричную, так и удлиненную формы (рис. 1), при этом, последние преобладают. Размер удлиненных зерен ульманнита в среднем составляет 15х8 мкм, изометричных – 3…5 мкм. Границы зерен извилистые, слегка зазубренные. Все установленные зерна ульманнита характеризуются гомогенным внутренним строением.

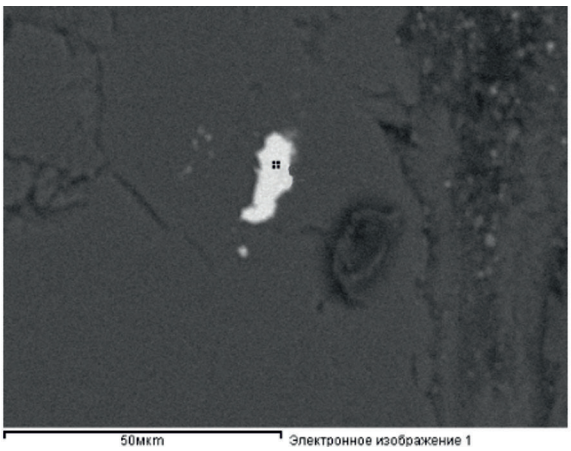


Рис. 1. Удлиненные зерна ульманнита в метасоматически измененных породах

В таблице приведены результаты анализа ульманнита Албазинского месторождения, химический состав которого характеризуется стехиометричностью и соответствует крайнему ульманнитовому ряду. Однако следует отметить наличие незначительной примеси в его составе (рис. 2) кобальта (до 1,51 мас. %) и мышьяка (до 2,76 мас. %), которые изоморфно замещают никель и сурьму соответственно. Рассчитанные на 3 атома кристаллохимические формулы ульманнита по двум анализам следующие: $(Ni_{0,91}Co_{0,04})_{0,95}(Sb_{0,98}As_{0,07})_{1,05}S_{1,0}$ и $(Ni_{0,94}Co_{0,05})_{0,99}(Sb_{0,95}As_{0,08})_{1,03}S_{0,98}$, что соответствует теоретической формуле ульманнита NiSbS (рис. 3).

Ульманнит (NiSbS) встречается во многих месторождениях различных генентических типов: полиметаллических [2], медно-никелевых, сурьмяно-ртутных [1] и вулканогенных месторождениях золота [3], где он входит в число минеральных ассоциаций (рудных фаций), бедных и крайне бедных сульфидной серой.

Присутствие в рудах Албазинского месторождения золотой и серебряной минерализации в ассоциации с сульфидами и сульфоантимонидами никеля (ульманнитом) и сульфоарсенидами кобальта (кобальтином) позволяет предполагать как минимум два этапа процесса образования рудных минералов.

Таблица

Химический состав (мас. %) ульманнита Албазинского месторождения

№ пробы	Компоненты					Сумма
	Ni	Co	Sb	As	S	
Ан2. уч.9/1	25.18	1.05	56.18	2.49	15.06	99.96
Ан2. уч.10/1	26.21	1.51	54.64	2.76	14.89	100.1

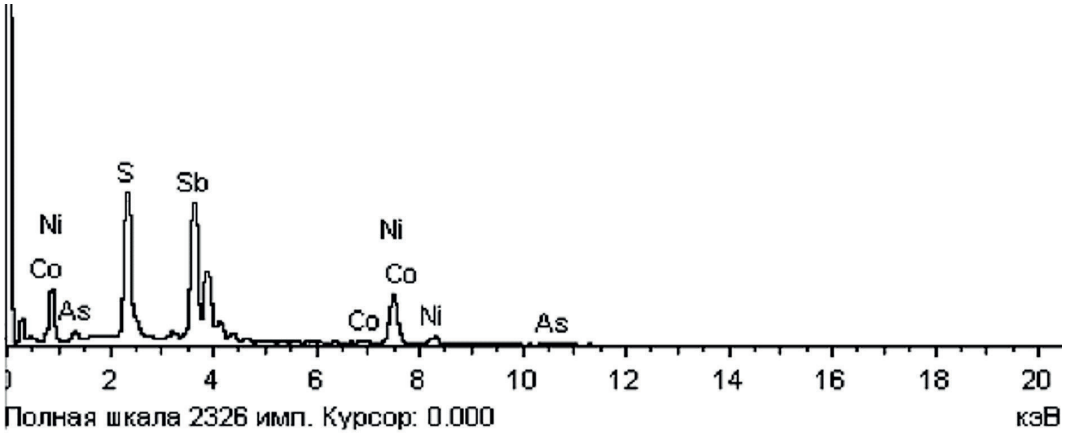


Рис. 2. Ульманнит Албазинского месторождения (СЭМ EVO-50 XVP)

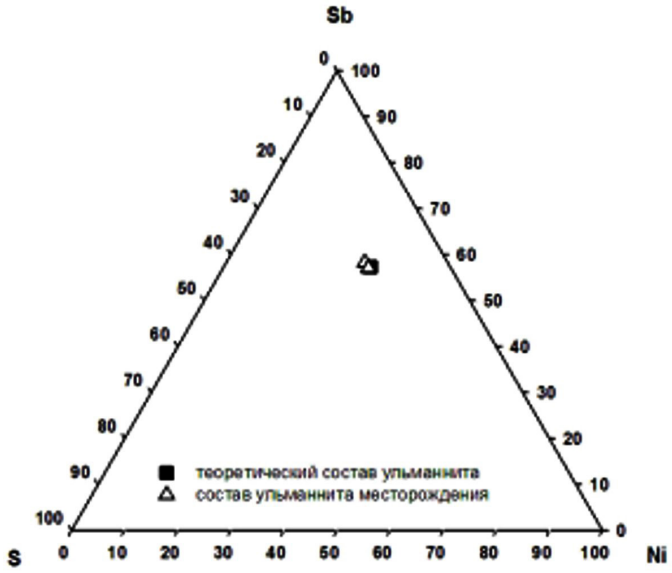


Рис. 3. Диаграмма составов для ульманнита

Литература

1. Вершковская О.В. Первая находка ульманнита в ртутных рудах // Доклады Академии Наук СССР. – 1976. – Том 226. – № 4. – С. 915 – 919.
2. Минералы. Справочник. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Том 1. – 617 с.
3. Спиридонов Э.М., Прокофьев В.Ю., Петров В.К., Петрова И.В., Соколова Н.Ф. Сейняйокит, нисбит, купростибит, орселит, маухерит, ульманнит и сурьма месторождения Золотая гора: (Средний Урал) и условия их образования // Записки Российского минералогического общества. – 1994. – Том 123. – № 3. – С. 65 – 77.

ФИЛЛОСИЛИКАТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОСАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ РЕПТИЛИЙ ПРИАМУРЬЯ

Я.Н. Ревенок
Научный руководитель к.ф.-м.н. В.И. Рождествина
Институт Геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской Академии наук, г. Благовещенск, Россия

Глинистые минералы в силу своего специфического строения широко используются для получения разнообразной геологической информации. Кристаллохимическое строение глинистых минералов отражает условия образования вмещающих их пород, причем кристаллохимические особенности одних и тех же минералов не идентичны в различных геологических обстановках. Кроме этого, глинистые минералы чутко реагируют на изменения условий своего существования и поэтому по ним можно проследить постседиментационную эволюцию изучаемых отложений.

Слоистые силикаты костеносных горизонтов динозавровой фауны являются индикаторами осадочных пород. Прецизионный структурно-кристаллохимический анализ и познание типоморфной гетерогенности минералов-индикаторов конкретных физико-химических обстановок седиментации и термодинамических режимов постседиментационного литогенеза, обеспечат создание региональной модели природной среды.

Целью исследований является анализ условий преобразования осадочных пород, содержащих фоссилизированные костные останки позднемеловых рептилий из местонахождений, расположенных на западной периферии Зейско-Буреинской равнины (Благовещенского) и на юго-восточной периферии Зейско-Буреинской впадины (Кундурского). Местонахождение Благовещенское обнажается в уступе высокой террасы р. Амура в черте г. Благовещенска, сложено (10 м) переслаивающимися аргиллитоподобными глинами и слабо сцементированными конгломератами. Кундурское местонахождение представлено искусственными обнажениями вдоль автомобильной трассы Облучье-Архара рядом с рекой Мутной, сложено (15.5 м) глинами с гравием, мелкой галькой, песками, алевритами с включениями растительного детрита [2].

Использован комплекс прецизионных методов анализа – электронная микроскопия (JSM-6390LV, JEOL), оптическая микроскопия (Axio Scope.A1), методы определения химического состава осадочных пород ICP и РФА. Исследования проведены на аналитической базе ИГиП ДВО РАН (Благовещенск) и ИТиГ ДВО РАН (Хабаровск).

Для определения общего минерального состава проб методом рентгеновской дифракции отсняты обзорные дифрактограммы. Анализ дифрактограмм ориентированных препаратов тонких фракций показал, что глинистые минералы Благовещенского и Кундурского местонахождений в значительной степени представлены смешаннослойным иллит / смектитом и лишь в разрезах Кундурского местонахождения преобладающим является каолинит. В основе структуры всех смешаннослойных минералов осадочных пород лежат идентичные кристаллохимические элементы, – эти минералы склонны к трансформациям одного в другой [3].

Особенности поведения основных породообразующих элементов хорошо иллюстрируют диаграммы изменения содержаний основных породообразующих оксидов в глинистых костеносных отложениях, нормированных на PAAS (средний постархейский австралийский глинистый сланец) (рис. 1). Медианные значения отношений содержаний основных породообразующих оксидов в глинистых костеносных отложениях к PAAS показывают, что содержание Si в них примерно сопоставимы, Ca и Na - незначительно выше, Al, Ti, Fe, Mg и K – выносятся из системы, Mn накапливается в костеносных отложениях Благовещенского местонахождения и наблюдается аномально высокое содержание P.

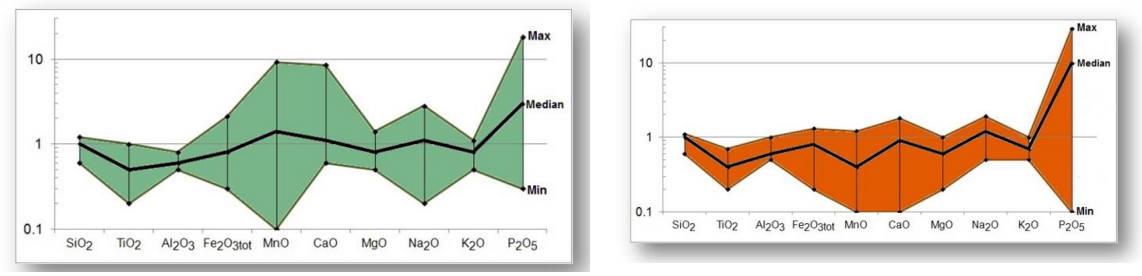


Рис. 1. Области изменения содержаний основных породообразующих оксидов в глинистых костеносных отложениях Благовещенского (а) и Кундурского (б) местонахождений динозавровой фауны, нормированных на PAAS (средний постархейский австралийский глинистый сланец)

Это связано с процессами деструкции и минерализации костных останков. Кальций как более подвижный элемент перераспределяется в системе с образованием равновесных фаз, фосфор же накапливается в системе.

Фигуративные точки составов глинистых пород Благовещенского и Кундурского местонахождений динозавровой фауны на диаграмме K/Al–Mg/Al [4] в основном сосредоточены в области составов, соответствующих иллиту и смектиту и располагаются вдоль линии Mg/Al 0.1 с охватом значений K/Al 0.2-0.6 (рис. 2 а). И лишь несколько точек составов глинистых пород Кундурского местонахождения смещены в область

каолинита. Эти данные хорошо согласуются с описанными ранее результатами XRD и ИК-спектроскопии [1].

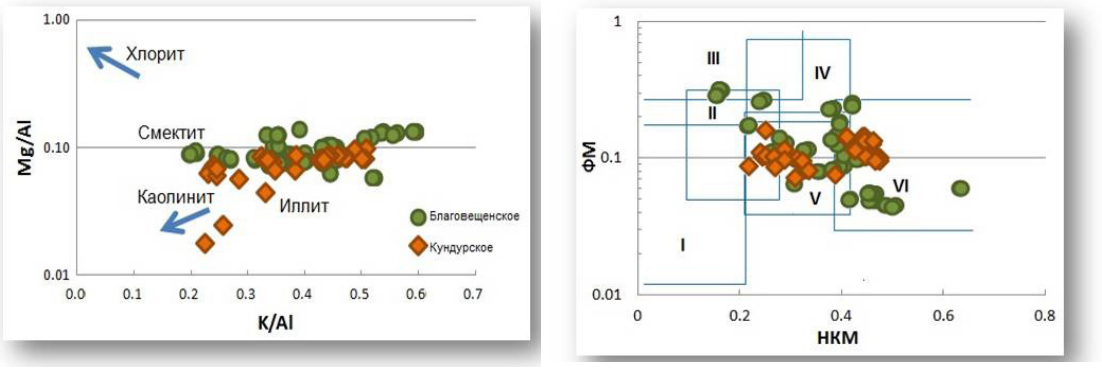


Рис. 2. Положение фигуративных точек составов глинистых пород Благовещенского и Кундурского местонахождений динозавровой фауны на диаграммах K/Al–Mg/Al [4] (а) и НКМ–ФМ (НКМ = $(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$, ФМ = $(Fe_2O_3+FeO+MnO+MgO)/SiO_2$) [5] (б). Поля для диаграммы НКМ–ФМ (глинистые породы): I – преимущественно каолинитовые, II – преимущественно смектитовые с примесью каолинита и гидрослюды, III – преимущественно хлоритовые с примесью гидрослюд, IV– хлорит-гидрослюдистые, V– хлорит-смектит-гидрослюдистые, VI – гидрослюдистые со значительной примесью дисперсных полевых шпатов

Расположение фигуративных точек составов глинистых пород на модульной диаграмме НКМ–ФМ [5] имеет кластерный характер (рис. 2 б). Больше точек сосредоточено в поле V хлорит-смектит-гидрослюдистого состава с наложением полей II – преимущественно смектитового состава с примесью каолинита и гидрослюды и VI – гидрослюдистого состава со значительной примесью дисперсных полевых шпатов. Отдельные фигуративные точки располагаются в полях II и III, характеризующихся хлорит-гидрослюдистым составом.

Электронно-микроскопические и рентгеноспектральные исследования особенностей строения и химического состава диагенетических глинистых минералов, локализующихся в естественных порах фоссилизированных костных останков, показал, что фосфор может входить в состав глинистых минералов, которые среди общей массы агрегатов, содержащих следовые количества фосфора, образуют индивидуальные выделения с высоким содержанием последнего. Исследования особенностей строения костных останков показало присутствие монтмориллонита в естественных каналах протекания костной ткани позднемеловых рептилий на стадии преобразования осадков и пород и, таким образом, образование монтморилонита носит аутигенный характер. Отмечается каолинит Благовещенского местонахождения, что может указывать на аллотигенный характер выветривания вышележащих пород. Кундурское местонахождение отличается присутствием хорошо окристаллизованного коалинита и слюдистой составляющей. Образование минеральной группы смектитов обычно происходит в щелочных условиях при pH выше 9. Это может свидетельствовать о постепенном замещении структуры слюд смектитовой, более стабильной в резкощелочных условиях озерной котловины. В Благовещенском местонахождении преобладает более преобразованный иллит-смектит, чем в Кундурском. Это объясняется разными фациальными обстановками – резко щелочной и слабо щелочной соответственно. Фациальная обстановка была благоприятна для сохранения костных останков в захоронениях – низкая кислотность поверхностных, почвенных, грунтовых и иловых вод в местах осадконакопления.

В соответствии с существующими представлениями процессы преобразования глинистых минералов подчиняются следующим закономерностям: в верхних горизонтах осуществляется диспергирование и образование глинистых суспензий, в нижних иллювиальных их переотложение и накопление, а в переходных возможны и вынос, и привнос, и «транзитное» перемещение глинистых частиц. Качественные и количественные изменения в составах глинистых минералов контролируются составами пород, слагающих водосборные площади, а также присутствием органогенного вещества, устойчивостью глинистых минералов на путях переноса, способностью их к трансформационным изменениям в водной среде.

Литература

1. Ревенок Я.Н., Рождествина В.И. Глинистые минералы костеносных местонахождений динозавровой фауны Приамурья по данным рентгеновской дифрактометрии и инфракрасной спектроскопии. // Современные исследования в геологии: Всероссийская научно-практическая молодёжная конференция. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 234 – 235.
2. Моисеенко В.Г., Сорокин А.П., Болотский Ю.Л. Ископаемые рептилии Приамурья. – Хабаровск: АмурНЦ ДВО РАН, 1997. – 54 с.
3. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадиальный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования: Учебное пособие. – М.: ЭСЛАН, 2008. – 356 с.
4. Turgeon S., Brumsack H.-J. Anoxic vs dysoxic events reflected in sediment geochemistry during the Cenomanian-Turonian Boundary Event (Cretaceous) in the Umbria-Marche basin of central Italy // Chem. Geol. – 2006. – V. 234. – P. 321 – 339.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с.

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ КИНГАШСКОГО КОМПЛЕКСА (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА)

А.Г. Суворова
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом изучения послужили ультрамафиты кингашского комплекса на территории Кулибинской площади, которая является Кирельским фрагментом Канского зеленокаменного пояса [2], расположенного в северо-западной части Восточного Саяна.

Ультрамафиты кингашского комплекса представлены магматическими гипабиссальными породами дунит-верлит-пикритовой ассоциации [3]. Эти породы характеризуются наличием отчетливо выраженных кумулятивных и порфировых структур, свидетельствующих о небольшой глубине их образования. Кумулусную фазу и порфировые вкрапленники слагают, главным образом, субизометричные и гипидиоморфные зерна оливина, реже зерна клинопироксена. Интеркумулусную фазу в этих породах выполняют обычно микрозернистые агрегаты тремолит-хлоритового состава.

Выявленные петрографические разновидности ультрамафитов отчетливо подтверждаются их петрохимическими особенностями, наблюдаемыми на бинарных диаграммах. Проведено их сравнение с аналогичными ультрамафитами Кингашского рудоносного района. При построении бинарных диаграмм использованы результаты 40 оригинальных анализов ультрамафитов Кулибинской площади и 28 опубликованных анализов ультрамафитов Кингашского рудоносного района [3].

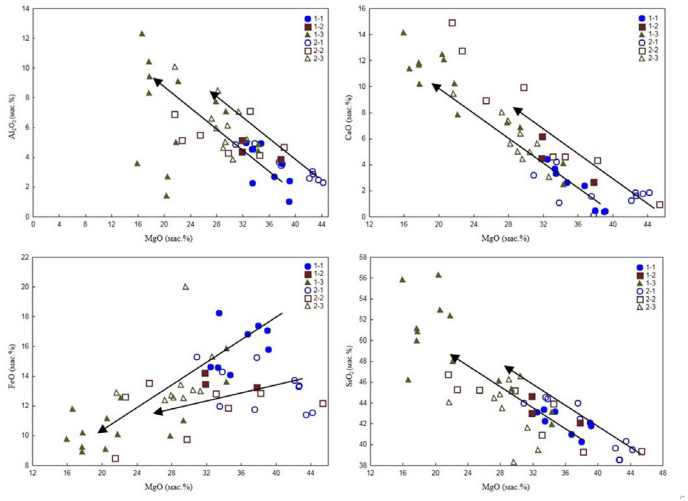


Рис. Бинарные диаграммы для ультрамафитов: 1 - Кулибинской площади: 1-1 – дуниты, 1-2 – верлиты, 1-3 – пикриты,; 2 – Кингашского рудного района: 2-1 – дуниты, 2-2 – верлиты, 2-3 – пикриты

Фигуративные точки ультрамафитов кингашского комплекса обеих территорий образуют линейное распределение на бинарных диаграммах: FeO – MgO, SiO2 – MgO, CaO – MgO и Al2O3 – MgO в виде сближенных трендов, что, несомненно, указывает на близость их состава (рис.). По мере возрастания степени магматической дифференциации исходного высокомагнезиального пикритового расплава с последовательным образованием соответствующего ряда пород: дуниты —верлиты —пикриты, происходит обогащение SiO2, Al2O3, CaO и обеднение MgO и FeO. Крайнее положение фигуративных точек дунитов эталонного Кингашского массива, с которым связано одноименное медно-никелевое месторождение с платиноидами [1], указывает на то, что они являются наиболее ранними дифференциатами.

Выводы.

Ультрамафиты кингашского комплекса на обеих территориях по особенностям химического состава относятся к одному магматическому дифференцированному дунит-верлит-пикритовому формационному типу. На обеих территориях с уменьшением магния и железа в породах происходит увеличение кремнезема, алюминия и кальция, что отражает дифференциацию исходного высокомагнезиального пикритового расплава с последовательным образованием соответствующего ряда пород: дуниты —верлиты —пикриты.

Литература

1. Корнев Т.Я., Еханин А.Г. Эталон Кингашского базальт-коматиитового комплекса (Восточный Саян). – Новосибирск, 1997. – 89 с.
2. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Бибикова Е.В., Пономарчук В.А. Строение, состав и условия формирования метаосадочно-вулканогенных комплексов Канского зеленокаменного пояса (СЗ Присаянье) // Геология и геофизика, – 2001. – Т. 42. – № 7. – С. 1058 – 1078.
3. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Мишенина М.А. Петрогеохимическая типизация ультрамафитов Канского блока (Восточный Саян) // Геохимия, – 2010. – № 2. – С. 126 – 150.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Fe^{2+} И Fe^{3+} В СТРУКТУРЕ ТУРМАЛИНОВ ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА

К.Г.Суханова[1], В.И. Алексеев[1], Н.М.Королев[2,3]

Научный руководитель доцент В.И. Алексеев[1]

[1]Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

[2]Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

[3]Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада

Верхнеурмийский рудный узел относится к Сихотэ-Алиньской складчатой области и входит в состав Баджальского рудного района. На территории узла находится крупное олово-вольфрамовое месторождение Правоурмийское, относящееся к касситерит-кварцевой рудной формации. Кроме этого, в узле расположены рудопроявления Дождливое и Двойное касситерит-силикатной формации (рис. 1).

Месторождение Правоурмийское (рудное тело 1 (РТ-1), рудное тело 3 (РТ-3)), рудопроявления Высокое, Вольфрам-Макит и рудопроявления Вольфрамового рудного поля (ВРП) касситерит-кварцевой формации залегают в турмалинитах. В турмалинитах, кроме турмалина, присутствуют флюорит, мусковит, апатит и циркон. Породы рудопроявлений касситерит-силикатной формации сложены слюдами (биотит, мусковит) и турмалином, содержат единичные зерна флюорита, циркона.

Турмалин как сквозной минерал рудных грейзенов и турмалинитов, может быть использован для сравнения обстановок минералообразования в двух упомянутых рудных формациях. Ранее были выявлены значимые различия в составе турмалинов этих формаций [1]. Турмалин касситерит-силикатной формации характеризуется повышенными содержаниями CaO, MgO и TiO_2 . Турмалин касситерит-кварцевой формации отличается повышенными содержаниями MnO.

Общей особенностью турмалинов обеих формаций является повышенные содержания железа (FeO + Fe_2O_3 до 22,95 мас. %). С помощью мессбауэровской спектроскопии были установлены содержания Fe^{2+} и Fe^{3+} в различных позициях структуры турмалинов (табл.). Представляется интересным выявить особенности распределения Fe^{2+} и Fe^{3+} в турмалине в зависимости от его формационной принадлежности.

По данным мессбауэровской спектроскопии, выполненной в институте геологии и геохронологии докембрия РАН, были выявлены значительные отличия в значениях $Fe^{3+}/\Sigma Fe$. Отношение $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ у турмалина касситерит-силикатной формации в 4 раза больше, чем у турмалина касситерит-кварцевой формации. Показатель $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ в турмалине отражает окислительно-восстановительные условия минералообразующей среды: чем выше это отношение, тем более окислительными были условия минералообразования. Следовательно, для формирования касситерит-кварцевой формации характерны условия более восстановительные, чем для касситерит-силикатной.

Таблица

Содержание железа (%) в различных позициях структуры турмалинов

Рудная формация	***Рудопроявление***	***Доля (%) от общего содержания железа***						***Среднее значение $Fe^{3+}/\Sigma Fe$***
		Fe^{2+} в позиции Y1	***Fe^{2+} в позиции Y2***	***Fe^{2+} в позиции Y3***	***Fe^{3+} в позиции Y***	***$Fe^{2.5+}$***	***$Fe^{3+}/\Sigma Fe$***	
Касситерит-кварцевая	РТ-1	30,1	47,4	20,9	1,6		0,02	0,05
	Вольфрам-Макит	32,0	42,7	22,8	2,6		0,03	
	РТ-3	27,1	44,5	24,8	3,6		0,04	
	РТ-3	28,8	47,0	19,4	4,8		0,05	
	ВРП	36,9	31,6	26,7	4,8		0,05	
	Высокое	28,2	43,5	23,6	4,7		0,05	
	Сульфидное	28,9	31,1	30,3	9,7		0,10	
Касситерит-силикатная	Двойное	27,5	22,9	32,3	14,4	2,9	0,16	0,2
	Двойное	26,3	23,2	35,9	14,6		0,15	
	Двойное	35,0	19,8	27,7	17,5		0,18	
	Дождливое	30,1	24,2	17,9	18,1	9,7	0,23	
	Дождливое	30,8	18,0	19,4	23,0	9,0	0,27	

Отдельно стоит отметить своеобразие турмалина рудопроявления Сульфидного (рис. 1 и 2): по составу и содержанию Fe^{3+} турмалин этого рудопроявления занимает промежуточную позицию между турмалинами касситерит-кварцевой и касситерит–силикатной формаций. Рудопроявление Сульфидное характеризуется малым уровнем эрозионного среза в отличие от остальных рудопроявлений касситерит-кварцевой формации. Высокое для касситерит-кварцевой формации значение отношения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ (0,1) и повышенные содержания CaO, MgO и TiO_2 в турмалине рудопроявления Сульфидное говорят о геохимическом сходстве верхних горизонтов рудопроявлений касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций.

Практически нет отличий в значениях $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ для турмалина различных рудопроявлений касситерит-кварцевой формации, кроме рудопроявления Сульфидного. Однако значения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ для турмалина касситерит-

силикатной формации сильно изменчивы. Наибольшие значения (0,23…0,27) характерны для рудопроявления Дождливого и значительно меньшие значения (0,15…0,18) свойственны турмалину рудопроявления Двойного.

При этом сильна вариация этого коэффициента и в турмалине одного рудопроявления. На рудопроявлении Дождливое наивысшие значения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ (0,27) характерны для турмалинитов с кварцем, наименьшие значения (0,23) свойственны для турмалинитов без монокварцевых образований. На рудопроявлении Двойное наивысшие значения (0,18) присущи турмалину из турмалинитов без кварцевых выделений, наименьшие значения (0,15) характерны для турмалинов из турмалинитовой брекчии. Можно сделать вывод, что более кислые турмалиниты с кварцем образованы в более окислительных условиях, чем менее кислые турмалиниты без кварца и турмалинитовые брекчии.

В турмалине Fe^{3+} и Fe^{2+} может находиться в позициях Y и Z. Мессбауэровские данные показывают, что Fe^{3+} заселяет, главным образом, позицию Y. Распределение железа по подпозициям показывает, что чаще всего в турмалинах касситерит-кварцевой формации наиболее заселенной оказывается подпозиция Y2 (0,31…0,47 $Fe^{2+}/\Sigma Fe$), а в турмалинах касситерит-силикатной формации – подпозиция Y1 (0,26…0,35 $Fe^{2+}/\Sigma Fe$).

Таким образом, были выявлены особенности распределения Fe^{2+} и Fe^{3+} в структуре турмалинов Верхнеурмийского рудного узла. Для турмалина касситерит-кварцевой формации характерны низкие значения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ (0,02…0,05). Для турмалина касситерит-силикатной формации значения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ (0,15…0,27) в 4 раза больше, чем для турмалина касситерит-кварцевой формации и характеризуются сильной вариативностью в зависимости от состава метасоматитов. При этом, в турмалине Верхнеурмийского рудного узла большая часть Fe^{3+} и Fe^{2+} находится только в позиции Y вне зависимости от формационной принадлежности.

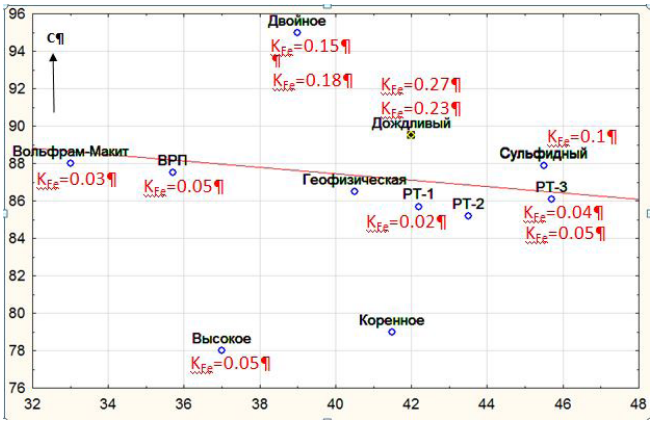


Рис. 1. Схема расположения рудопроявлений Верхнеурмийского рудного узла, где $K_{Fe} = Fe^{3+}/\Sigma Fe$

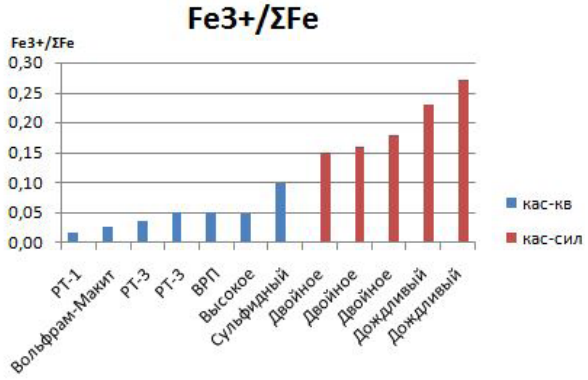


Рис. 2. Значения $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ в турмалинах рудопроявлений Верхнеурмийского рудного узла

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-05-00364) и Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 5.9248.2017/ВУ в сфере научной деятельности на 2017-2019 гг.

Литература

1. Суханова К.Г., Алексеев В.И. Турмалин касситерит-силикатной и касситерит-кварцевой формаций Верхнеурмийского рудного узла (Приамурье) // Материалы Шестой Российской молодежной научно-практической Школы с международным участием «Новое в познании процессов рудообразования», 28 ноября – 02 декабря 2016 г. – М.: ИГЕМ РАН, 2016. – С. 326 – 329.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА АРСЕНОПИРИТА НАТАЛКИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВОГО МИКРОАНАЛИЗА

В.В. Татаринов, А.С. Макшаков
Научный руководитель ведущий научный сотрудник Р.Г. Кравцова
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Наталкинское золоторудное месторождение расположено в Магаданской области, входит в Омчакский рудно-россыпной узел и является одним из крупнейших в России. Рудные тела залегают в окварцованных осадочных и вулканогенно-осадочных породах пермского возраста и представляют собой минерализованные зоны, пронизанные сетью кварцевых жил, линз, участков брекчирования, тонких ветвящихся или параллельных прожилков, с участками окварцевания и арсенопиритизации различной интенсивности. Большинство исследователей считает, что золото в руде находится, главным образом, в свободном состоянии в жильном кварце и в сростках с сульфидными минералами, в основном, с арсенопиритом. Преобладает крупное золото [1, 2 и др.]. Арсенопирит является самым распространенным рудным минералом на месторождении. Данные по изучению его состава немногочисленны [1, 3, 5]. В.И. Гончаровым с соавторами в мономинеральных пробах арсенопирита были обнаружены приближенно-количественным спектральным анализом Sb, Se, Te, Cu, Pb, Ni, Co, Bi, Mn; атомно-абсорбционным – Au, Ag, Sb, Cu, Zn, Ni, Co, Cd; в кристаллах арсенопирита с помощью лазерного микроанализатора ЛМА-1 – Ag, Ni, Co, Cu. Названы они элементами-примесями. Предполагается, что Au входит в состав арсенопирита в виде микровключений [1]. Позднее О.Т. Соцкой с соавторами еще для ряда элементов были установлены собственно минеральные формы. Найдены микровключения галенита (Pb), герсдорфита (Ni), кобальтина (Co) [5]. Р.Г. Кравцовой с соавторами впервые в арсенопиритах изученного месторождения выявлено существование двух основных неминеральных форм нахождения (ФН) равномерно распределенных Au, Pt и Pd – структурной и поверхностно-связанной. Были использованы прецизионные методы анализа – СВАДМ, ЛА ИСП МС. Установлено, что природа высоких концентраций неминеральных ФН Au, Pt и Pd в арсенопирите, в основном, поверхностная. Собственных минеральных форм Pt и Pd не обнаружено, тогда как для Au самородная форма является основной [3]. Очевидно, что не только ФН элементов-примесей изучены в недостаточной степени, также не до конца определен их качественный и количественный состав. Наши исследования, продолженные в этом направлении, ориентированы на выявление возможностей РСМА при изучении состава арсенопирита и возможных ФН элементов-примесей.

Арсенопирит приурочен к жилам и прожилкам кварца, образуя в них изометрично-гнездовую вкрапленность. Присутствует в виде довольно однородно рассеянных вкрапленных и разно ориентированных вкраплено-прожилковидных выделений и кристаллов короткопризматического облика размером до 1…2 мм в зонах окварцевания и трещиноватости во вмещающих породах. Образует тонкозернистые агрегаты. Встречается в виде катаклазированных зерен. Наиболее часто характерны ассоциации арсенопирит-пирит-золото, арсенопирит-золото, реже – арсенопирит-галенит-золото, еще реже арсенопирит находится в срастании с другими сульфидами.

Изучение состава арсенопиритов было проведено нами методом рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа (РСМА) на анализаторе JXA-8200 Superprobe (JEOL Ltd., Япония) с использованием волновых и энергодисперсионных детекторов по методике [4].

Установлено, что большинство обнаруженных нами элементов-примесей (Au, Ag, Sb, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, W) в арсенопирите представлено микро- и тонкодисперсными включениями собственных минералов, приуроченных, в основном, к трещинкам, кавернам и интерстициям. Отмечаются тонкие ксеноморфные выделения пирротина, халькопирита, галенита, блеклой руды, золота (рис. 1). К трещинкам и граням зерен арсенопирита приурочены включения тонкодисперсного золота (рис. 2). Часто встречаются агрегаты арсенопирита с микровключениями золота, галенита, молибденита. В виде реликтов в арсенопирите найдены включения пирита, халькопирита с пирротином, сфалерита с эмульсионной вкрапленностью халькопирита. Во включениях присутствуют тонкопризматические агрегаты, предположительно, ферберита, отмечается кобальтин и герсдорфит. Часто встречаются катаклазированные зерна арсенопирита в ассоциации с крупными зернами самородного золота пробностью 780…800 ‰ (рис. 3). В виде частой, так называемой «невидимой», примеси в этих зернах установлены Mo, Au, Ag, W, Cu, Ni (табл. 1, 2).

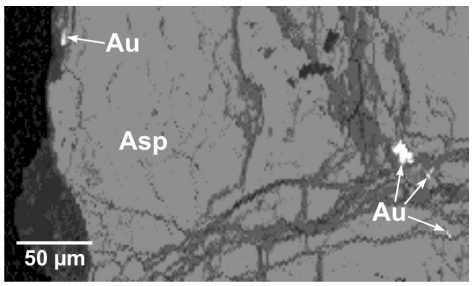


Рис. 1. Самородное золото (Au), выполняющее трещинки в зерне арсенопирита (Asp). Изображение дано в обратно-рассеянных электронах

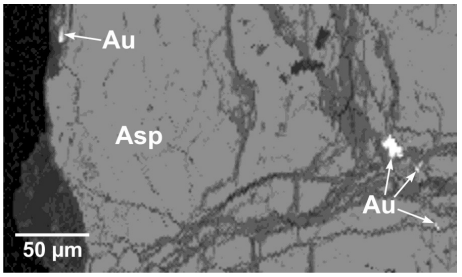


Рис. 2. Катаклазированное зерно арсенопирита (Asp) с включениями по грани и трещинкам тонкодисперсного золота (Au). Изображение дано в обратно-рассеянных электронах

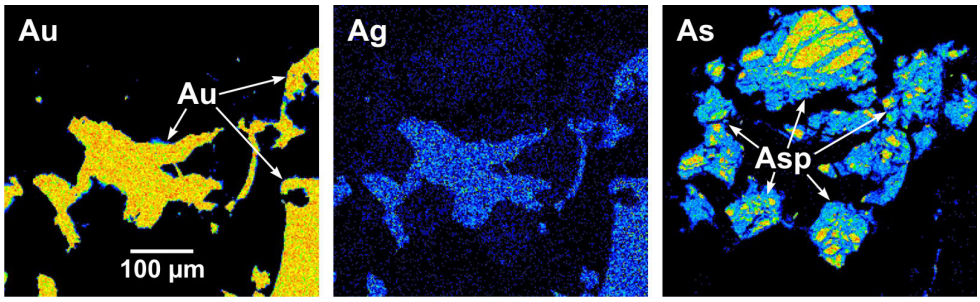


Рис. 3. Катаклазированные зерна арсенопирита (Asp) в ассоциации с самородным золотом (Au). Изображения даны в рентгеновских лучах

Таблица 1

Элементы-примеси в катаклазированных зернах арсенопирита

n	Fe	As	S	Au	Ag	Mo	Сумма
1	35.09	43.45	21.35	<0.10	<0.12	0.27	100.16
2	35.09	43.45	21.30	<	<	0.27	100.11
3	35.10	43.46	21.35	<	<	0.27	100.18
4	35.09	43.45	21.35	<	<	0.27	100.16
5	31.30	43.80	20.46	3.21	0.85	0.24	99.86
6	33.77	45.86	20.59	<0.10	<0.12	0.29	100.51
7	33.64	46.66	20.76	<	<	0.29	101.35
8	30.58	48.78	20.78	<	<	0.31	100.45
9	32.38	49.74	17.08	<	<	0.27	99.47
10	30.57	48.61	20.83	<	<	0.24	100.25
11	34.26	50.49	15.19	0.36	<	0.29	100.59

Примечание: Hg, Sb, Se, Te, Pb, Zn, Cu, W, Sn, Bi, Pt, Pd, Si, Al, Mn – не обнаружены. Здесь и далее в табл. 2: n – точки определения содержаний элементов.

Таблица 2

Элементы-примеси в зернах арсенопирита

n	Fe	As	S	Au	Cu	W	Ni	Сумма
1	33.91	50.47	16.19	<0.10	<0.15	0.11	<0.10	100.68
2	33.54	49.93	16.40	<	0.94	0.13	<	100.94
3	33.34	48.27	17.59	<	<0.15	<0.10	0.41	99.61
4	32.31	49.59	17.13	0.16	<	<	<0.10	99.19
5	33.79	50.72	15.66	<0.10	<	0.19	<	100.36

Примечание: Ag, Hg, Sb, Se, Te, Pb, Zn, Mo, Sn, Bi, Pt, Pd, Si, Al, Mn – не обнаружены.

Таким образом, при изучении элементов-примесей в арсенопиритах методом РСМА обнаружены Au, Ag, Sb, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, W. Приведенные в работах предыдущих исследователей Se, Te, Bi, Cd, Pt, Pd и Mn [1, 3, 5] на сегодняшний день с помощью РСМА нами не выявлены. Установлено, что большая часть примесей в арсенопиритах представлена микро- и тонкодисперсными включениями собственно рудных минералов. Примесная, так называемая «невидимая», ФН элементов (ультрадисперсные включения?, сорбционная составляющая?, неавтономные фазы?) встречается реже. В нашем случае она характерна для Mo, реже для Au и W, еще реже для Ag, Cu, Ni. Очевидно, что для определения «невидимой» формы примеси имеющихся методов РСМА недостаточно. Особенно это актуально для ЭПГ. Необходима разработка новых и усовершенствование уже имеющихся методик микроанализа.

Литература

1. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А. Наталкинское золоторудное месторождение. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. – 250 с.
2. Горячев Н.А., Викентьева О.В., Бортников Н.С., Прокофьев В.Ю., Алпатов В.А., Голуб В.В. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включения, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений. – 2008. – Т. 50. – № 5. – С. 414 – 444.
3. Кравцова Р.Г. Таусон В.Л. Никитенко Е.М. Формы нахождения золота, платины и палладия в арсенопиритах золоторудного месторождения Наталкинское (Северо-Восток России) // Геохимия. – 2015. – № 11. – С. 991 – 999.
4. Павлова Л.А., Парадина Л.Ф. Рентгеноспектральный микроанализ и его применение в минералогии. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990. – 186 с.
5. Sotskaya O., Goryachev N., Goryacheva E., Nikitenko E. Micromineralogy of “Black Shale” Disseminated-Sulphide Gold Ore Deposits of the Ayan-Yuryakh Anticlinorium (North-East of Russia) // Journal of Earth Science and Engineering. – 2012. – No 2. – Pp. 744 – 753.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПАМИРА

Д.С. Шомукимов
Научный руководитель доцент А.С. Ниёзов
Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан

На территории Таджикистана редкоземельное оруденение наибольшим распространением пользуется на Восточном Памире. В настоящее время в регионе выявлено около 30 проявлений редкоземельных элементов (РЗЭ).

Проявления РЗЭ Восточного Памира в целом изучены слабо. Из известных проявлений только Ясногорское изучено на стадии предварительной разведки (70-е годы прошлого века), другие – охарактеризованы путем проведения поисковых и среднемасштабных геолого-съемочных работ.

Необходимость выявления характерных геологических, петролого-геохимических и генетических особенностей редкоземельного оруденения Восточного Памира с целью оценки его перспективности для суверенного Таджикистана, где горнорудная промышленность объявлена одной из стратегических направлений развития экономики, приобретает особую актуальность. Проведенные нами в полевых сезонах 2015 – 2016 гг. работы позволили дополнить существующие сведения и получить новые данные по геологии, минералогии, геохимии и особенностям генезиса редкоземельной минерализации.

Территория Памира традиционно разделяется на 5 геоструктурных зон [1, 5]: 1) Северный Памир, 2) Центральный Памир, 3) Рушано-Пшартская зона, 4) Юго-Восточный Памир, 5) Юго-Западный Памир. Для Памира, в целом, характерно общее субширотное простирание геостуктур, представляющих собой «памирские дуги» [1]. Типично также развитие параллельных разломов, разделяющих разновозрастные комплексы региона на серии чешуй, пластин.

Редкоземельное оруденение распространено практически во всех геоструктурных зонах, но преимущественно в Центральном Памире и Рушано-Пшартской зоне.

Проявления РЗЭ на Восточном Памире развиты крайне неравномерно, в различных геолого-структурных районах. Редкоземельное оруденение размещено среди различных вещественных геологических комплексов: осадочных, магматических и метаморфических образований протерозоя и фанерозоя. Статистически приуроченность проявлений РЗЭ характеризуются следующей картиной.

Преимущественно терригенно-мигматитово-гнейсовые комплексы протерозоя представлены мощными (свыше 1000 м) массивными кварцитами с прослоями кварцево-слюдяных кристаллических сланцев, изредка содержащими пачки песчаников и мраморов. Сланцы кварц-слюдяные, слюдисто-полевошпат-кварцевые. На некоторых участках комплекс содержит метадиабазы, кислые туфы. Для комплекса характерна гнейсовидность, широкое развитие процессов мигматизации. Образования комплекса составляют 60…65 % от состава пород, окружающих восточнопамирские редкоземельные проявления.

В 15…20 % случаев проявления РЗЭ приурочены к палеозойским карбонатно-терригенным комплексам, сложенным мощными (800…850 м) толщами ордовикских и ордовик–силурийских серых, темно-зеленых и фиолетовых глинистых, углистых и известковистых сланцев, в верхней части содержащими прослои светлых и фиолетовых известняков и туфов. Они согласно перекрываются силурийскими известняками, сланцами и основными вулканитами, мергелями общей мощностью 350…400 м. Палеозойские комплексы завершаются каменноугольными и пермскими отложениями, представленными известняками, мергелями и сланцами, конгломератами.

Верхний структурно-вещественный комплекс, согласно перекрывающий палеозойский комплекс, сложен в нижней части (T_{1-2}) мощными терригенными и терригенно-карбонатными образованиями (известняками, песчаниками с прослоями буро-коричневых бокситов), общей мощностью 150…220 м, на которых согласно лежат формации J (в нижней части существенно терригенные, а в нижней – терригенно-карбонатные).

Незначительная часть проявлений размещена непосредственно в телах гранитных интрузивов, имеющих, как правило, небольшие (до первых десятков кв.км) площади.

Предварительные данные, полученные нами, позволили установить, что на севере Центрального Памира, в бассейне рр. Джалан, Сасыксу локализован ряд проявлений РЗЭ, имеющих пространственную (вероятно, и генетическую) связь с гранитоидными телами, представляющими, судя по составу, структурам и текстурам пород, химическому составу и приуроченности к единой куполообразной структуре, с соседними телами бассейна р. Зорташкол сателлиты более крупного штока (или батолита). К последнему следует отнести, по нашему мнению, также Грумдинский, Чакырюльский, Зорбурулюкский, Бельальминский, Бельутекский (Тохтерекский), Пангазджилгинский и Кульминский массивы и массив пика Советских Офицеров, развитые цепочкой субширотно к югу от Ванч–Акбайтальского глубинного разлома.

Гранитные комплексы, с которыми устанавливается явная связь редкоземельного оруденения района, могут быть объединены в редкометалльную гранит-лейкогранитовую формацию K-P. Наиболее крупными выходами отличаются гранитные тела палеогенового возраста, приуроченные к верховьям р.Акбайтал Северный. Мелкие (размерами от 0,2 на 1,1 км до 0,8 на 2,4 км) интрузивные тела: Западно-Зорташкольский, Восточно-Зорташкольский, Зорташкольский, Североакбайтальский, Западно-Сасыксуйский, Сасыксуйский и Верхнеакбайтальская группа тел имеют четкие интрузивные контакты с вмещающими их породами. Состав

пород в основном субщелочно-гранитный, монцонитоидный. Их относят обычно к Шатпутскому комплексу (₽) [4]. Массивы в плане имеют овальную, иногда изометрическую форму. Минеральный состав пород (об. %): кварц – 23,2…29,9, КПШ (микроклин) – 41,4…46,3, плагиоклаз (олигоклаз-альбит) – 20,9…24,6, биотит 0,1…0,3, роговая обманка – 0,2, турмалин – 0,8…1,3. Из акцессориев наиболее часто встречаются магнетит, сфен, апатит, ортит, флюорит, монацит, циркон, рудные и др. В пределах массивов и в экзоконтактовых зонах отмечаются высокотемпературные метасоматические преобразования: грейзенизация, скарнирование, калишпатизация. Массивы характеризуются широким развитием ксенолитов метаморфитов из вмещающих пород.

Редкоземельная рудоносность характерна также и для монцонитоидных палеогеновых гранитоидов кызылрабатской латит-монцонитоидной ассоциации, развитой на Юго-Восточном Памире, в условиях активной континентальной окраины. Монцонитоидность гранитоидов района, и, особенно, их высокая рудоносность (Sn, Nb, Ta, REE) установлены сравнительно недавно [1, 2]. Новые данные предполагают, что рудный потенциал ассоциации не ограничивается несколькими мелкими выходами редкоземельных проявлений.

Представители самого молодого магматизма Памира – неогеновые щелочные сиениты, щелочные габброиды дункельдыкского комплекса известны высокой комплексной, в том числе редкоземельной, рудоносностью. Наиболее крупное проявление РЗЭ – Дункельдыкское размещено в восточной части Рушано-Пшартской зоны, в ее одноименном блоке. Дункельдыкский массив – небольшое крутопадающее пластиноподобное тело (2,5 х 0,1 км) сложен псевдолейцитовыми породами, щелочными сиенитами и граносиенит-порфирами. Псевдолейцитовые сиениты состоят из псевдолейцита, пироксена, гранатов, калиевых полевых шпатов, кальцита, флюорита, акцессориев. Бороланиты и фергуситы представлены псевдолейцитом, пироксеном, гранатами, апатитом, ортитом, и др., а щелочные сиениты – калинатровым полевым шпатом, пироксеном, гранатом, апатитом, ортитом, эвдиалитом, рудными и др. Граносиенит-порфиры содержат вкрапленники калиевого полевого шпата и кварца в кварц-полевошпатовой основной массе. Дайки, небольшие штоки и трубки взрыва сложены санидиновыми, лейцит-пироксеновыми и псевдолейцитовыми сиенит-порфирами, тингуаитами и камптонитами и др. породами. Мощная (1,2 х 8,0 км) зона разлома, к которой приурочен массив, сопровождается интенсивными гидротермальными изменениями (первые сотни метров), нижнепермские терригенные породы фенитизированы [1].

Редкоземельное оруденение проявляет генетическую связь с магматическими ассоциациями, в связи с чем можно выделить три эпохи.

1. Мел-палеогеновая редкометалльная гранит-лейкогранитовая. Эпоха характеризуется развитием редкоземельного оруденения грейзенового и высокотемпературного гидротермального типов. Масштабы проявлений этой эпохи не установлены, их перспективы также не оценены. Предполагается, что наблюдаемые ныне проявления характеризуют только апикальные и надрудные ареалы оруденения. Весьма вероятно, что с глубиной интенсивность оруденения имеет тенденцию к увеличению.

2. Палеогеновая латит-монцонитоидная, характеризующаяся широким развитием гидротермалитов с высокими содержаниями РЗЭ. Представители этой эпохи также имеют низкую степень геологической изученности, что не позволяет оценить истинные масштабы их распространения.

3. Неогеновая щелочно-сиенитовая, ярко проявившаяся на крайнем востоке Памира, представлена комплексным Дункельдыкским редкоземельно-флюоритовым проявлением. Редкоземельная минерализация цериевой группы имеет, наряду с флюоритовой, полиметаллической и радиоактивной, широкое развитие. Полученные нами новые данные по геологии и геохимии проявления дают основания для утверждения о его высокой перспективности. Развитие мощной рудной зоны (900 х 2100 м) резко расширяет перспективы оруденения.

Литература

1. Буданов В.И. Эндогенные формации Памира. – Душанбе: Дониш, 1993. – 299 с.
2. Ниёзов А.С., Мамаджанов Ю. Существенный вклад в изучение геохимии латитов // Геология и геофизика. – 1987. – № 6. – С. 131 – 133.
3. Ниёзов А.С. Геодинамические условия формирования фанерозойских гранитоидов Таджикского Тянь-Шаня и Памира // Современные проблемы формационного анализа, петрология и рудоносность магматических образований. – Новосибирск, 2003. – С. 171 – 172.
4. Петрология и геохимия магматических формаций Памира и Гиссаро-Алая / Ред. Р.Б. Баратов. – Душанбе: Дониш, 1978. – 343 с.
5. Руженцев С.В. Памир: Тектоническая расслоенность литосферы и региональные геологические исследования. – М.: 1990. – С.214 – 225.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ МОНЧЕГОРСКОГО ПЛУТОНА (КАРЕЛИЯ)

Е.Н. Щёголева
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования являются ультрамафиты Мончегорского ультрамафитового массива, который расположен в центре Кольского полуострова [1, 2]. Основной целью явилось детальное изучение петрографического состава ультрамафитов и выделение их главных видов и разновидностей. Далее приведем характеристику видов ультрамафитов, представленных плагиодунитаов, плагиогарцбургитов, плагиолерцолитов, плагиоверлитов с вкрапленными хромитами.

Плагиодуниты представляют собой среднезернистые породы, в которых под микроскопом наблюдается отчетливая кумулятивная структура – признак магматического происхождения породы. Количественно-минералогический состав: оливин ~ 90 %, плагиоклаз ~ 10 %, хромшпинелиды до 1 %.

Оливин образует субизометричные, округлые кумулятивные зерна размером 2…4 мм. Границы зерен плавные, округлые. Зерна оливина бесцветные, в скрещенных николях преобладают яркие цвета интерференции (Ng-Np ~ 0,035). Погасание однородное и прямое по отношению к спайности. Вдоль трещинок в оливине наблюдаются тонкие жилки серпентина. Зерна плагиоклаза обособляются среди зерен оливина, имеют ксеноморфную форму и представляют интеркумулусную фазу. В большинстве случаев зерна плагиоклаза замещены микрозернистым агрегатом соссюрита. На границе зерен плагиоклаза и оливина наблюдаются келифитовые каемки. При одном николе зерна бесцветные, рельеф отсутствует. В скрещенных николях они имеют серые цвета интерференции и отличаются по наличию полисинтетических двойников. Размеры зёрен до 1 мм. Зерна хромшпинелидов равномерно распределены в породе. Имеют размеры до 0,5 мм. Форма зерен субизометричная. Имеют черную окраску.

Плагиогарцбургиты. Структура среднезернистая, под микроскопом кумулятивная. Количественно-минералогический состав: оливин ~ 55 %, ортопироксен ~ 40 %, хромшпинелиды до 3 %, плагиоклаз до 1…2 %, отмечается клинопироксен.

Кумулятивные зёрна оливина идиоморфны по отношению к ойкокристаллам ромбического пироксена. Форма зерен оливина субизометричная с округлыми границами. Размеры зёрен 2…6 мм. Они бесцветные и разбиты трещинками. Для них характерны яркие цвета интерференции и однородное погасание. Ойкокристаллы ортопироксена ксеноморфны к кумулятивным зёрнам оливина и имеют размеры до 7 мм. При одном николе ортопироксены бесцветные, выделяются в рельефе. Характерна отчетливая спайность, в поперечных сечениях под углом ~ 90 °. В скрещенных николях они отличаются серыми цветами интерференции. Зерна ортопироксена имеют прямое погасание. Иногда отмечается графическая структура, представленная закономерным прорастанием зерен ортопироксена пластинчатыми индивидами клинопироксена, ориентированными вдоль плоскостей спайности. Плагиоклаз встречается редко в интерстициях зерен оливина, ортопироксена и обычно замещен соссюритом. Хромшпинелиды встречаются редко и образуют субизометричные зёрна размером до 1 мм. Они имеют буровато-коричневую окраску.

Плагиолерцолиты имеют среднезернистую структуру, под микроскопом отмечается кумулятивная. Количественно-минералогический состав: оливин ~ 20…30 %, ортопироксен ~ 35 %, клинопироксен ~ 35 %, плагиоклаз до 5 %, хромшпинелиды до 5 %, отмечаются вторичные минералы (тремолит, хлорит).

Кумулятивные зерна оливина бесцветные и с высоким рельефом. Форма зерен округлая, иногда субизометричная, края плавные. Их размер от 1 до 3 мм. Они разбиты трещинками, выполненными петельчатыми жилками серпентина. Погасание часто неоднородное, волнистое. Индивиды ортопироксена ксеноморфны по отношению к зёрнам оливина и представляют собой ойкокристаллы. Размеры зёрен до 4…7 мм. Зерна ортопироксена отличаются наличием совершенной спайности, прямым погасанием и низкими серыми цветами интерференции. Форма зёрен клинопироксена неправильная, ксеноморфная, их размер до 2 мм. Они отличаются высокими цветами интерференции и большими углами погасания до 45°. Ксеноморфные зерна плагиоклаза встречаются редко, их размер менее 2 мм. Они выделяются по наличию полисинтетических двойников. На границе плагиоклаза с пироксенами постоянно отмечаются келифитовые каемки тремолит-хлоритового состава. Хромшпинелиды отмечаются в виде редкой вкрапленности. Зёрна имеют коричнево-красный цвет. Их форма эвгедральная, субизометричная с размерами до 1 мм.

Плагиоверлиты. Макроскопически порода имеет среднезернистую структуру. Под микроскопом отмечается отчетливая кумулятивная структура. Количественно-минералогический состав: оливин ~ 60 %, клинопироксен ~ 25 %, плагиоклаз – 10 %, серпентин ~ 5 %.

Кумулятивные зерна оливина имеют округлую субизометричную форму. Их размер обычно 2…3 мм, встречаются зерна размерами до 5 мм. Зерна бесцветные, с высоким рельефом. В скрещенных николях они выделяются яркими цветами интерференции, погасание однородное. Зерна разбиты трещинками, по которым развивается петельчатый серпентин. Ойкокристаллы клинопироксена ксеноморфны к кумулятивным зёрнам оливина и имеют размеры не более 5 мм. Зерна бесцветные и с хорошо выраженной спайностью. Отличаются яркими цветами интерференции и большими углами погасания. Плагиоклаз выполняет интерстиции между кумулятивными зернами оливина и ксеноморфными зернами клинопироксена. Они имеют неправильную,

ксеноморфную форму, их размер до 2…3 мм.

Хромиты. Их структура вкрапленная, сидеронитовая. Количественно-минералогический состав: оливин ~ 45 %, хромшпинелиды ~55 %.

Кумулятивные зерна оливина имеют округлую, овальную, реже субизометричную форму с неровными краями. Размеры зёрен от 0,5 до 4 мм. Они разбиты многочисленными трещинками, выполненными петельчатыми жилками серпентина. Зерна оливина сцементированы микрозернистыми неправильными по форме агрегатами хромшпинелидов. Зерна хромшпинелидов имеют размеры менее 0,5 мм. Форма зерен округлая, иногда эвгедральная. В отдельных случаях они образуют сливные обособления. Зерна хромшпинелидов имеют буровато-коричневый цвет.

Таким образом, установленные разновидности ультрамафитов, очевидно, отражают псевдорасслоенную внутреннюю структуру Мончегорского плутона, сформировавшуюся в процессе дифференциации исходного высокомагнезиального расплава в условиях длительной спокойной тектонической обстановки и на небольших глубинах [2]. Расслоенность характеризуется чередованием снизу-вверх дунитов-гарцбургитов-лерцолитов-верлитов. При этом к дунитам приурочены хромитовые руды. А в верхней перидотитовой части встречаются сульфидные Cu-Ni руды с платиноидами [2, 3].

Литература

1. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение / Под ред. Ф.П. Митрофанова, В.Ф. Смолькина. – Часть 1. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. – 177 с.
2. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруднения. – М.: Научный мир, 2006. – 368 с.
3. Шарков Е.В., Чистяков А.В. Геолого-петрологические аспекты ЭПГ-Cu-Ni-оруденения в раннепалеопротерозойском Мончегорском расслоенном мафит-ультрамафитовом комплексе (Кольский полуостров) // Геология рудных месторождений. – 2014. – Т. 56. – № 3. – С. 171 – 194.

ГРАНАТЫ ИЗ ХРОМИТИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

А.Н. Юричев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Ультрамафитовые реститовые массивы дунит-гарцбургитового состава являются составной частью мафит-ультрамафитовых поясов складчатых областей. В последние несколько десятилетий они привлекают все большее внимание исследователей как с позиции генезиса, учитывая их мантийную природу образования и связь с ранними этапами развития складчатых сооружений, так и с позиции рудоносности – своей промышленной хромитоносностью (подиформный тип), асбестоносностью и включением благороднометальной минерализации. Однако в настоящее время спорность многих аспектов петрологии реститовых ультрамафитов обусловлена недостаточной изученностью этих интереснейших образований. В частности, слабая проработанность минералогических аспектов данных массивов не дает возможности обобщения этих объектов на минералогическом уровне. Известно, что одним из главных носителей генетической информации является минерал, а не только порода. В связи с этим, изучив в достаточной степени минералогию объекта, можно восстановить историю его образования и преобразования.

Казалось бы, что гранаты являются одной из наиболее хорошо изученных групп минералов и неожиданных необычных по составу находок ждать среди них не приходится. Однако поиск в литературных источниках состава уваровитовых гранатов из реститовых ультрамафитов «обнажил» очень скудные сведения о исследованиях состава гранатов из данных пород как таковых. Находки уваровитовых гранатов в ультрамафитах офиолитовых комплексов в небольших количествах выявлены и охарактеризованы на Урале в хромовых рудах Рай-Изского, Сыум-Кеуского, Войкаро-Сыньинского, Сарановского, Кемпирсайского и Нижнетагильского массивов [1-3]. Для остальных складчатых регионов России информация о находках и составе хромистых гранатов в реститовых ультрамафитах в печатных источниках не выявлена. В связи с этим автором предпринято собственное исследование гранатов из рудных ультрамафитов Агардагского массива (республика Тыва) [5], где главное внимание было уделено составу зеленых разновидностей – уваровитов, чаще всего отмечаемых в хромовых рудах данного массива.

Минерал наблюдается в виде изумрудно-зеленых тонких прожилков и полосок среди сливных хромитов. Последние преимущественно ориентируются субпараллельно друг другу согласно директивности породы.

Вещественный состав уваровитовых гранатов изучен в растровом электронном микроскопе «VEGA II LMU», совмещенным со спектрометрами энергетической (Oxford INCA Energy 350) и волновой (Oxford INCA Wave 700) дисперсией в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск). Полученные результаты позволили разделить проанализированные хромитовые гранаты на три разновидности: уваровит-гроссуляр (Ув-Гр), уваровит-гроссуляр-андрадит (Ув-Гр-Анд) и уваровит-андрадит-гроссуляр (Ув-Анд-Гр) (табл.).

Таблица

Составы уваровитовых гранатов из хромититов Агардагского ультрамафитового массива

Минерал	Образец	Химический состав, мас. %						Миналы, %			
		MgO	Al_2O_3	SiO_2	CaO	Cr_2O_3	FeO*	Уваровит	Андрадит	Гроссуляр	Пироп
Ув-Гр	1.1-1	1,41	8,35	37,37	33,15	17,88	1,84	56,4	5,5	32,5	5,6
	1.1-3	0,54	7,79	36,66	34,56	19,12	1,34	59,9	4,0	34,0	2,1
	1.2-1	–	7,88	37,52	33,82	18,56	2,22	60,7	6,9	32,3	–
	1.2-3	–	8,05	37,26	34,54	18,86	1,28	60,5	3,9	35,6	–
	1.3-2	–	7,48	35,75	36,24	18,56	1,97	56,7	5,7	37,6	–
	1.5-1	–	7,64	37,25	34,79	17,14	3,17	54,5	9,6	35,9	–
Ув-Гр-Анд	1.4-1	1,70	4,23	36,18	32,70	20,33	4,86	64,2	14,6	14,5	6,7
	1.4-2	0,53	3,66	35,95	33,84	21,31	4,71	68,2	14,3	15,3	2,1
	1.4-3	0,54	3,27	35,77	34,40	20,96	5,05	66,0	15,1	16,7	2,1
	1.5-2	–	5,31	36,36	34,48	19,13	4,73	61,4	14,5	24,1	–
	1.5-3	–	6,65	37,12	34,26	18,49	3,48	59,7	10,7	29,6	–
Ув-Анд-Гр	2-1	–	4,19	37,41	34,03	15,92	8,45	51,8	26,2	22,1	–
	2-2	–	3,27	38,26	33,41	16,12	8,94	53,4	28,2	18,4	–

Уваровит-гроссуляр-андрадит характеризуется из выявленных разновидностей наибольшим уваровитовым миналом (до 68,2 %) при наименьших содержаниях других миналов. Роль андрадитового минала возрастает в выявленном ряду разновидностей слева направо от уваровит-гроссуляра к уваровит-андрадит-гроссуляру, где андрадит по ведущей роли выходит на второе место.

Исключая особенности химического состава, морфологических и минералогических отличительных признаков между выделенными разновидностями не выявлено.

Таким образом, все проанализированные зеленые уваровиты, исключая переходные разновидности, можно по специализации разделить на две группы: уваровит-гроссуляры и уваровит-андрадиты при доминирующей роли в породах массива первых. Ранее на примере изучения уваровитов из ультрамафитов офиолитовых комплексов Урала было сделано предположение, что данные разновидности граната типоморфны разным типам хромовых руд [2]. Уваровит-андрадит встречается в хромитовых высокохромистых и метаморфизованных высокожелезистых хромовых рудах, а уваровит-гроссуляр – только в высокоглиноземистых хромовых рудах, сложенных алюмохромитом и хромпикотитом. Учитывая, что уваровит-гроссуляры доминируют в хромититах Агардагского массива, а в составе проанализированных ранее хромшпинелидов массива высокую роль играют алюмохромиты [4, 5], данное предположение находит свое подтверждение и для реститовых ультрамафитов Тывы и позволяет использовать состав уваровитовых гранатов как индикатор качества хромитовых руд.

Литература

1. Жданова Л.Р., Астахова И.С. Коллекционное сырье северо-востока Европейской части России // Геммология: Сборник статей. – Томск: Томский ЦНТИ, 2009. – С. 20 – 26.
2. Макеев А.Б. Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – СПб.: Наука, 1992. – 197 с.
3. Савельева Г.Н., Белокрыс А.М. Хромиты – руда, рожденная в мантии Земли // Природа. – 2012. – № 11. – С. 14 – 23.
4. Юричев А.Н. Минералого-химические особенности хромшпинелидов Агардагского ультрамафитового массива (ЮВ Тыва) // Вопросы естествознания. – 2015. – № 4 (8). – С. 138 – 142.
5. Юричев А.Н., Чернышов А.И., Кульков А.С. Рудная минерализация Агардагского ультрамафитового массива (Республика Тыва) // Известия ТПУ. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 130 – 136.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХРОМШПИНЕЛИДОВ МАССИВОВ СЫУМ-КЕУ И ХАРЧЕРУЗСКИЙ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

А.Н. Юричев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования являются рудные хромшпинелиды из реститовых ультрамафитовых массивов Сыум-Кеу и Харчерузский, которые входят в состав Ходатинского офиолитового пояса, замыкающего на севере офиолитовые комплексы Полярного Урала [1]. При этом, Харчерузский массив, расположенный несколько южнее массива Сыум-Кеу, согласно геолого-геофизическим данным и петрологическим исследованиям, вероятно, является эрозионно-тектоническим клином от данного массива [5, 9]. В работе дана сравнительная оценка вещественного состава рудных шпинелидов из реститовых ультрамафитов данных массивов.

Анализ вещественного состава шпинелидов выполнен методом рентгеноспектрального микроанализа на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с детектором Si(Li) Standard) INCA Energy 350 и волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск).

Проведенные исследования показывают, что проанализированные рудные хромшпинелиды обоих массивов в целом характеризуются высокохромистым составом и слабо метаморфизованы. Фигуративные точки их составов характеризуются одинаковой эволюционной тенденцией, обусловленной уменьшением MgO и Al_2O_3 при увеличении Cr_2O_3 и незначительном увеличении суммарного железа (рис. 1). При этом, на отдельных графиках (рис. 1, а, г) часть точек составов хромшпинелидов из массива Сыум-Кеу несколько отклоняется от основного единого тренда, формируя самостоятельный тренд, обусловленный метаморфическим преобразованием исходных составов таких зерен, выражающимся в увеличении роли окисного железа при уменьшении глинозема.

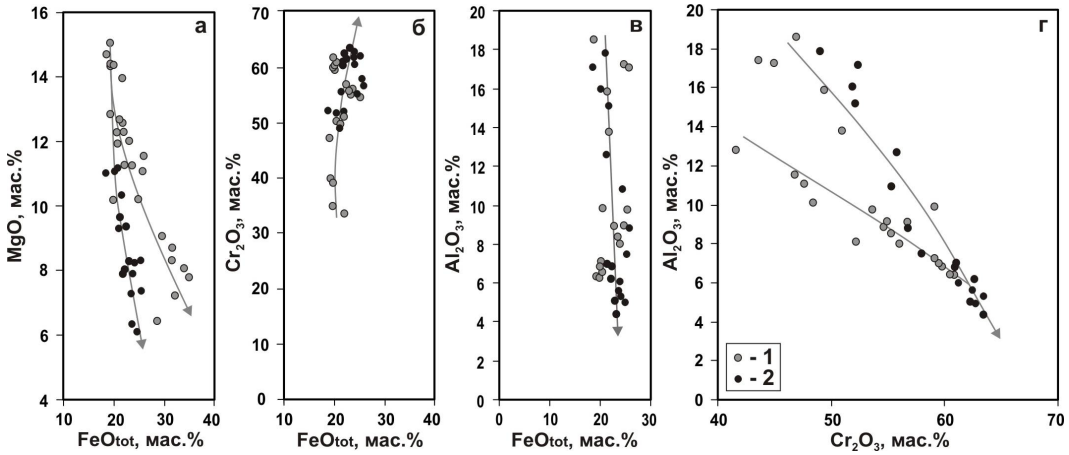


Рис. 1. Бинарные диаграммы для хромшпинелидов из ультрамафитовых массивов Полярного Урала. Условные обозначения здесь и далее: 1 – массив Сыум-Кеу; 2 – Харчерузский массив

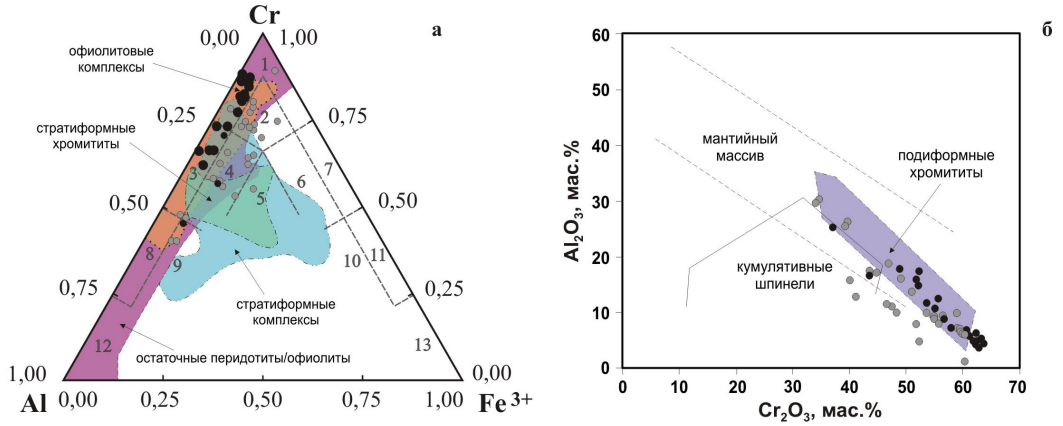


Рис. 2. Составы хромшпинелидов из ультрамафитов Сыум-Кеу и Харчерузского массивов на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [3]: 1) хромиты; 2) субферрихромиты; 3) алюмохромиты; 4) субферриалюмохромиты; 5) ферриалюмохромиты; 6) субалюмоферрихромиты; 7) феррихромиты; 8) хромпикотиты; 9) субферрихромпикотиты; 10) субалюмохроммагнетиты; 11) хроммагнетиты; 12) пикотиты; 13) магнетиты. Диаграмма (а) отражает генетический тип хромититов [11], а диаграмма (б) – происхождение рудных хромшпинелидов и их тип [10]

Последнее обстоятельство привело к незначительному различию и в химических составах шпинелидов. На классификационной диаграмме Н.В. Павлова [3], хромшпинелиды Харчерузского массива соответствуют алюмохромитам и хромитам, а Сыум-Кеу массива – субферриалюмохромитам и субферрихромитам (рис. 2).

Отмечаемый на рис. 1 и 2 общий эволюционный тренд составов хромшпинелидов отражает преобразование вещественного состава хромшпинелей в процессе высокобарического динамометаморфизма [7], а также степень рестирования вмещающих их ультрамафитов [4, 6, 8]. Увеличение степени плавления рестита сопровождается возрастанием хромистости и железистости при уменьшении глиноземистости и магнезиальности (рис. 1), что характерно для мантийных реститогенных ультрамафитов [2, 4, 6-8] и служит дополнительным свидетельством реститовой природы пород Сыум-Кеу и Харчерузского массивов. Положение фигуративных точек составов шпинелидов на треугольной диаграмме (рис. 2, а) и диаграмме J.M. Ghazi с соавторами (рис. 2, б), также указывает на генетическую связь изученных хромититов с офиолитовыми мантийными ультрамафитами и их отнесение к подиформному типу

Литература

1. Лапин Б.Н. Атлас структур ультраосновных пород Урала. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. – 184 с.
2. Макеев А.Б. Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – СПб.: Наука, 1992. – 197 с.
3. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН. – 1949. – Вып. 103. – № 3. – 91 с.
4. Перевозчиков Б.В., Плотников А.В., Макиев Т.Т. Природа вариаций состава рудной и акцессорной хромшпинели ультрабазитового массива Сыум-Кеу (Полярный Урал) // Известия вузов. Геология и разведка. – 2007. – № 4. – С. 32 – 39.
5. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) // Геотектоника. – 2016. – № 2. – С. 62 – 77.
6. Юричев А.Н. Акцессорные шпинелиды из ультрамафитов: индикаторы условий формирования // Руды и металлы. – 2013. – № 6. – С. 30 – 34.
7. Юричев А.Н. Критерии регионального и локального прогнозирования потенциальной хромитоносности подиформных ультрамафитовых массивов складчатых областей // Руды и металлы. – 2016. – № 3. – С. 5 – 14.
8. Юричев А.Н., Чернышов А.И. Эволюция составов шпинелиевой минерализации из различных формационных типов мафит-ультрамафитовых комплексов Канской глыбы (Восточный Саян) // Отечественная геология. – 2012. – № 2. – С. 42 – 50.
9. Юричев А.Н., Чернышов А.И. Хромититы Харчерузского блока массива Сыум-Кеу: вещественный состав и генезис руд (Полярный Урал) // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 8. – С. 6 – 16.
10. Ghazi J.M., Moazzen M., Rahghoshay M., Moghadam H.S. The geodynamic setting of the Nain ophiolites, Central Iran: evidence from chromian spinels in the chromitites and associated rocks // Ophiolites. – 2011. – V. 36. – № 1. – P. 59–76.
11. Melcher F., Grum W., Simon G., Thalhammer T.V., Stumpfl E.F. Petrogenesis of the Ophiolitic Giant Chromite Deposits of Kempirsai, Kazakhstan: a Study of Solid and Fluid Inclusions in Chromite // Journal of Petrology. – 1997. – V. 38. – № 10. – P. 1419–1458.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

М.В Юркова
Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье приведены результаты изучения состава и локализации рудных компонентов нефтеносных алевро-песчаных пород, обусловливающих петрофизическую, в частности, магнитную анизотропию в терригенных коллекторах нефтяных месторождений.

Объектом исследования являлись породы верхнеюрского пласта $Ю_1^{1-2}$ Казанского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в пределах Парабельского района Томской области. Пласт сложен алевролитами и песчаниками, которые разделены карбонатизированными прослоями, переходящими иногда в глинистые разности. Формирование отложений происходило в прибрежно-морских условиях, о чем свидетельствует наличие линзовидной и косой слоистости, местами со следами взмучивания и оползания.

Исследования литологических и петрофизических характеристик пород коллекторов данного месторождения проводились на предварительно палеомагнитно ориентированном керне и представлены в [5, 6]. Подобная проблема неоднородности строения терригенных пород рассматривается и в [4], однако отметим, что в работе авторы подробно анализируют современные методы определения магнитных характеристик осадочных образований, но вещественный состав рудных минералов, определяющих магнитные свойства пород, не изучался.

На данный момент для исследуемых пород Казанского месторождения в ориентированных шлифах морфологическим и микроструктурным анализом кварцевых зерен, составляющих скелет породы (иногда до 65 % от объема породообразующих компонентов), установлены предпочтительные их ориентировки. Преобладающим направлением укладки зерен песчаников является северо-восточное с подчиненным ему северо-западным (рис. 1, А). Интерпретация данные петрофизических исследований позволила определить преимущественные линии развития эллипсов магнитных параметров и ориентировки упругих характеристик. В большинстве изученных пород пласта $Ю_1^{1-2}$ фиксируется северо-восточное направление главной оси эллипса анизотропии магнитных свойств, а для эллипса анизотропии упругих – северо-западное (рис. 1, Б, В). Сопоставление результатов морфологического анализа ориентированных шлифов изучаемых нефтеносных коллекторов с данными петрофизических параметров пород показало корреляцию направлений преимущественного расположения вытянутых кварцевых зерен с установленными направлениями развития эллипсов анизотропии магнитных и упругих параметров песчаных пород.

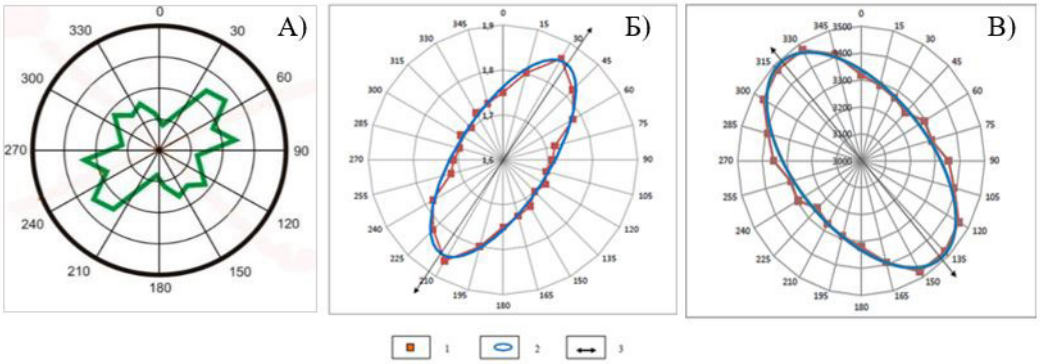


Рис. 1. Роза-диаграмма распределения предпочтительных удлинений кварцевых зерен песчаников по ориентированным шлифам (А), стереограммы пространственного распределения магнитной восприимчивости (Б) и скорости пробега упругих волн (В) пород
1 – фактические данные, 2 – аппроксимирующий эллипс, 3 – ось главной анизотропии

На данном этапе работ исследовательской группой поставлена цель – изучить и объяснить характер магнитной анизотропии в исследуемых нефтеносных породах, которая обусловлена локализацией и составом рудных компонентов в породе и литологическим составом терригенных осадков в целом.

Как известно [3], все породообразующие минералы по способности намагничиваться во внешнем магнитном поле подразделяются на три основные группы: диамагнетики (например, кварц, кальцит), парамагнетики (оливин, слюды, амфиболы и пироксены) и ферромагнетики (магнетит, гематит, гетит, пирротин и др., которые содержат большое количество железа). Именно последние приобретают и сохраняют сильную намагниченность даже после удаления внешнего магнитного поля и могут влиять на формирование анизотропии магнитной восприимчивости пород. В этом случае происходит суммирование восприимчивостей всех минералов, находящихся в образце, и проявляется анизотропность магнитных свойств, уровень которых, в первую очередь, зависит от типа минерала, а также от размера зерен, композитных примесей и взаимодействия зерен друг с другом [4]. В осадочных породах

магнитные свойства, как правило, обусловлены акцессорными ферромагнетиками, среди парамагнетиков наибольшее воздействие на магнитность пород оказывают сидерит, хлорит, пирит и иногда глинистые минералы, что обусловлено примесями, реликтами и новообразованиями железоокисных минералов [3].

Определение рудных компонентов пород проводилось на исследовательском микроскопе Axio Imager A2m, сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU и рентгено-флуоресцентном микроскопе XGT-7200. Проведенные анализы показали, что преобладающими рудными минералами, входящими в состав песчаников, являются пирит (марказит), гематит, магнетит, встречаются редкие включения руд полиметаллов (галенит, сфалерит), фосфатов редких земель и единичные включения золота. Присутствующие ферромагнетики – гематит и магнетит, преимущественно развиваются в поровом пространстве песчаных пород, либо формируют скопления мелких агрегатов по периферийной части зерен породообразующих минералов (рис. 2). Учитывая направленность удлиненных терригенных зерен скелета в определенном направлении и развитие в этом же направлении пустотно-порового пространства, становится возможным объяснить проявление магнитных анизотропных характеристик в изучаемых песчаных породах в определенных направлениях.

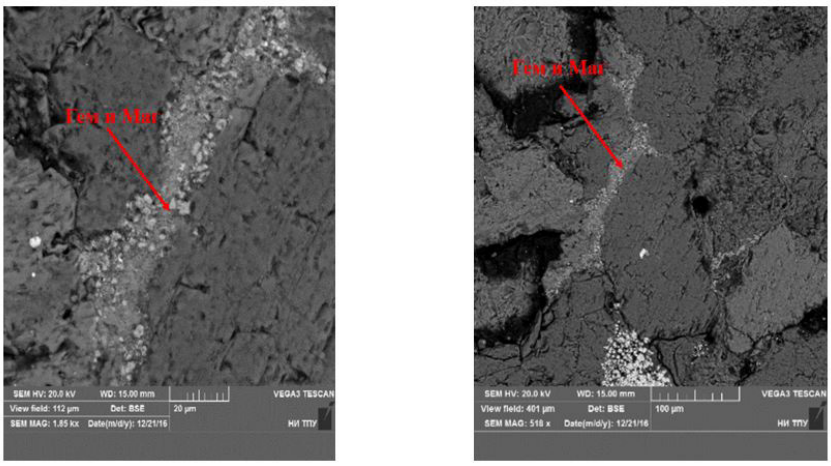


Рис. 2. Проявления магнетита и гематита в поровом пространстве нефтеносных песчаных пород (сканирующий электронный микроскоп TESCAN VEGA 3 SBU)

Укажем также, что изучение железосодержащих минералов – магнетита, гематита и очень распространенного в породе пирита, позволяет уточнять фациальные условия осадконакопления за счет окислительно-восстановительной способности железа [1]. В песчаниках пирит встречается не только в пустотно-поровом пространстве в виде фрамбоидов различных размеров и ксеноморфных выделений, но образует включения в породообразующих минералах либо кристаллические агрегаты, часто ассоциирует и с органическим веществом (битумоидами) вплоть до полного их замещения. Основная причина формирования пирита заключается в деятельности сульфатредуцирующих анаэробных бактерий [2].

В настоящий момент изучение рудных компонентов, влияющих на появление анизотропии магнитной восприимчивости нефтеносных пород, позволяет привести только первые предварительные полученные данные по их составу и локализации в породах. Тем не менее, отметим, что подобного рода исследования магнитной анизотропии ориентированного керна коллектора и определение причины субортогонального отношения между преимущественными направлениями магнитных и упругих параметров может значительно упростить изучение неоднородного строения терригенных образований, в том числе и определение наиболее преимущественных направлений фильтрационных потоков в коллекторах нефтяных месторождений.

Литература

1. Манапов Р.А., Вагизов Ф.Г., Мухаметшин Р.З., Романова У.Г., Юсупова Т.Н., Романов Г.В., Чичирова Н.Д. Геохимия нефтяных месторождений. Часть I. Распределение железа в песчано-алевритовых коллекторах девона южно-татарского свода как показатель геохимических фаций. Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 1999. – Т. 1. – № 2. – С.5 – 10. ROI: jbc-01/99-1-2-5.
2. Савельева О.Л., Савельев Д.П., Чубаров В.М. Фрамбоиды пирита в углеродистых породах смагинской ассоциации острова Камчатский мыс // Вестник камчатской региональной ассоциации «Учебно-научный центр». Серия: Науки о Земле, 2013. – № 2. – С. 144 – 151.
3. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова В.А. и др. Под ред. А.Н. Храмова. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.
4. Jaco H. Baas, Ernie A. Hailwood, William D. McCaffrey, Mike Kay, Richard Jones. Directional petrological characterisation of deep-marine sandstones using grain fabric and permeability anisotropy: Methodologies, theory, application and suggestions for integration. // Earth-Science Reviews 82 (2007) – P. 101 – 142.
5. Krasnoshchekova L.A., Cherdantseva D.A., Yurkova M.V., Abramova R.N. Oriented core application in texture analysis of J₁ formation in Kazan oil-gas condensate field (Tomsk Oblast) (Article number 012005) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 – Vol. 27. – P. 1 – 4.
6. Krasnoshchekova L.A., Cherdantseva D.A., Yurkova M.V. Applying paleomagnetic oriented coring in investigating the lithofacies heterogeneity of terrigenous sediments. MATEC Web of Conferences 85, 01027 (2016).

СЕКЦИЯ 3
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АКТОГАЙ

А.З. Абильтаева
Научный руководитель ассоциированный профессор кафедры ГСПиРМПИ Я.К. Аршамов
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Казахстан – крупная медно-порфировая провинция, по запасам руды этого типа стоит на первом месте (месторождения Актогай, Айдарлы, Коныpат, Бозшаколь, Нурказган, Коксай). Эти руды характеризуются крупными размерами, пригодны в большинстве случаев для открытой разработки, но отличаются низкими содержаниями меди (0,3-0,9%). Наряду с медью, из руд этих месторождений извлекаются молибден, золото, рений [2].

Медно-порфировые месторождения в Казахстане являются одним из главных типов для медной промышленности. Основой минерально-сырьевой базы меди до настоящего времени являлось медно-порфировое месторождение Коныpат, которое изучалось многими геологами и в настоящее время готовится к консервации. В 70–80-е годы прошлого столетия с прохождением подсчета запасов на баланс были поставлены медно-порфировые месторождения Актогай, Коксай, Прибрежное, Борлы. Все эти объекты в процессе проведения поисково-оценочных, разведочных работ и в период передачи для эксплуатации изучались многими геологами. Названные медно-порфировые месторождения располагаются в Жонгаро-Балхашской складчатой системе, которая всегда всеми металлогенистами бывшего советского союза однозначно оценивалась высокоперспективной.

Изучением месторождений Актогайского рудного поля в разных аспектах занимались Ю.А. Сергийко, Т.М. Вольхина, В.С. Мирошников, Н.М. Жуков, Л.Е. Филимонова, Л.У. Кыдырбеков, В.Ф.Штифанов, А.М. Красников, А.И. Полетаев, В.И. Сычев, А.К. Киселев, Л.В. Мельникова, В.Н. Боронаев, В.С. Романов, Р.Р. Ивлев, Ю.К. Кудрявцев, В.В. Колесников, Н.Г. Сыромятников, Э.И. Иванова, И.И. Толмачев, Б.М. Найденов, В.Н. Любецкий и др.

Описание месторождения Актогай Актогайского рудного поля приводится по наиболее поздним работам сотрудников ИГН имени К.И. Сатпаева [1, 2, 3]. Медно-порфировое месторождение Актогай оценивается крупным со средним содержанием меди 0,39%, молибдена 0,01 %, рения 0,24 г/т, золота 0,22 г/т, серебра и селена 1,8 г/т. Региональная геодинамическая позиция месторождения, входящего в состав Актогайского рудного поля, определяется приуроченностью к Тастыйскому звену позднепалеозойского окраинно-континентального вулкано-плутонического пояса, в пределах которого расположены также медно-порфировые месторождения Коныpат и Коксай.

Медно-молибденовое оруденение имеет прожилково-вкрапленный характер. Рудные минералы представлены в основном халькопиритом, пиритом, реже борнитом и молибденитом. Еще реже встречаются магнетит, пирротин, сфалерит и галенит. На месторождении развита незначительная зона окисления до глубины 15-20 м от поверхности. Рудными минералами в этой зоне являются малахит, хризоколла, гематит и лимонит .

Региональная геодинамическая позиция месторождения, входящего в состав Актогайского рудного поля, определяется приуроченностью к фронтальной области верхнепалеозойского краевого вулкано-плутонического пояса, в пределах которой расположены также медно-порфировые месторождения Коныpат, Коксай и Саякская группа скарновых золото-молибденово-медных месторождений.

Актогайское рудное поле включает крупные медно-порфировые месторождения Актогай и Айдарлы, мелкое месторождение Кызылкия и два слепых плохо изученных рудных штокверка. Расположено в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области, в 22 км к востоку от станции Актогай [2].

Рудное поле приурочено к Колдарской гранитоидной интрузии, прорывающей вулканиты керегетасской свиты среднего-верхнего карбона и перекрытой вулканогенно-осадочными породами колдарской свиты верхнего карбона нижней перми. Интрузия многофазная. Ранняя фаза представлена диоритами и габбро-диоритами, вторая основная фаза - равномернокристаллически-ми и порфировидными гранодиоритами и гранитами. Наиболее поздними являются штоки грано-диорит-порфиров, являющиеся центрами порфировых систем. Оруденение развивается в грано-диоритах, диоритах и ороговикованных породах керегетасской свиты [1].

Рудный штокверк месторождения Актогай представляет собой полузамкнутый толстостенный эллипс с безрудным ядром, вытянутый в субмеридиональном направлении на 2500 м при ширине 50-830 м. Оруденение выклинивается на глубине свыше 800 м. Центром штокверка служит шток гранодиорит-порфиров с фельзитовой и микропойкилитовой основной массой, вмещающий трубку брекчий на турмалинизированном цементе.

Выделено четыре стадии гидротермального процесса: щелочная (окварцевание, калишпатиза-дая, биотитизация, хлоритизация, пренитизация), кислотная (окварцевание, серицитизация, хлори-тизация и карбонатизация), бороалюмосиликатная (турмалинизация), поздняя щелочная (карбона-тизация, цеолитизация,

пренитизация, хлоритизация). Промышленная ценность месторождения обусловлена проявлением первых двух стадий. Две последние стадии существенной рудной нагрузки не несут.

Основное оруденение месторождения связано со щелочной стадией. Ее развитие определило форму и размер рудных тел. Метасоматиты стадии обладают четкой зональностью, которой подчинена рудная зональность. Внешняя зона представлена биотитизированными метасоматитами, местами с вторичным альбитом. Во внутренних зонах проявлены калишпатизация и окварцевание, интенсивность которых возрастает к центру метасоматической колонки. В том же направлении увеличивается густота и мощность кварц-калишпатовых прожилков, сливающихся в центре колонки практически в монокварцевое ядро. Оруденение приурочено к переходным зонам колонки, в которых биотитизированные породы замещаются кварцем и калиевым полевым шпатом. Халькопирит тесно связан с пренитом. За пределами пренитовых прожилков и гнезд халькопирит встречается редко. Здесь отмечается вкрапленность магнетита и пирита, которые обычно ассоциируют с темноцветными минералами. Менее четко связь с пренитом выражена для молибденита.

Во внешней и внутренней зонах метасоматитов, не несущих промышленного оруденения, отмечаются рассеянные прожилки и вкрапленность рудных минералов, представленных во внешней биотитовой зоне магнетитом и пиритом, а во внутренней калишпат-кварцевой - борнитом, реже халькопиритом и халькозином, связанными с пренитом и кварц-калишпатовыми прожилками. Таким образом, рудная и метасоматическая зональность щелочной стадии имеет одинаковую химическую направленность, заключающуюся в уменьшении содержания железа в рудных минералах и метасоматитах от периферии к центру месторождения.

Метасоматиты кислотной стадии слагают отдельные линзовидные тела по периферии единого изометричного массива метасоматитов щелочной стадии и образуют прерывистую полосу северозападного простирания, пересекающую все зоны метасоматитов щелочной стадии в восточной части месторождения. Центры тел метасоматитов кислотной стадии сложены кварц-серицитовыми метасоматитами и обрамляются серицитизированными и хлоритизированными породами. Внешняя зона метасоматитов кислотной стадии представлена хлоритизированными и кальцитизирован-ными породами. Рудные минералы кварц-серицитовых метасоматитов представлены обильной вкрапленностью пирита, редким молибденитом, иногда сфалеритом и галенитом. Минералы меди в них редки. Но в зоне частичной серицитизации, где она развита в контуре рудных тел щелочной стадии, они обильны. Медь, выщелоченная в зонах максимальной серицитизации, отлагалась по их обрамлению, образуя здесь наиболее богатые медные руды.

Бороалюмосиликатная стадия выразилась в образовании брекчий на турмалинизированном цементе, в обломках которых присутствуют гидротермалиты щелочной и кислотной стадий, а содержание меди определяется количеством рудных обломков. Поздняя щелочная стадия привела к образованию эпидот-хлорит-пренитовых, карбонатных и цеолитовых безрудных гнезд и прожилков, секущих гидротермалиты всех предыдущих стадий. Изредка встречающиеся в них сульфиды реликтовые или переотложенные.

Содержание породообразующих элементов в метасоматитах и газово-жидких включениях однозначно указывает на движение рудообразующих растворов от центра к периферии метасоматической колонки. Состав газово-жидких включений центральной зоны близок составу исходных рудообразующих растворов, а периферической зоны - составу «отработанных» растворов. На всем протяжении метасоматического процесса в щелочную и кислотную стадию в порфировую систему привносились кремний, калий, медь и молибден и выносились натрий, кальций, свинец. Алюминий, железо, магний, цинк и кобальт, вынесенные из тыловых зон,, частично переотлагались в фронтальной зоне. Отложение кремния из раствора в тыловых зонах частично компенсировалось его выщелачиванием в фронтальной зоне. В систему привносилась сера.

Литература

1. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Составители: Х.А. Беспаев, Л.А. Мирошниченко. – Алматы, 2004. – С. 32-35.
2. Месторождения меди Казахстана. Справочник. Второе издание. – Алматы, 2014. – 190 с.
3. Медно-порфировые месторождения. Серия: Балхашский сегмент / Колесников В.В., Жуков Н.М., Солодилова В.В., Филимонова Л.Е. и др. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 200 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГЕНЕЗИСА СОЛЯНОЙ ТОЛЩИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИВЕНСКОЕ I (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.А. Бабенко

Научный руководитель доцент А.А. Бутенков

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, Россия

Месторождение калийно-магниевых солей Нивенское-1 (Калининградская область) расположено в Южной части Балтийской синеклизы – крупной тектонической структуры Восточно-Европейской платформы. В геологическом строении территории выделяются два крупных структурных этажа: архей-протерозойский кристаллический фундамент и фанерозойский платформенный чехол. Стратиграфически соляные отложения приурочены к прегольской свите верраского горизонта татарского яруса верхней перми и сформированы в регрессивную стадию развития структуры [2, 3, 4].

Формационно месторождение принадлежит к группе галогенных формаций внутриконтинентальных солеродных водоемов морского типа. В соленосной эвапоритовой толще главными минералами являются кизерит ($MgSO_4*H_2O$), каинит ($KCl* MgSO_4*3H_2O$), галит (NaCl), карналлит ($KCl* MgCl_2*6H_2O$) [2, 5].

В предыдущие годы на участке месторождения был пробурен ряд скважин – структурно-параметрических, оценочных, разведочных. В данной работе использованы результаты опробования по четырем скважинам, характеризующим соленосную толщу по юго-западному, а также северному и северо-восточному флангам.

По данным опробования скважин №№ 1, 2, 4 и 14 были построены графики изменчивости с глубиной содержаний NaCl, KCl, $CaSO_4$, $MgSO_4$. Эти графики наглядно иллюстрируют характер чередования слоёв соляной толщи, а также существующие взаимосвязи между распределением главных компонентов соляной толщи. По скважине № 1 (рис. 1), расположенной с юго-запада, полезная толща распространяется на меньшую глубину, чем по скважине № 2, полезные слои заканчиваются на глубине 1129,45 м. Распределение компонентов солей показывает тут относительную крупность слоёв (мощность слоёв с карналлитом достигает 2,75 м, галитовые прослои между ними – до 10,4 м).

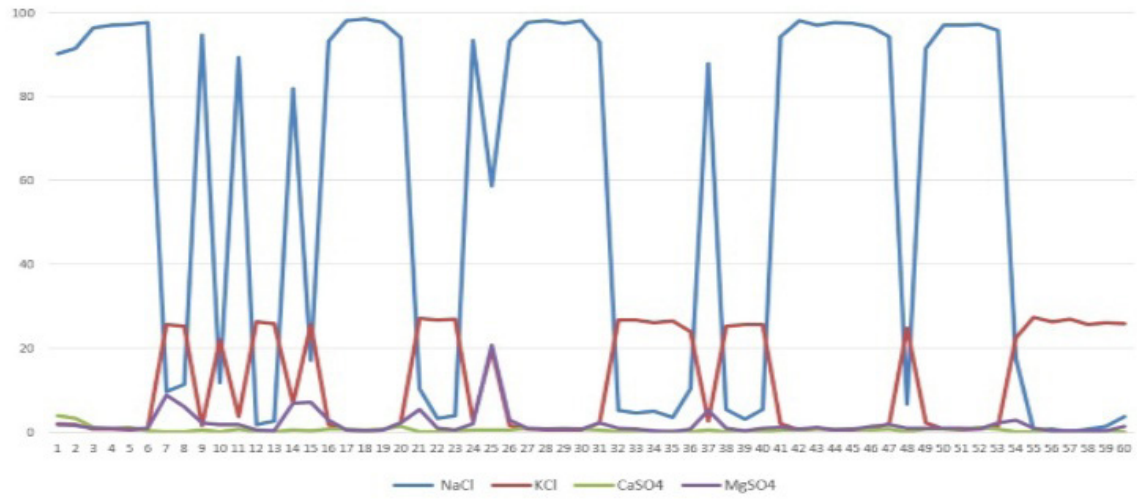


Рис. 1. Распределение компонентов соляной толщи по скважине № 1
По оси абсцисс отражена нумерация проб, по оси ординат – содержание компонентов (в вес. %)

По скважине № 2 (рис. 2) наблюдается более тонкое и сложное чередование прослоев – карналлитовые здесь достигают мощности 1,9 м (в основном же они тоньше 1 м). Галитовые слои тут достигают 4,8 и более метров мощности.

По скважине № 4, характеризующей север участка, отмечается отчётливое снижение содержаний карналлита и кизерита, особенно карналлита. Разрез приобретает всё более галитовый характер, при этом в нём возрастает количество гипсовых прослоев. Резкое возрастание гипса в соленосной толще – самое характерное отличие северной части месторождения. Разрез по скважине № 14 (восток участка) характеризуется рассеянным распределением карналлитовых и кизеритовых маломощных прослоев с относительно невысоким содержанием этих минералов, качественные показатели соляной толщи в этой части месторождения наихудшие.

Изменчивость характера разрезов соляных отложений в пределах месторождения показывает ухудшение качества сырья в северном и северо-восточном направлениях – характер распределения полезных прослоев становится более рассеянным, они более маломощные, с более низкими содержаниями карналлита и кизерита.

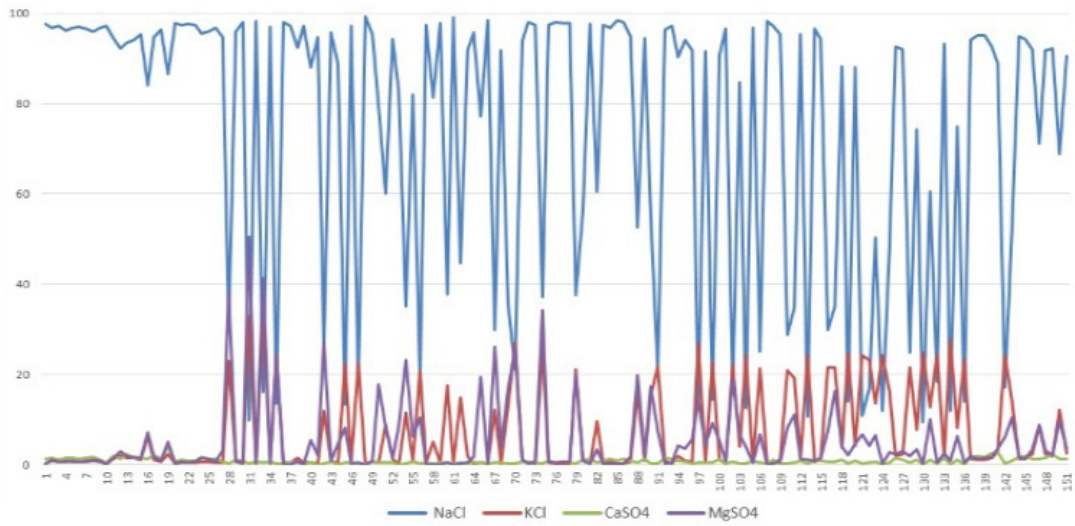


Рис. 2. Распределение компонентов соляной толщи по скважине № 2
По оси абсцисс отражена нумерация проб, по оси ординат – содержание компонентов (в вес. %)

Построенные графики показывают отчётливую противофазность распределения значений галита и карналлита – возрастание содержаний одного минерала сопровождается синхронным снижением содержаний другого (рис. 1). Для распределений кизерита закономерность практически такая же, но чуть менее ярко выраженная – зоны с повышенным его содержанием сопровождаются уменьшением количества галита. Ангидритовый компонент по скважинам №№ 1 и 2 присутствует в ничтожно малых количествах, его влияние на качество сырья незначительно и закономерности взаимоотношений с другими компонентами очень слабо выражены, хотя, как отмечено ранее, к северу по скважине № 4, количество ангидрита в разрезе возрастает.

Изучаемая эвапоритовая толща относится к морскому типу водоёмов – это был замкнутый бассейн, периодически получающий связь с морем. По химическому составу вод этот водоём относился к классу сульфатных (М.Г. Валяшко) [1]. Осаждение минералов из таких вод в ходе эвапоритизации подчиняется общей схеме стадийности, в ходе которой по мере нарастания насыщенности раствора (рапы) солями сначала выпадают в осадок карбонаты, затем сульфаты и в завершении хлориды. В нашей ситуации наблюдается толща, в которой отражены сульфатная и хлоридная стадии этого процесса. Но при этом не наблюдается закономерного налегания осадившихся ранее сульфатов и перекрывающих их хлоридов – мы видим, что чередование прослоев с хлоридным и сульфатным компонентами носит смешанный характер. Причём этот характер более сложный по разрезам скважин №№ 2, 4 и 14. По мере осаждения минеральной массы в процессе эвапоритизации солёность рапы нарастала неравномерно. Рост её концентрации носил прерывистый характер, он сменялся периодами снижения солености. Это можно объяснить возникающими периодами опреснения вод, связанного с возобновляющейся время от времени связью бассейна с открытым морем (что было обусловлено характером вертикальных тектонических движений), а также с периодическим весенним таяньем и перемещениями водных масс в пределах бассейна. Также следует учесть, что главный сульфатный минерал – кизерит – относится к числу минеральных видов, кристаллизующихся не сразу в процессе упаривания рапы, а постепенно, переходя в условиях медленной кристаллизации из более ранней, метастабильной формы, в окончательную стабильную форму кизерита, что также способствовало осложнению характера разреза соленосной толщи.

Литература

1. Байков А.А., Седлецкий В.И. Литогенез (мобилизация, перенос, седиментация, диагенез осадков). – Ростов-на-Дону, Изд-во СКНЦ ВШ, 1997. – 448 с.
2. Вишняков А.К. Изучение вещественного состава, технико-технологических свойств калийных соленосных пород и физико-технических прочностных свойств литологических разностей верхнепермских отложений первого и второго Нивенских участков Калининградско-Гданьского соленосного бассейна. ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», Казань, 2013.
3. Гидрогеология СССР. Том XLV. Калининградская область. – М.: «Недра», 1970. – 158 с.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации (масштаб 1:1 000 000 (третье поколение) серия Центрально-Европейская Лист N-(34) - Калининград) Объяснительная записка. Санкт-Петербург, Картографическая фабрика ВСЕГЕИ-2011.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Соли. – М., ФГУ ГКЗ, 2007. – 47 с.

РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАНИИ ЗОЛОТА УГЛЯМИ НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е. В. Верхотурова
Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

В настоящее время нет отчетливых представлений о роли геологических процессов в накоплении золота угольными пластами, о формах его нахождения и механизмах концентрации.

Концентрация золота углями происходила поэтапно и циклично в результате следующих процессов: 1) прижизненной концентрации золота определенными видами растений, входящих в углефицированную массу; 2) сорбции золота из вулканогенных гидротерм торфяной и буроугольной массой на стадии углеобразования; 3) инфильтрации золота из близлежащих рудопроявлений и фильтрационном накоплении его на геохимических угольных барьерах; 4) бактериальном накоплении золота в углях.

1. Прижизненная концентрация золота присуща практически всем растениям, но особенно ярко протекает среди золотофильных представителей флоры. К ним относятся желтушник седеющий, люцерна посевная, различные виды полыни, зайцегуб опьяняющий, хвощ полевой, кора дуба, береза бородавчатая, овсяница красная, кукуруза обыкновенная (содержание золота – 60 г/т золы), фацелия шелковая, виды жимолости. В ячмене и льне золото выявляется только в корнях в количестве 14…22 мкг/кг сухой массы. В шишках ели и сосны концентрация золота достигает 50 г/т [3].

Водоросли способны накапливать золото в количестве более 10 мг/кг сухой массы. При этом они могут превращать растворимое золото в металлическую форму, образуя на поверхности «золотой панцирь».

Экспериментальные исследования на Соловьевском золото-платиновом россыпном месторождении (АмурНИИ ДВО РАН) показали, что в пределах рудника клевер и лапчатка хорошо аккумулируют золото, скерда – осмий, в зверобое, клевере и одуванчике накапливается рутений. В лесах, произрастающих над рудными телами, формируются биогеохимические аномалии, отмершая растительная масса в которых содержит «ураганное» количество драгметаллов (в трухе гнилых пней обнаружено самородное золото (200 мг/т), соли серебра (до 3 кг/т) и платины (5 г/т)).

Угольные месторождения Забайкальского региона базируются на отложениях тургинской, кутинской свит и их корреляционных аналогах. Палеонтологические флористические остатки, слагающие угольные массы этих образований представлены ископаемыми хвощами, папоротниками, хвойными, березой и др., являющихся фактически предковыми формами нынешних золотофильных растений.

Одним из наиболее важных факторов угленакопления является фактор синхронного вулканизма. Эпохи вулканизма и углеобразования в истории Земли закономерно чередуются. Вулканизм создает благоприятные биогенные и абиогенные условия для последующего накопления и консервирования растительной массы. В разрезах осадочных пород забайкальских угленосных бассейнов образования угольных пачек чередуются с пластами, сложенными вулканическим пеплом.

Периодические выбросы пеплов при вулканических извержениях, циркуляция по разломам гидротерм и подземных вод, обогащенных микроэлементами, стимулировали рост растений, их местный гигантизм, а также способствовали накоплению золота в растительных клетках.

2. Эндогенная активность в виде вулканических жерловых фаций, формирования туфов и туфогенно-осадочных прослоев наблюдается во многих угленосных впадинах Забайкальского региона, начиная со среднеюрского времени и заканчивая позднемеловым. Пространственная приуроченность магматических образований связана с зонами глубинных и региональных разломов. Среди торфяных и буроугольных отложений происходила сорбция золота из вулканогенных гидротерм. Именно углистые прослои являлись биосорбентами и концентраторами поступающего с флюидами золота.

3. Процессы миграции (инфильтрации) и концентрирования золота подземными водами формировались на торфяной (буроугольной) стадии углеобразования при диагенезе органического вещества. Органическое вещество торфа выступало в качестве геохимического барьера. Гуминовые кислоты сорбировали ионы золота, предположительно образуя органо-металлические формы [2].

Сотрудниками Института геологии и природопользования ДВО РАН Н.Г. Куимовой, Л.М. Павловой, А.П. Сорокиным и др. были произведены исследования, показавшие, что основным концентратором и носителем золота в торфяной залежи являются гуминовые кислоты, накапливающие до 70 % от его общего содержания. Максимальное количество металла содержится в средней части торфяной залежи в виде органо-металлических комплексов или наночастиц золота [5,6].

4. Многочисленные виды бактерий также концентрируют золото. На сегодняшний день они обнаружены не только в почве и коренных породах, но и в торфянниках и в воде. Одни бактерии осаждают золото из раствора и накапливают его в виде наночастиц внутри клетки, другие образуют вторичные отложения золота за пределами клетки. По мере роста бактерии вокруг нее образуются «очаги» золота. Примерно через год интенсивность концентрирования снижается и бактерии разрушаются обычными микроорганизмами, оставляя после себя частички нанозолота [4].

В ИГИМ проводились эксперименты по бактериальному выщелачиванию золота из руд различных месторождений. Изучен состав рудничных вод и пород с целью получения культур, способных интенсифицировать процесс выщелачивания золота. В результате установлены следующие микроорганизмы: Bacillus, Bacterium,

Chromobacterium, Pseudomonas, Micrococcus, Sarcina, Thiobacillus [1]. Показано, что в присутствии продуктов метаболизма бактерий выщелачивание протекает быстрее в 2…4 раза.

Таким образом, задачи изучения благородных металлов в углях Забайкалья сводятся к следующему: 1) проведение ревизионно-опробовательских работ на угольных месторождениях края для выявление закономерностей размещения благородных металлов; 2) проведение исследований, направленных на выяснение форм нахождения благородных металлов в углях, их связей с органической и минеральной составляющими, зольностью для решения генетических и технологических вопросов; 3) проведение технологических испытаний по извлечению золота из углей на территории региона.

Литература

1. Амосов Р.А. Золотые микрофоссилии / Р.А. Амосов, С.Л. Васин. // Руды и металлы. – 1993. – № 3. – С. 101–107.
2. Арбузов С.И. Аномальные концентрации золота в бурых углях и торфах юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Известия томского полит. ун-та. – 2004. – Т. 307. – № 7. – С. 25–30.
3. Бабичка И. Золото в организмах. Геохимические методы поиска рудных месторождений. -Коробушкина Е.Д. Взаимодействие золота с бактериями и образование «нового» золота / Е.Д. Коробушкина, И.М. Коробушкин. // Докл. АН СССР. – 1986. – Т. 287. – № 4. – С. 978–980.
4. Куимова Н.Г. Аккумуляция и кристаллизация золота микроорганизмами, выделенными из рудных и россыпных месторождений / Н.Г. Куимова. – Владивосток: Дальнаука, 2004.
5. Куимова Н.Г. Биогенная минерализация золота в природе и эксперименте. / Н.Г. Куимова, В.Г. Моисеенко. Литосфера. – 2006. – № 3. – С. 83–95.

ИЗУЧЕНИЕ ФРАМБОИДОВ ПИРИТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ООЛИТОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Галиханов, М.Д. Стеблецов
Научный руководитель: доцент, к.г.-м.н. М.А. Рудмин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Фрамбоиды пирита – это сферические, глобулярные агрегаты, которые образуются за счет скоплений микрокристаллов пирита. Фрамбоиды часто встречаются в осадочных толщах и образуются в восстановительной обстановке, вследствие сульфат-редукции. На основе теории распределения размеров кристаллов [1] многими исследованиями было доказано, что фрамбоиды пирита, которые формируются в водной толще анаэробных бассейнов имеют в среднем меньшие размеры и вариации, относительно фрамбоидов, образующихся в осадке. Изучение морфологии и распределения размеров осадочного пирита позволяет выявить полезную информацию об условиях среды осадкообразования в древних бассейнах. Целью данных исследований является реконструкция окислительно-восстановительных условий осадкообразования эпиконтинентального палеобассейна в юго-восточной части Западной Сибири на примере Бакчарского месторождения.

Формирование железосодержащих пород Бакчарского месторождения занимает промежуток продолжительностью около 40 млн лет от сеномана до эоцена [2]. Рудовмещающая толща представлена типичными осадочными породами прибрежно-морских фаций: серые глины, алевролиты, песчаники, пески, гравелиты и оолитовые железные руды [3]. Скопления железных руд образуют горизонты среди отложений ипатовской, славгородской, ганькинской и люлинворской свит. Ипатовская свита включает в себя турон-коньякские алевролиты и песчаники, обогащенные органикой. В кровле свиты залегают оолитовые руды нарымского горизонта. Сантон-нижнекампанские алевролиты и глауконитовые песчаники образуют славгородскую свиту. Ганькинская свита включает в себя нижнекампан-маастрихсткие алевролиты с глауконитом, глауконититы и песчаники с глауконитом. Среди славгородской и ганькинской свит залегают ооидовые лептохлоритовые руды колпашевского горизонта. Люлинворская свита палеоцен-эоценового возрастает характеризуется в своей нижней части песчаниками и оолитовыми рудами бакчарского горизонта, которые в верхней части свиты перекрываются параллельно слоистыми, темно-серыми эоценовыми глинами.

Методика исследований заключалась в детальном исследовании фрамбоидов пирита на петрографическом и сканирующем электронном микроскопе в сопровождении со статистическими расчетами морфологических параметров агрегатов (диаметр агрегатов, относительное количество агрегатов и микрокристаллов в них, диаметр микрокристаллов).

В разрезе Бакчарского месторождения пирит образуется в форме фрамбоидов и, реже, в виде идиоморфных кристаллов. Среди первых выделяются следующие разновидности: нормальные, массивные, полигональные и кольцевые фрамбоиды, макро-, мегафрамбоиды.

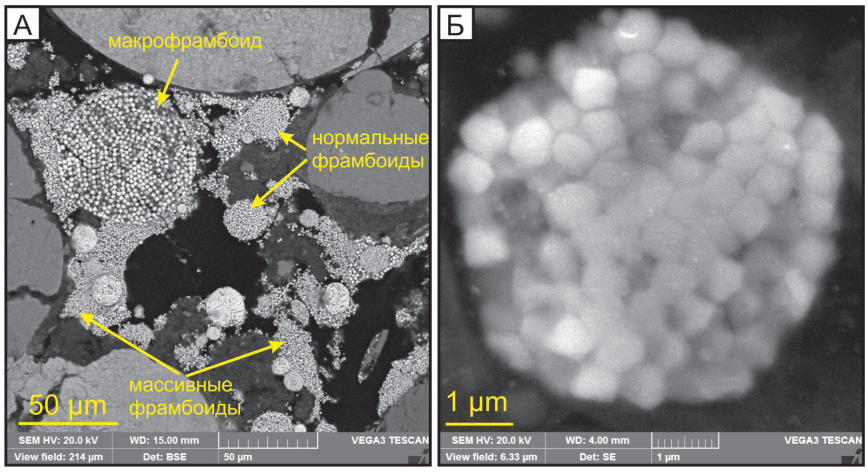


Рис.1. Морфологические разновидности фрамбоидов пирита: а) макрофрамбоид и нормальные фрамбоиды среди массивных фрамбоидов пирита; б) полигональный фрамбоид

К нормальным фрамбоидам [4] относятся изометричные сферические агрегаты диаметром 20-30 мкм (рис. 1-А). Макрофрамбоиды пирита имеют изометричную сферическую форму диаметром до 60 мкм (рис. 1-А), мегафрамбоиды – диаметр более 60 мкм. Массивные фрамбоиды, как правило, имеют неправильную форму и представляют собой скопления микрокристаллов пирита разнообразных размеров (рис. 1-А). К полигональным фрамбоидам (рис. 1-Б) относятся плотно упакованные микрокристаллы, в частых случаях имеющие полигональную форму агрегатов с размером 5-6 мкм. Кольцевые фрамбоиды [5] встречаются довольно редко и имеют вид обычных фрамбоидов с различными очертаниями и отличительным внешним кольцом (или внешней зоной) вытянутых кристаллов. Размер фрамбоидов варьирует от нескольких до 20 мкм. Могут встречаться также скопления нескольких (2-5) индивидов кристаллов идиоморфного пирита, который внутренне бесструктурны. Под бесструктурным внутренним строением понимается отсутствие в составе других микрокристаллов.

Согласно концепции Z. Sawlowicz [5] в осадочном процессе идиоморфные кристаллы пирита образуются за счет трансформации (эволюции) фрамбоидов. В породах Бакчарского месторождения прослеживаются различные морфологические формы фрамбоидов пирита (рис. 1), которые, по мнению авторов, представляют собой промежуточные этапы трансформации в сферические или идиоморфные кристаллы как это видно по очертаниям фрамбоидов выполнения (рис. 1-Б). Основной механизм трансформации фрамбоидов в изучаемых отложениях заключается в уплотнении, постепенном заполнении межкристаллического пространства железистым гелем на фоне непрерывного роста микрокристаллов. За счет этого наблюдаются как плотно упакованные фрамбоиды с полигональными очертаниями (рис. 1-Б), так и массивные агрегаты разобщенных и хаотично расположенных микрокристаллов (рис. 1-А). Полученные данные несут информацию о механизме формирования крупных идиоморфных кристаллов пирит в юрских отложениях Западной Сибири. Обогащение туронских, ранних коньякских песчаников и сантонских алевролитов органикой и, как следствие, пиритом связано с сульфидной восстановительной обстановкой, где преобладала деятельность сульфат-редуцирующих бактерий. Разнообразность морфологий пирита в ооидовых лептохлоритовых рудах и глауконитовых породах в маастрихт-датских отложениях, вероятно, связана с продолжительным и изменяющимся режимом сульфат редукции как следствие колебаний уровня кислорода. Массивные фрамбоиды и единичные кристаллы формировались в первую очередь в субкислородных условиях из-за недостатка сульфат-иона [5]. Макрофрамбоиды формировались в условиях длительного пребывания на границе кислородной-безкислородной среды [4]. Однако, формирование обильного количества позволяет судить об направленном процессе сульфидообразования. Формирование массивных фрамбоидов в виде линейновытянутых агрегатов может быть связано с полным замещением остатков водорослевой флоры. Полигональные фрамбоиды являются результатом диагенетического преобразования в аноксических условиях вплоть до образования идиоморфного кристалла.

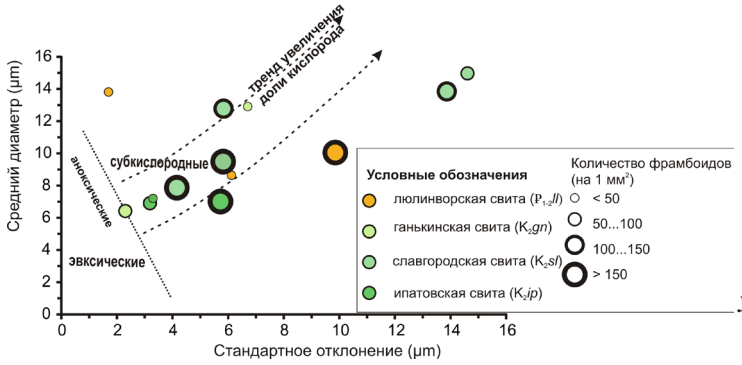


Рис.2. Отношение среднего значения к стандартному отклонению диаметров фрамбоидов пирита. Пунктирная граница между аноксическими и субкислородными условиями приведена по современным отложениям из [1].

Опираясь на исследования в современных осадочных отложениях установлено, что размеры фрамбоидов пирита контролируются физико-химическими условиями морского бассейна [1,4]. Распределение размеров фрамбоидов пирита в разрезе изучаемых толщ (рис. 2) показывает колебательный характер изменения среды осадкообразования в пределах Бакчарского месторождения. Формирование мелких фрамбоидов пирита со средними размерами от 6,4 до 7,2 мкм контролируется промежутками кислородного дефицита (близкого к аноксии) в начальные этапы накопления осадков ипатовской, славгородской и ганькинской свит, что отвечает раннему коньякскому, раннему сантонскому и позднему кампанскому векам, соответственно. Относительно крупные фрамбоиды со средним размером до 15 мкм образовывались в периоды кислородной турбации осадков, что соответствует толщам ооидовых лептохлоритовых железных руд (колпашевский горизонт) славгородской и ганькинской свит, а именно поздему сантонскому и маастрихтскому этапам. В периоды формирования гидрогетитовых оолитовых руд (нарымский и бакчарский горизониты) аэробные условия были не благоприятными для формирования пирита.

Полученные данные свидетельствуют о неоднократном изменении физико-химических условий осадкообразования в сеноман-эоценовое время в пределах Бакчарского месторождения. Закономерности распределения фрамбоидов пирита в нижележащих толщах являются предпосылками для обнаружения оолитовых железных руд в надстилающих отложениях как результат смены среды осадкообразования от анаэробной к аэробной.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта 16-45-700090.

Литература

1. Wilkin R.T., Barnes H.L., Brantley S.L. The size distribution of framboidal pyrite in modern sediments: An indicator of redox conditions // Geochim. Cosmochim. Acta. 1996. Vol. 60, № 20. P. 3897–3912.
2. Западно-Сибирский железорудный бассейн. Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. 448 с.
3. Rudmin M., Mazurov A., Ruban A. Facies and sedimentation model of iron-ore sequence in Bakchar deposit // IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 2015. Vol. 24. P. 12028.
4. Wei H. et al. Episodic euxinia in the Changhsingian (late Permian) of South China: Evidence from framboidal pyrite and geochemical data // Sediment. Geol. 2015. Vol. 319. P. 78–97.
5. Sawlowicz Z. Pyrite framboids and their development: a new conceptual mechanism // Geol. Rundschau. 1993. Vol. 82, № 1. P. 148–156.

ОСОБЕННОСТИ ТИПОВ РУД КУМДЫКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

Н.К. Доскали, Е.А. Уралбаев
Научный руководитель ассоциированный профессор кафедры ГСПиРМПИ, кандидат геолого-минералогических наук А. А. Жунусов
Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Кумдыкольское месторождение расположено в северо-восточном крыле Ерейментау-Ниязского антиклинория. Рудовмещающая кварцитовая толща переслаивается с аргиллитами и содержат небольшие линзы доломитизированных известняков и эффузивов базальтового состава. Кварциты акдымской серий нижнего ордовика[1] прорваны гранитоидами Большого Койтасского массива (P_2-T_1), в результате преобразованы с формированием ороговикованных кварцитов, амфиболовых пород и гранат – пироксеновых скарнов.

На месторождении руды отмечены в виде сближенных пласто- и линзообразных тел, залегающих согласно с вмещающими их терригенно-кремнистыми образованиями. Простирание их субмеридиональное, северо-восточное, которое дугообразно окаймляет интрузивное тело. Падение на восток, юго-восток по углами 30-80^0. В плане они представляют собой платообразные тела с многочисленными раздувами и пережимами. В некоторых местах рудные залежи имеют вид штокверков. Протяженность их от первых десятков метров до 1300м, при ширине до 150м. На глубину руды прослежены до 500м.

Железные руды Кумдыкольского месторождения разнообразны по минеральному составу и текстурно-структурным особенностям. Выделены массивные, пятнистые, слоистые, брекчиевидные и конкреционные руды, где резко преобладают первые две. По минеральному составу они делятся на гематитовые, магнетитовые и пирротиновые.

Преобладающими их минеральными типами являются кварц-гематит-магнетитовые, кварц-магнетит-гематитовые и амфибол-гранат-магнетитовые. Отмечены линзы массивных гематит-магнетитовых и магнетит-гематитовых руд без примесей кварца. В рудах в том или ином количестве отмечаются карбонаты, биотит, хлорит, флюорит, а также сульфиды – пирит халькопирит.

Содержания железа колеблются от 15 до 58 %, в среднем 23,78, марганца от долей процента до 23%, в среднем 4,07%.

По данным анализов и минералогическому составу железисто-марганцево-кремнистые породы можно подразделять на марганцевые, железомарганцевые и марганецсодержащие, которые имеют весьма неравномерные распространения и разнообразий вещественный состав.

Характерными особенностями для марганцевых и железомарганцевых руд Кумдыколя являются

брекчиевидная, прожилковая и полосчатая текстура, обусловленная перераспределением рудного вещества при контактовом метаморфизме. Руды довольно плотные, часто встречаются неравномерно-полосчатые. Среди них выделяются микро-, грубо- и неяснополосчатые разности. Прожилковые руды с хорошо выраженной зернистостью, мелко- и среднезернистые.

Марганцевые и железо-марганцевые руды в зависимости от минерального состава рудных «прослойков» подразделяются спессартин-пирокомагнитовые, спессартин - родонитовые, грюнерит-хлорит-спессартиновые с включениями бустамита, якобсита, родохрозита, тефрита, а также минералов железа – гематита и магнетита. Рудные прослойки содержащие MnO 20% имеют различные мощности от нескольких мм до 3-7см. Окраска их в прожилках бледно-розовая, розовая, а в сложной массе темно-коричневая, черная.

Сульфиды меди на месторождений образуют маломощные (до 1,0м) тела или неравномерно рассеянные вкрапленности среди марганцево-железных руд и различной степени замененных кварцитов. Содержание меди достигает до 2%.

Минералами сульфидов являются пирротин, халькопирит и пирит. Отличительная для Кумдыкольского месторождения является присутствие в довольно значительном количество силиката марганца пироксмангита, который раньше принимался за родонит[2].

Таким образом, руды Кумдыкольского месторождения являются комплексными. Наряду с железом выявлены промышленно интересные содержания марганца и меди. В рудовмещающей толще также отмечено повышенное содержание цинка.

Близкое с Кумдыкольским геологическое строением тип оруденения имеет Тенгизское рудопроявление, также локализованное в кремнистых образованиях акдымской серии на контакте с пермским граносиенитовым массивом. А рудопроявления Горелое, Узыншилик, Кызылагаш приурочены к восточному экзоконтакту Большого Койтасского массива среди вулканитов ерейментауской серии. В нижнедевонских терригенне-вулканогенных образованиях выявлена рудная точка Южная. Все они составляют Ерейментаускую железорудную зону с характерным марганцево-железорудным типом оруденения и отнесены к марганцово- железисто-кремнистой формации [3]

Литература

1. Борукаев Р. А. Допалеозой и нижний палеозой северо-востока Центрального Казахстана (Сары Арка). - М.: Госгеолтехиздат, 1955
2. Жунусов А. А. «Маргенцово-железисто-кремнистая формация Казахстана». Труд Всесоюз. : Совещания Львов, 1986
3. Жунусов А.А., Панкратова Н. Л., Полякова Т.П., Тасов Б.М. Пироксомангит из Кумдыкольского Месторождения (Ерейментау-Ниязский антиклинорий)., Изв. АН КазССР, серия геол. №1. 1987

ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕНОСНОСТИ В РАЗРЕЗЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО (ЧЕЧЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

А.В. Доценко
Научный руководитель доцент А.А. Бутенков
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, Россия

Месторождение Минеральное расположено в пределах Грозненского и Наурского районов Чеченской Республики. Оно приурочено к Терско-Каспийской нефтегазоносной области Терско-Сунженского нефтегазоносного района. В структурно-тектоническом отношении месторождение входит в состав Терско-Сунженской тектонической зоны. В строении Терско-Сунженского нефтегазоносного района принимают участие отложения юры, мела, неогена и палеогена, залегающие на палеозойском складчатом фундаменте, а местами на слабо метаморфизованных породах триаса. Породы кайнозоя представлены мощной терригенной толщей. Мощность меловых отложений составляет 1000-2400 м, юрских – 3650 м [1, 2, 4].

Залежи нефти и газа в разрезе Терско-Сунженского нефтегазоносного района выявлены в большом стратиграфическом диапазоне – от сарматских до пермских отложений. На месторождении Минеральном к настоящему времени установлена нефтеносность верхнемеловых отложений, коллекторами являются трещиноватые известняки. Структура, к которой приурочено месторождение Минеральное, входит в состав Терско-Сунженской тектонической зоны, включающей ряд антиклинальных и синклинальных складок, объединяемых в хорошо выраженные тектонические линии, ориентированные в кавказском направлении [1, 2, 4].

В данной работе использовались результаты опробования по трём скважинам, пробуренным в пределах месторождения. Использовались значения следующих параметров, характеризующих коллекторские свойства пород и их нефтенасыщенность [3, 5]: удельное сопротивление пород; относительное сопротивление пород; коэффициенты общей пористости, блоковой пористости, вторичной пористости, а также значения тех же коэффициентов, взвешенных на длину интервала опробования. Представляет большой интерес выяснение особенностей распределения значений этих параметров, их взаимосвязей, их геологической обусловленности.

С помощью программы Microsoft Excel были построены графики распределения значений перечисленных параметров нефтеносности, а также рассчитана матрица корреляции Пирсона (см. табл.), с использованием данных по 139 пробам. Затем был изучен характер изменчивости каждого параметра с глубиной, а также исследованы их взаимосвязи путём визуального сопоставления графиков, а также изучения корреляционной матрицы. При этом были отмечены следующие закономерности.

Распределение значений коэффициента общей пористости наивысшую положительную связь с коэффициентом вторичной пористости (коэффициент корреляции 0.88) и несколько менее положительную – со значением коэффициента блоковой пористости. (коэффициент корреляции 0.74). Это объясняется тем, что наибольшая эффективность пористости, а, следовательно, и проницаемость коллектора, обеспечиваются в основном общим количеством каверн и полостей растворения, возникающих в результате частичного растворения и выщелачивания породы при прохождении сквозь неё флюидных агентов. Как известно, известняки характеризуются высокой степенью растворимости. Блоковая пористость, т.е. пористость межзернового пространства известняков, не зависящая от каверн, полостей выщелачивания и трещин, имеет меньшее значения для общей пористости, в связи с тем, что вещество известняков изучаемого месторождения, располагающееся между трещинами и кавернами, является достаточно плотным.

Так же интересно распределения значения различных коэффициентов пористости, взвешенных на длину интервала опробования. В данном случае отмечена несколько иная закономерность. Тут со значениями общей пористости имеют очень сильную положительную связь и вторичная, и блоковая пористость, но сила связи общей и блоковой несколько выше, чем общей и вторичной. Это можно объяснить неравномерностью распределения каверн и полостей выщелачивания пористости по интервалу опробования. Также можно сделать предположение о высоком влиянии на общую пористость значений трещиноватости, но в нашем случае информация о значениях показателя трещиноватости отсутствует.

Обращают внимание так же взаимосвязи различных коэффициентов пористости со значениями сопротивления пород (удельного, относительного). Как известно высокие значения сопротивления соответствуют интервалам с наибольшей нефтенасыщенностью, т.к. углеводородное вещество обладает высокими диэлектрическими свойствами. Следовательно, интервалы, характеризующиеся высоким сопротивлением, можно интерпретировать как наиболее нефтенасыщенные.

Изучение графиков распределения значений сопротивления и коэффициентов пористости, а также корреляционной матрицы показали, что сопротивление пород практически со всеми коэффициентами пористости имеют отрицательную связь (коэффициенты корреляции колеблются от -0.28 до -0.53). Это можно объяснить тем обстоятельством, что нефтенасыщенность коллектора неравномерна, т.е. углеводороды присутствуют не во всех порах и полостях выщелачивания, а также тем фактом, что значительная часть коллекторских свойств изучаемых известняков обусловлена трещиноватостью, количественные значения которой в данной работе не изучались.

Таблица

Корреляционная матрица Пирсона для значений параметров нефтеносности месторождения Минерального

	Удельное сопротивление пород, Ом	Относительное сопротивление пород, Ом	Коэффициент общей пористости, %	Коэффициент блоковой пористости, %	Коэффициент вторичной пористости, %	Коэффициент общей пористости, взвешенной на длину интервала	Коэффициент блоковой пористости, взвешенной на длину интервала	Коэффициент вторичной пористости, взвешенной на длину интервала
Удельное сопротивление пород, Ом	1	0,998968	-0,50539	-0,53012	-0,28085	-0,32008	-0,31972	-0,32268
Относительное сопротивление пород, Ом		1	-0,508	-0,52876	-0,28642	-0,32189	-0,32103	-0,32563
Коэффициент общей пористости, %			1	0,744217	0,87633	0,386321	0,266426	0,566914
Коэффициент блоковой пористости, %				1	0,42839	0,308089	0,309268	0,321293
Коэффициент вторичной пористости, %					1	0,30183	0,122194	0,602846
Коэффициент общей пористости, взвешенной на длину интервала						1	0,964501	0,885309
Коэффициент блоковой пористости, взвешенной на длину интервала							1	0,741401
Коэффициент вторичной пористости, взвешенной на длину интервала								1

Литература

1. Губкина А.Н., Греков И.И., Белуженко Е.В. и др. Легенда Государственной карты масштаба 1:200000 Скифской серии листов. Государственное предприятие «Центральная геологическая экспедиция» г. Ессентуки, 1998 г.
2. Дюнин В.И. Гидрогеодинамика глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов. – М: Научный мир, 2000. – 472 с.
3. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин. Справочник под редакцией В.М. Добрынина. М., Недра, 1988 г.
4. Шнурман Г.А., Итенберг С.С. Изучение сложных коллекторов Восточного Предкавказья по данным промысловой геофизики. Издательство Ростовского университета. 1979 г.
5. Чижов С.И., Майдебор В.Н Кривые относительных проницаемостей для трещиноватой среды. – М.: ВНИИОЭНГ, 1976 г.

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ФРОНТ БЕРЕНТАЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ЛЕВО-МЯКИТСКОГО РУДНОГО УЗЛА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Р.Н. Ивасенко
Научные руководители доцент Ю.В. Попов[1], ведущий геолог П.А. Шерстобитов[2]
[1]Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
[2]ООО «Золотодобывающая корпорация», г. Магадан, Россия

Рудопроявление Фронт Берентальского рудного поля входит в Лево-Мякитский рудно-россыпной узел Балагычанского рудного мегарайона Главного Колымского золотоносного пояса. В тектоническом отношении рудопроявление локализовано в западном окончании Мякит-Хурчанской антиклинали Буюдино-Балыгычанского поднятия Яно-Колымской складчатой области. Рудопроявление приурочено к южному экзоконтакту Берентальского штока позднеюрского возраста. Шток сложен среднезернистыми биотитовыми гранитами басугуньинского комплекса и прорывает раннетриасовые отложения алевро-песчаного состава. В южном и восточном направлении от штока отходят многочисленные тела гранит-порфиров и порфировидных гранитов, испытавшими метасоматоз кислой и позднещелочной фации.

В минерагеническом отношении рудопроявление относится к золото-редкометальной формации [1]. Рудные тела представлены силлами окварцованных грейзенизированных и березитизированных гранит-порфиров с кварцевым прожилкованием. [2]. И прожилки, и сами метаморфизованные силлы несут аресенопирит-пирит-галенитовую минерализацию, помимо того в прожилках, отмечаются сфалерит, висмутин, теллуриды висмута и пирротин. Мощность рудных тел (минерализованных зон в силлах) не превышает 10 м, мощность самих силлов достигает 40 м.

В ходе поисковых работ на золото в рамках на рудопроявлении Фронт было проведено комплексное изучение ВОР и ПОР рассеяния с привлечение математико-статистической обработки результатов геохимических работ. Математико-статистическая обработка результатов включала в себя кластерный, корреляционный, факторный анализ данных. В рамках исследования целью выявления форм нахождения золота в рудах вещественный состав методами волнового и дисперсионного зондирования, растровой микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа.

По результатам исследования вторичных ореолов рассеяния проявления Фронт [3] выявлены две потенциально золоторудные геохимические ассоциации. Первая из них имеет выраженный редкометальный облик: $As_{12,07}$, $Bi_{3,58}$, $Pb_{3,36}$, $Sn_{3,00}$, $Ag_{1,71}$, $W_{1,46}$, $Au_{1,08}$ (в индексах указаны средние содержания элементов по отношению к медианному содержанию элемента в пределах рудного узла). Приурочены пробы этой ассоциации к областям развития зон березитизации и грейзенизации силлов гранит-порфиров. Вторая ассоциация в свою очередь имеет золото-редкометальный ряд привноса типа $As_{14,90}$, $Au_{3,49}$, $Bi_{2,60}$, $B_{2,56}$, $Cu_{2,56}$, $Ag_{2,48}$, $W_{2,29}$, $Sn_{2,12}$,.$Zn_{1,45}$ и локализована главным образом в пределах осевой части рудопроявления (разлом руч. Фронт).

Схожие тенденции получены в результате изучения первичных ореолов рассеяния проявления Фронт [4], согласно которым также выделены две золоторудные ассоциации. Первая ассоциация характеризуется геохимическим рядом привноса типа $As_{53,4}$, $Au_{7,4}$, $Sn_{3,7}$, $Bi_{3,1}$, $W_{2,7}$, $Pb_{2,4}$, (в индексах указаны средние содержания элементов по отношению к медианному содержанию элемента в пределах рудного узла). По характеру корреляционных связей в ассоциации золото образует уверенную пару с только висмутом. Золото-редкометальная ассоциация пространственно (и генетически?) связанна с телами березитизированных и грейзенизированых гранит-порфиров второй фазы внедрения. Вторая ассоциация схожую природу, однако более контрастная, и имеет ряд привноса типа $Au_{3458,3}$, $As_{350,2}$, $Bi_{114,9}$, $Zn_{60,4}$, $Cd_{29,6}$, $Ag_{11,6}$, $Pb_{6,1}$, $Sn_{4,8}$, $W_{3,7}$. Причем золото, мышьяк, висмут и цинк уверенную корреляционную группу. Локализована ассоциация исключительно в зоне влияния разлома руч. Фронт (осевая часть рудопроявления). Таким образом, в ПОР проявления Фронт отмечаются две ассоциации, золото-редкометальной и золото-висмут-цинковой природы. Золото-висмутовая ассоциация приурочена к березитизированным телам гранит-порфиров, не несущим промышенно значимых концентараций золота. Сами рудные тела проявления Фронт характеризуются ассоциацией золото-висмут-цинковой природы.

Результаты статистической обработки и интерпретации геохимических данных во многом подтверждаются результатами изучения вещественного состава руд проявления Фронт. Так, по результатам оптического изучения аншлифов была установлена устойчивая ассоциация золото-теллуриды висмута-пирротин. Золото отмечается в виде вкрапленников в висмутине и теллуридах висмута совместно с пирротином. Сам этот минеральный агрегат находится в виде вкраплеников в арсенопирите в сульфидно-кварцевых прожилках. Золото чаще представлено кристаллическими сростками и гемиидиоморфными разностями с ямчато-ячеистой поверхностью, с острыми краями и тонкими выступами.

Тесную связь золота с элементами редкометального ряда подтверждают и результаты микрорентгеноспектрального анализа золотин из рудных протолочек. В последних отмечаются микропримеси Bi (0,1…0,3 %), Sn (до 0,12 %), As (до 1,67 %) W (до 0,08 %), Te (до 0,12 %) и Hg (до 0,43 %).

В то же время в ходе изучения полированных шлифов методами волнового и дисперсионного зондирования и растровой микроскопии было выявлено, что помимо золотин, ассоциирующихся по результатам оптического изучения с теллуридами висмута присутствует еще одна форма золота, находящаяся в виде свободных вкрапленников в арсенопирите в сульфидно-кварцевых прожилках. Состав микропримесей золотин этого типа в корне различна и ограничивается лишь висмутом (до 0,2 %) и мышьяком (до 0,15 %). Помимо золота

в арсенопирите присутствуют изолированные агрегаты висмутина и леллингита (?). Висмутин в свою очередь имеет микропримеси цинка (до 0,4 %), и мышьяка (до 0,5 %).

Стоит отметить, что макроскопически оба вида золотосодержащих прожилков не различаются. Однако различны места их отбора: прожилки с теллуридами висмута отобраны непосредственно в области тектонической проработки разлома руч. Фронт (около 20 м мощностью), имеющей максимальные содержания золота по результатам пробирного анализа (до 83,2 г/т). Прожилки с висмутином отбирались с фланговых частей рудопроявления, максимальное содержание золота в которых не превышает первые граммы на тонну. Фланговые части рудопроявления тектонически не проработаны, но имеют схожую с осевой зоной степень прожилкования, и состав сульфидов в прожилках, идентичен и характер метасоматических преобразований гранит порфиров в обоих случаях.

По совокупности представленных результатов исследований предлагаются следующие выводы.

1. В пределах проявления Фронт развиты две геохимические ассоциации золота: золото-висмут-цинковая, тяготеющая к областям развития метасоматизированных гранит-порфиров и золото-редкометальная, пространственно связанная с разломом руч. Фронт.

2. Представленным геохимическим ассоциациям соответствуют минеральные ассоциации вида золото-висмутин-арсенопирит и золото-пирротин-теллуриды висмута.

3. Учитывая стадийность геологических процессов (внедрение силлов-метасоматоз-тектоническая проработка) можно сделать вывод о вторичности золото-теллуридной (золото-редкометальной) ассоциации по отношению к золото-висмутиновой.

Литература

1. Горячев Н.А., Гамянин Г.Н. Золото-висмутовые (золото-редкометалльные) месторождения Северо-Востока России: типы и перспективы промышленного освоения. Золоторудные месторождения востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2006. – С.50–62.
2. Горячев Н. А., Савва Н. Е., Егоров В. Н. Золото-редкометальное оруденение Малтан-Мякитско-Хурчанского междуречья. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003.
3. Ивасенко Р.Н., Шерстобитов П.А., Терновский В.А., Алевская Н.Л. Интерпретация результатов геохимического опробования вторичных ореолов рассеяния на участке Берентал Лево-Мякитского рудного узла // Чтения памяти академика К. В. Симакова: Материалы докладов Всероссийской научной конференции. 2015. – С. 53
4. Ивасенко Р.Н., Шерстобитов П.А., Алевская Н.Л. Геохимические особенности первичных ореолов рассеяния участка Фронт прогнозируемого Берентальского рудного поля Лево-Мякитского рудного узла (Магаданская область). // Материалы Шестой Российской молодежной научно-практической Школы с международным участием «Новое в познании процессов рудообразования», Москва, ИГЕМ РАН. 2016. – С 129.

РОЛЬ МЕТАМОРФИЗМА В ОБРАЗОВАНИИ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОДОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Р. Ишбердин
Научный руководитель профессор С.К. Мустафин
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

На Южном Урале, в пределах Республики Башкортостан большинство месторождений принадлежит к уральскому типу, характеризующемуся медно-цинковоколчеданным составом руд, их массивным сложением, залеганием среди вулканических пород риолит-базальтовой формации, преобладающей линзообразной формой рудных тел, согласных с напластованием вмещающих пород, формированием вблизи рудоподводящих каналов[3]. Важная роль в становлении месторождения принадлежит метасоматическим изменениям. Благодаря хорошей изученности, довольно ярким примером является Подольское медно-цинково-колчеданное месторождение.

Структура Подольского месторождения определяется синвулкнической депрессией и зонами рассланцевания, по которым проходил интенсивный гидротермальный метасоматоз.

Широко развитые на месторождении гидротермально-метасоматические изменения проявились, главным образом, во второй и частично в третьей толщах. Верхняя резкая граница гидротермально измененных пород проходит по подошве осадочно-вулканогенного комплекса. Выше ее гидротермальные изменения в породах проявлены очень слабо, усиливаются в зонах рассланцевания. Все крупные рудные тела приурочены к верхнему контакту зоны метасоматитов, распространяющихся на глубину более 1500 метров.

В рудовмещающих метасоматитах наблюдается определенная зональность, в общем типичная для колчеданных месторождений и обусловленная, главным образом, эволюцией гипогенных гидротермальных растворов, литолого-петрографическим составом замещаемых пород и структурно-тектоническим строением разреза[1, 2].

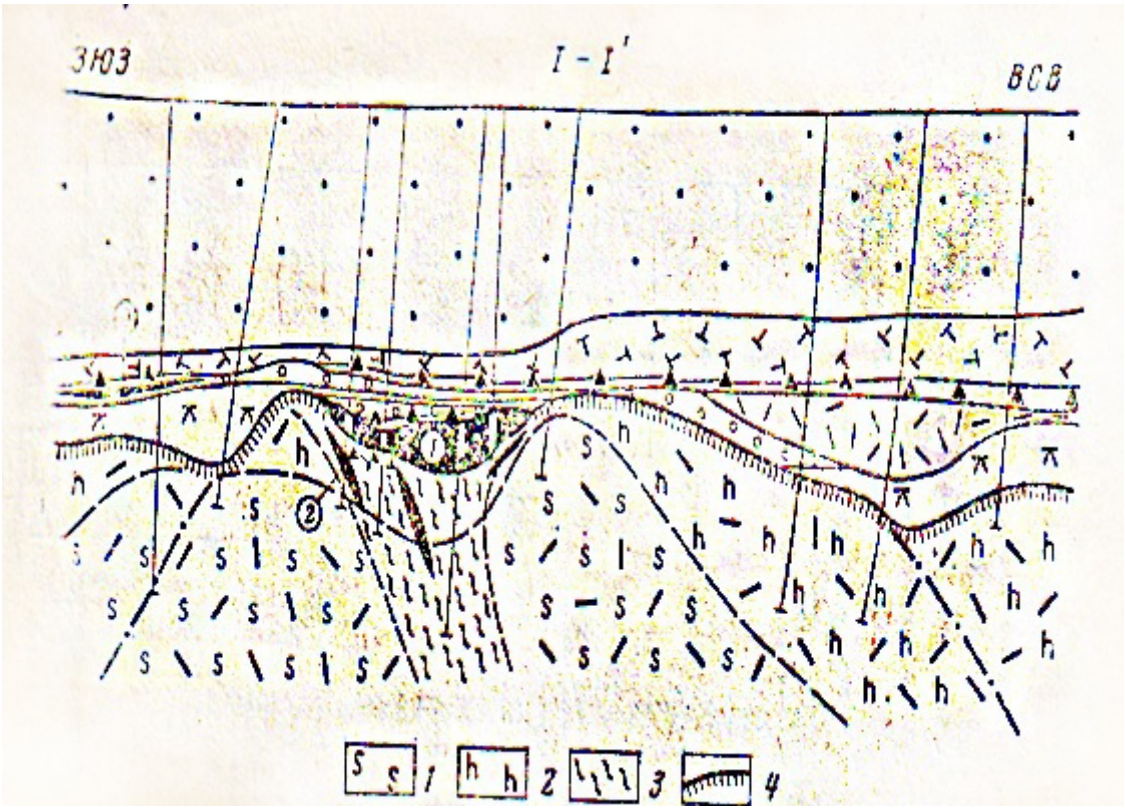


Рисунок. Геологический разрез Подольского месторождения с элементами метасоматической зональности, составленный И.Б. Серавкиным
1 – 3: метасоматиты: 1 – эпидот-хлорит-серицит-кварцевые и хлорит-серицит-кварцевые, 2 – хлорит-кварцевые и серицит-хлорит-кварцевые (с преобладанием хлорита над серицитом), 3 – монокварцевые и каолинит-серицит-кварцевые – зоны подводящего канала; 4 – поверхность рудоносного купола

Околорудный метасоматоз интенсивно проявился в лежачем боку рудных тел, где вмещающие породы нацело замещены вторичными минералами. По ассоциации преобладающих вторичных минералов на месторождении выделяются следующие зоны гидротермально-метасоматических изменений: гематитизации, карбонатизации, хлоритизации, окварцевания и серицитизации (рис.).

Зона гематитизации располагается над основным рудным телом и на его флангах. В туфах и лавах андезитовых порфиритов распространен тонкодисперсный вишнево-красный гематит. Над месторождением эта зона весьма маломощна (от десятков сантиметров до нескольких метров). На флангах месторождения мощность резко увеличивается, и гематитизация охватывает всю толщу андезитовых порфиритов. Кроме гематита в этой зоне отмечаются прожилки карбонатов и реже кварца [1].

Зона карбонатизации распространена непосредственно под зоной гематитизации, охватывает и значительную верхнюю часть первого и четвертого рудных тел. Карбонаты представлены кальцитом и в меньшей степени сидеритом (четвертое рудное тело). Кроме карбонатов в этой зоне встречаются серицит, хлорит, кварц, цеолиты, барит, сульфиды. Зона хлоритизации и окварцевания располагается непосредственно под зоной карбонатизации и охватывает нижнюю часть первого рудного тела. Хлорит и кварц наблюдаются в сплошных рудах в ассоциации с сульфидами и карбонатами.

Зона серицитизации и окварцевания располагается под сплошными сульфидными рудами первого рудного тела, как бы ограничивая их распространение. Эта зона тесно связана рудоподводящими и рудоконтролирующими зонами рассланцевания, распространяется по последним на большие глубины и далеко на фланги месторождения. К этой зоне приурочены прожилково-вкрапленные халькопирит-пиритовые руды и мелкие линзы сплошного серного колчедана, залегающие ниже основного рудного тела и на удалении на флангах. Кроме серицита и кварца в зоне присутствуют каолинит, пирит, халькопирит и сфалерит.

Зона серицитизации, хлоритизации и окварцевания распространяется ниже зоны серицито-кварцевых пород и прослеживается на глубину свыше 1500 метров и далеко от флангов месторождения. Серицит и кварц значительно преобладают в метасоматитах, образовавшихся по туфам и лавам дацитовых и липарито-дацитовых порфиритов. Здесь чаще образуются серицито-кварцевые породы. Серицит-хлорит-кварцевые породы образовались преимущественно по туфам и лавам андезито-дацитового и андезитового состава. При увязке метасоматитов по реликтам сохранившихся в них первичных пород довольно четко прослеживается геолого-структурное строение разреза пород, слагавших вулканогенную постройку до проявления гидротермально-метасоматических процессов.

Кроме отмеченных выше гидротермально-метасоматических новообразований на Подольском месторождении еще отмечаются баритизация, цеолитизация, каолинизация и ангидритизация, которые ассоциируют с карбонатами, серицитом, хлоритом и кварцем, а местами как бы накладываются на их зоны[2, 1]. Большие объемы околорудных метасоматитов, свидетельствующих о высокой интенсивности рудогенного процесса и о вовлечении последней в рудовмещающие породы.

Литература

1. Маслов В.А., Черкасов В.А., Тищенко В.Т. и др. Стратиграфия и корреляция среднепалеозойских вулканогенных комплексов основных медноколчеданных районов Южного Урала / Уфа: УНЦ РАН, 1993. – 217 с.
2. Серавкин И.Б., Косарев А.М. Палеовулканическая история формирования Подольского рудного поля месторождения (Южной Урал). / Геология рудных месторождений, 1983. – 72 с.
3. Серавкин И.Б. Энциклопедия Башкирии медноколчеданные месторождения // Уфа-гид. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://ufa-gid.com/encyclopedia/mednokol.html (дата обращения 20.11.2016)

ИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА К12 НА УЧАСТКЕ ТАЛДЫКУДУКСКИЙ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

С.В. Кабирова
Научный руководитель: профессор Ворошилов В.Г.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сорбционная метаноемкость угля – это количество газа, которое может быть поглощено (адсорбировано) единицей массы угля. Сорбционная метаноемкость – величина равновесная, измеряется в $см^3/г$ ($м^3/т$).

Равновесие между свободным газом и его сорбированной фазой выражается с помощью изотермы сорбции, которая определяет содержание сорбированного газа, как функцию давления свободного газа при постоянной температуре. Содержание газа, полученное по изотерме сорбции, всегда представляет сорбционную способность или максимальное количество газа, которое уголь может содержать.

Очевидно, что сорбционная способность увеличивается с увеличением давления, но скорость нарастания сорбционной способности уменьшается по мере приближения к пределу насыщения.

Изотермическое исследование необходимо для определения: максимальной газонасыщенности, критического давления десорбции газа во время откачки воды, модели прогноза дебита газа.

В испытательной лаборатории ЗАО “Метан Кузбасса” было произведено исследование сорбционных свойств 4 угольных образцов, отобранных в скважинах Т-5 и Т-5-4 по угольному пласту $К_{12}$. Изотермическое исследование сорбционных характеристик угольного пласта К12 на участке Талдыкудукский проведено впервые. Ниже приводятся результаты проведенных исследований и их интерпретация применительно к параметрам накопления газа в угольном пласте и возможности его попутного извлечения.

1. Методика проведения изотермического тестирования.

Угольный керн был разделён на две части, одна из которых использована для качественного анализа и определения петрографических свойств, вторая – для исследования адсорбционных свойств.

Краткое описание процедуры выглядит следующим образом:

Сорбционная ампула заполнялась измельчённым до 0,2 мм углём. Образец в ампуле вакуумировали, чтобы удалить остаточный газ. Определялся неэффективный (свободный) объём в сорбционной ампуле путём закачки гелия при разных давлениях. В сорбционную ампулу закачивался измеренный объём метана, после стабилизации давления (20–24 часа) до наступления сорбционного равновесия газ стравливался из ёмкости и замерялся его объём. Исследования проводились при давлениях с шагом от 1 до 5 Мпа, при температуре 200°С. Объём адсорбированного газа определялся как разница между выделившимся объёмом газа и свободным (неэффективным) объемом газа.

Изотермическая модель адсорбции Ленгмюра была использована для определения изотермических кривых при заданных параметрах температуры и давления [1]:

$$V=V_L*P/(P_L+P) \quad (1)$$

где V – объём адсорбированного газа, (м3/т);

P – абсолютное давление (МПа);

V_L – объём Ленгмюра (м3/т);

P_L – давление Ленгмюра (МПа).

2. Результаты изотермического тестирования.

В таблице 1 приведены данные изотермической адсорбции.

Таблица 1

Результаты изотермического тестирования

№№ проб	№ образца	Скв.	Глубина	Пласт	Температура тестирования, °С	Объём Ленгмюра, V_L		Давление Ленгмюра, P_L
						$м^3/т$	$м^3/т$ с.б.м.	МПа
8	1	Т-5	279,00 – 289,00	$К_{12}$	20	24,15	28,64	1,55
	2					24,63	29,20	1,57
10	1	Т-5-4	221,00 – 224,00	$К_{12}$	20	25,64	28,05	1,67
	2					25,00	27,35	1,55

3. Газонасыщенность пластов.

Газонасыщенность пластов вычислялась по кривой изотермической адсорбции, где использовались показатели пластового давления и газоносности. Газонасыщенность – это отношение показателя природной газоносности к сорбционной метаноёмкости пласта. В таблице 2 обобщены данные по газонасыщенности и значения давления десорбции каждого пласта.

Для пласта $К_{12}$ в скважине Т-5 показатель газонасыщенности находится в диапазоне от 68,58% до 69,63%, тогда как газонасыщенность в пласта $К_{12}$ в скважине Т-5-4 колеблется от 65,38% до 65,75%.

Данные по давлению десорбции и газонасыщенности изученных образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Давление десорбции и газонасыщенность

Номер пробы	Пласт	Глубина (м)	Пластовое давление (МПа)	V_L воздуш-но- сухая основа (м³/т)	P_L воздушно- сухая основа (МПа)	Предполагаемая газонос ность (воздушно- сухая основа, м³/т)	Давление десорбции (МПа)	Максимальный объем адсорбции газа (м³/т)	Газонасыщенность, (%)
8 (обр1)	$к_{12}$	279,00	2,7	28,64	1,55	12,66	1,26	18,18	69,63%
8 (обр2)	$к_{12}$	279,00	2,7	29,20	1,57	12,66	1,24	18,46	68,58%
10 (обр1)	$к_{12}$	228,20	2,16	28,05	1,67	10,41	1,00	15,83	65,75%
10 (обр2)	$к_{12}$	228,20	2,16	27,35	1,55	10,41	0,97	15,92	65,38%

Кривые, полученные в результате изотермического тестирования и построенные для каждого образца отдельно приведены на рисунках 1–4.

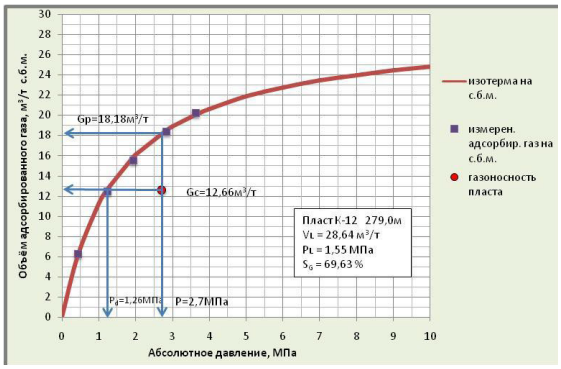


Рис. 1 Изотермическая кривая адсорбции пробы 8 (обр.1) из скважины Т-5, пласт $К_{12}$

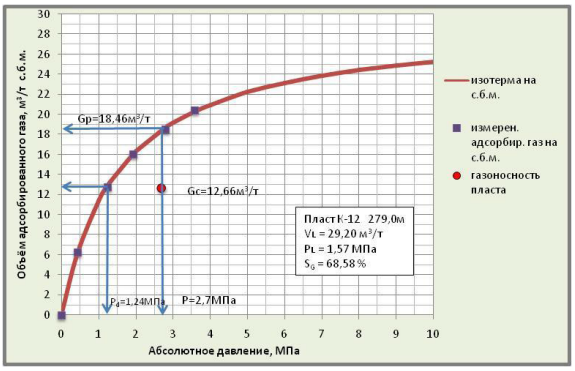


Рис. 2 Изотермическая кривая адсорбции пробы 8 (обр.2) из скважины Т-5, пласт $К_{12}$

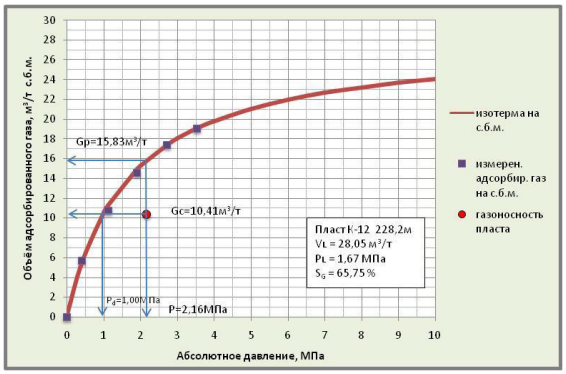


Рис. 3 Изотермическая кривая адсорбции пробы 10 (обр.1) из скважины Т-5-4, пласт $К_{12}$

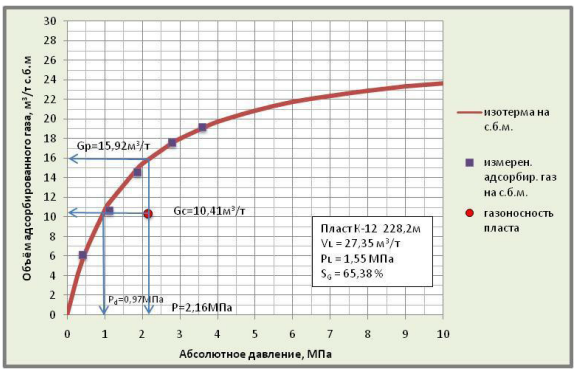


Рис. 4 Изотермическая кривая адсорбции пробы 10 (обр.2) из скважины Т-5-4, пласт $К_{12}$

Замеренные по Ленгмюру значения находятся в диапазоне от 24,15 до 29,20 м³/т. Сравнивая изотерму с измеренными объемами газа, предполагаем, что угольные пласты недонасыщены в пределах 30,27%÷34,62 %. Возможно, с учетом переоценки потерянного газа, при последующем опробовании уменьшится размер недонасыщенности пластов, что еще более повысит технико-экономические оценки проекта разведки. В то время как полностью газонасыщенные угольные пласты являются предпочтительными, получение газа из недонасыщенных угольных пластов также может быть коммерчески выгодным, при необходимом соблюдении периода обезвоживания угольного коллектора.

Литература

1. Карманский А.Т., Ильинов М.Д., Гизатулина И.Н. Лабораторные исследования прочностных и фильтрационно-емкостных параметров углей с учетом фазово-физического и напряженно-деформированного состояния // Записки Горного института. 2013. Т. 205. С. 108-113.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ТАЛМАНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

А.С. Калистратов, М.Ю. Лопаткин, А.Д. Колесников
Научный руководитель доцент Т.В. Тимкин
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Талманская перспективная площадь находится в Александрово-Заводском районе Забайкальского края (Рис.). Площадь работ располагается на стыке листов масштаба 1:200000 M-50-XI и M-50-XVII.

Рельеф типичный для степей Забайкалья низко-среднегорный. Значения абсолютных высот колеблются от 750 м до 1053 м. Относительные превышения водоразделов над днищами долин достигают 250–400 м. На северных склонах гор часто встречаются небольшие лесные массивы, образованные березой, ольхой, осиной, лиственницей с густым подлеском, южная экспозиция склона покрыта только травянистым покровом. В поймах ручьев редкие заросли кустарников. Обнаженность на площади в целом удовлетворительная.

Талманская площадь характеризуется неравномерной изученностью геологоразведочными работами, как по площади, так и на глубину.

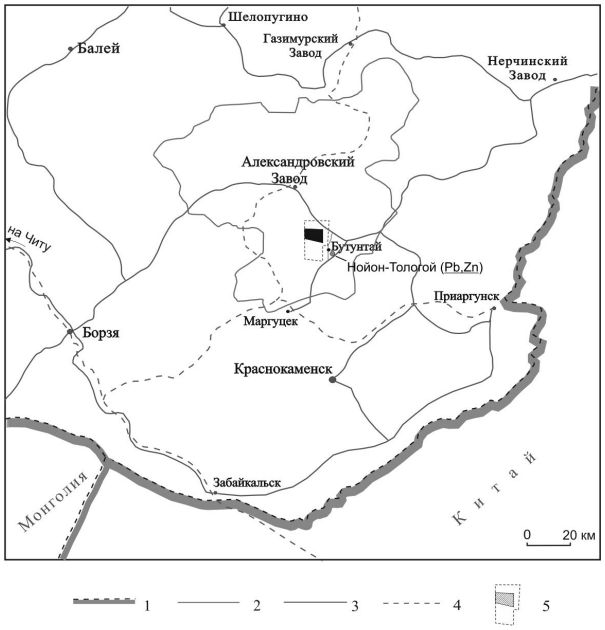


Рис. Обзорная карта района работ 1 – государственные границы; 2 – граница Александрово-Заводского района; 3 – дороги; 4 – железные дороги; 5 – контур площади работ (пунктир) и территории геохимических поисков (черным)

В металлогеническом отношении исследуемая площадь работ входит в состав Алгачинской подзоны Аргунской структурно-формационной зоны. В ее пределах распространены стратифицированные образования верхнего протерозоя, представленные флишоидной песчано-глинистой формацией венда, вулканогенно-осадочные отложения юры и нижнего мела, а также четвертичные рыхлые осадки русловых и озерных фаций. Интрузивный магматизм выразился в становлении плутонических, гипабиссального и субвулканических комплексов пермского и средне-позднеюрского возрастов различного состава.

В структурном плане на исследуемой площади дешифрируются преимущественно прямолинейные элементы рельефа, соответствующие фрагментам разрывных структур. Выделяются (по количеству и протяженности) линейные элементы СЗ и СВ простирания. Кольцевые и дуговые формы рельефа дешифрируются на участках развития вулканогенно-осадочных толщь и метасоматических образований.

По данным ранее проведенных работ, в пределах площади, широкое распространение получили средне-и низкотемпературные метасоматиты березитовой и аргиллизитовой формаций. Линейные метасоматиты (березиты и аргиллизиты) прогрессивного этапа фиксируют центры гидротермальной активности и контролируют положение золото-полиметаллического оруденения.

Проведённые работы включали полевой и камеральный период. Целью полевых работ было проведение литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25000 на северной половине Талманской площади. Работы выполнялись сотрудниками и студентами кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Томского политехнического университета.

Рельеф района работ относится к среднегорному, слаборасчлененному с хорошо развитой гидросетью.

Ландшафтно-геохимические условия ведения работ в целом можно охарактеризовать как удовлетворительные для литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния, за исключением восточного фланга участка, где развит аккумулятивный тип ландшафта. На остальной части площади проведения геохимических работ преобладают трансэлювиальные ландшафты склонов, практически отсутствуют автономные (элювиальные) ландшафты плоских водоразделов.

Техногенно измененный рельеф на площади геохимической съемки отсутствует.

Литохимическая съемка проведена по сети 250х40 м, по предварительно разбитым профилям, без геологической документации обнажений коренных пород. Ориентировка профилей – меридиональная. Привязка точек пробоотбора осуществлялась JPS-навигатором с точностью 2–3 м.

Пробы отбирались из представительного горизонта элювиально-делювиальных отложений, с глубины 20–40 (до 70) см. В пробу отбиралось около 300 г материала рыхлой фракции.

В полевом лагере пробы высушивались (воздушная сушка под навесами или в палатке с оборудованными

стеллажами), просеивались (сито с диаметром отверстий 1 мм) и упаковывались в пакеты из крафт-бумаги. На пакетах подписывались номера проб. Каждая проба разделена на две навески – основную и дубликат.

В камеральный период была проведена математическая обработка геохимических и аналитических данных с использованием программы Statistica 12, геометризация результатов выполнена с применением ArcGIS 9, Surfer 12, Corel Draw 16 [1, 5–7].

При исследовании структуры аномальных геохимических полей нами был установлен уровень фоновых и минимально аномальных содержаний по каждому элементу. Согласно Инструкции [3] выборки формировались из проб, не содержащих заведомо аномальных значений.

После того, как выборки были сформированы, рассчитывались фоновые и минимально аномальные значения по стандартной методике А.П. Соловова [4]. На рассматриваемой площади распределение всех элементов не соответствует нормальному закону (A/SA>3 и E/SE>3), поэтому при расчете фоновых и аномальных значений использована модель логнормального распределения.

В результате выполненных работ построены моноэлементные геохимические карты масштаба 1:25000 по распределению во вторичных ореолах основных элементов-индикаторов Zn, Pb, Cu, Ag, Au, As, а также S, Ba, Fe, Ti, V, Co, Ni, Cr, Mg, Mn, Ca, Al, K, Sr, Sc, P. Кроме того, структура аномального геохимического поля исследована многомерным методом факторного анализа.

Выявленные факторным анализом ассоциации отражают синхронность поведения химических элементов в процессе формирования геохимического поля.

Первый фактор объединяет элементы, в большинстве своем прямого отношения к оруденению не имеющих: V, Al, Sc, Cr, Mg, Ni, Be, а также Fe, K, Ba. Геометризация значений фактора 1 показывает, что все эти элементы выделяют рудоконтролирующие структуры, накапливаясь по периферии выделенных аномальных участков. Сходным образом характеризуется поведение ассоциаций, объединяемых факторами 3 и 4. При этом ассоциация (Ca, P, Sr, S, K) больше тяготеет к структурам северо-восточного простирания, а (Co, Mn) – северо-западного. Фактор 2 соответствует классической полиметаллической ассоциации (Pb, Ag, Zn, S) и интерпретируется как «рудный». Также «рудным» является фактор 5 (Cu, As, Au).

Разделение комплекса элементов-индикаторов золото-полиметаллического оруденения на 2 ассоциации обусловлено проявлением рудно-геохимической зональности.

Анализ размещения геохимических ассоциаций в пространстве позволяет выделить 3 аномальных участка, связанных с сульфидной минерализацией. По характеру соотношения ассоциаций можно говорить о разной степени структурной упорядоченности аномального геохимического поля на выделенных участках. Известно, что степень упорядоченности аномального геохимического поля является отражением интенсивности гидротермального оруденения [1]. Наиболее упорядоченными являются концентрически зональные аномальные структуры с накоплением рудных элементов в их центральных частях [2]. Подобная геохимическая зональность выявлена в южной части площади.

Наиболее высокие содержания золота характерны для участков пространственного совмещения нескольких разновременных минеральных ассоциаций. Унаследованность рудоконтролирующих структур благоприятствует многократному перераспределению золота и концентрированному накоплению его на геохимических барьерах. Наиболее перспективные и рекомендуемые для дальнейших работ два участка, расположенные в южной и северной части площади.

Таким образом, золото-полиметаллическое оруденение на изучаемой площади сопровождается во вторичном геохимическом поле ассоциациями (Pb, Zn, Ag), (Cu, As, Au, Ag) и (V, Ni, Co, Cr, Mg, Al, Ti, Fe). Наиболее благоприятны для поисков этого оруденения участки пространственного совмещения нескольких геохимических ассоциаций, которые формируют во вторичном геохимическом поле аномальную геохимическую структуру концентрически-зонального строения.

Литература

1. 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.
2. Григоров С.А. Прикладные аспекты структурного метода поисков по геохимическим данным // Теория и практика геохимических поисков. – М.: Наука, 1990. – С. 68 – 78.
3. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Отв. ред. Л.Н. Овчинников. – М.: Недра, 1983. – 198 с.
4. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов и др. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
5. Cheng, Zh.Zh., Xie, X.J., Yao, W.Sh., Feng, J.Zh., Zhang, Q., Fang, J.D., 2014. Multi-element geochemical mapping in Southern China. J. Geochem. Explor. 139. – pp. 182 – 191.
6. Harraz, H.Z., Hamdy, M.M., 2015. Zonation of primary haloes of Atud auriferous quartz vein deposit, Central Eastern Desert of Egypt: A potential exploration model targeting for hidden mesothermal gold deposits. J. Afr. Earth Sci. 101. – pp. 1 – 18.
7. Timkin, T., Voroshilov, V., Yanchenko, O., Suslov, J., Korotchenko, T., 2016. Geology, geochemistry and gold-ore potential assessment within Akimov ore-bearing zone (the Altai Territory). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 43. – pp. 1 – 5.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НОВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА ЗОЛОТА В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)

С.В. Касперский
Научный руководитель доцент С.П. Летунов
Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

В пределах Центрально-Алданского золоторудного района (Южная Якутия) к настоящему времени предшественниками традиционно выделяется 5 геолого-промышленных типов золотого оруденения: лебединский, куранахский. рябиновский, эльконский, самолазовский. Наиболее распространенными для района являются первые два типа, третий и четвертый – сложны в освоении по экономическим причинам, месторождения последнего типа – уже отработаны и представляют теоретический интерес [2].

Выделяемый новый рудногорский промтип по генезису оруденения и составу самородного золота имеет много общего с известными типами. Общая характеристика золота также соответствует большинству промышленных типов. Отдельные параметры в геологических особенностях и вмещающих рудоконтролирующих породах параллелизуются с лебединским и рябиновским промтипами. При этом максимальные отличительные черты отмечаются с куранахским и эльконским промтипами. Подобное промежуточное положение рудногорского промышленного типа («Гора Рудная») объясняется его геолого-структурной позицией.

С интрузиями лебединского комплекса связаны широко проявленные на площади метасоматические и гидротермально-метасоматические образования, среди которых по составу можно выделить кварц-калиевополевошпатовые, кварцевые, флюорит-кварцевые, сульфидно-кварцевые. Кварц-калиевополевошпатовые метасоматиты наблюдаются в пределах, и вблизи, интрузий щелочнополевошпатовых граносиенитов, где локализованы, главным образом, в интрузивных породах и в меньшей степени, в зонах скарнов. Комплекс новообразованных минералов включает: главные – калишпат, кварц, актинолит и второстепенные - клинопироксен, флюорит, амфибол-асбест, кальцит, лимонит, сульфиды (пирит, галенит, халькопирит). Эти минералы образуют сложные парагенезисы, часто пространственно разобщенные.

Сульфидно-кварцевые гидротермалиты и метасоматиты проявлены в зонах дробления внутри интрузий щелочнополевошпатовых, реже субщелочных сиенитов, а также в обрамлении интрузий в контактово-метаморфических ореолах и во вмещающих доломитах. Данные метасоматиты играли определяющую роль в формировании золоторудных месторождений лебединского типа.

Крутопадающие секущие разрывные структуры, вмещающие золотое оруденение, для Центрально-Алданского района являются нетрадиционными объектами прогноза и поисков рудного золота [2; 4]. По кинематическому типу это сбросо-взбросовые структуры с вертикальными амплитудами перемещения до 30-50 м, являясь одновременно и рудоконтролирующими и рудовмещающими. Именно к таким структурам, за некоторым исключением, и приурочены наиболее протяжённые золоторудные зоны месторождения Гора Рудная, имеющие значительные параметры оруденения, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях рудной зоны (структура Крутая-Коллективная, зона Возрождения). Для рассматриваемого промтипа можно выделить структурно-вещественные, тектоно-магматические и тектонические факторы, контролирующие размещение золотого оруденения.

К структурно-вещественным факторам контроля рудногорского промтипа золотого оруденения относятся такие СВК (структурно-вещественные комплексы), которые благоприятны для рудоотложения и рудоконтроля, следовательно, выступающие в качестве рудовмещающих и рудоконтролирующих.

Позднемезозойское золотое оруденение рудногорского промтипа наложено на метаморфиты архея, осадочно-карбонатные образования венда-палеозоя и комплексы послеюрских интрузивных тел. СВК послеюрского возраста секут как фундамент, так и осадочно-карбонатные толщи венда-кембрия. К ним относятся лакколиты, пластообразные и пластовые интрузии, многочисленные дайки, занимающие около 25-30% площади рудных полей. Силлы, находящиеся в «слепом залегании», перекрывают всю рудоносную площадь в 2-3 раза.

Мезозойские интрузии это специфичные морфоструктуры, активно воздействующие на осадочный чехол и фундамент и создающие разнообразные рудоконтролирующие обстановки. На месторождении Гора Рудная рудоконтролирующей структурой является зона динамического воздействия мощного силла сиенитов, следящегося по границе ССН (структурно-стратиграфических несогласий), т.е. по поверхности фундамента.

Тектоно-магматические факторы. Размещение золоторудной минерализации в пределах Лебединского рудного узла тесно связано с особенностями строения тектоно-магматических структур. Сложные и разнообразные магматические тела при своей инъекции, выведены с глубинных уровней в несколько этапов, сложно взаимодействуя при этом между собой и с вмещающими их структурами (разломами и блоками, сводами, прогибами и др.), формируя разномасштабный радиально-купольно-кольцевой структурный парагенез Лебединского рудного узла и рудного поля. Вместе с магмо- и рудоконтролирующими активными мезозойскими структурами «инъективиты» сформировали структурный ансамбль. Этот тектоно-магматический структурный парагенез так же объединяет крутозалегающие разломные структуры месторождения Гора Рудная, тесно ассоциирующие с радиальными дайками, дуговыми блоками фундамента и многоэтажными покровно-надвиговыми и силловыми структурами осадочного чехла разной высоты и подвижности, горизонтальные разрывные структуры, согласные со слоистостью осадочного чехла и вмещающие силловые интрузии и субгоризонтальные рудные залежи рудными жилами.

Тектонические факторы. Определенную рудовмещающую и рудоконтролирующую роль в пределах Лебединского рудного узла, особенно при локализации золото-медно-порфировой формации месторождения

Гора Рудная, имеют разнообразные зоны разломов. В границах Томмот-Эльконской зоны в общем комплексе секущих крутопадающих разрывных структур различаются субмеридиональные и субширотные разломы, а также системы дуговых, полудуговых и кольцевых разрывных структур, контролирующих размещение рудных тел и даек [3].

Особенно высокая концентрация разрывных нарушений и рудных зон отмечена в придонной части граносиенитовой интрузии «Горы Рудной». Этот факт объясняется налеганием силла непосредственно на неровный фундамент (все другие крупные интрузии находятся выше). В случае горизонтального сжатия этот раздел чехла и поверхности фундамента является самым компетентным для формирования разрывов и зон трещиноватости. Здесь в периоды ТМА всегда шло наложение тектонических и рудообразующих процессов. дислокации и, по-видимому, рудные флюиды. В отличие от разлома Мощного, наблюдающегося вблизи лакколита Скарнового, рудовмещающие тектонические зоны поздних рудных этапов не совпадают с ранними зонами трещиноватости, поэтому оруденение локализуется на ограниченной площади.

Выявление с помощью анализа данных дистанционного зондирования новых наиболее перспективных прогнозных участков на коренное золото для этой территории представляет значительный практический интерес.

При выделении прогнозных участков учитывались два главных критерия [1]. Во-первых, тем, что большинство золоторудных месторождений связано с узлами пересечений глубинных разломов, являющихся главными рудоконтролирующими структурами. Вторым прогнозным критерием представляется наличие магматического контроля золотого оруденения, которое связано, в основном, с площадями развития щелочных интрузий раннемелового комплекса.

В связи с вышесказанным прогнозные (детализационные) участки выделялись по комплексу признаков- 1) узлы пересечения разноориентированных линеаментов и зоны их сгущения, 2) узлы сочленения линеаментов с кольцевыми структурами.

Выделено 3 прогнозных участка, различающихся по площади от 0,4 до 0,6 км^2. Все они сосредоточены в границах предполагаемой рифтогенной структуры северо - северо-восточного простирания.

Наиболее перспективным представляется южный участок, расположенный к югу от пос. Лебединый. Он расположен в узле пересечения трех систем разрывных нарушений: северо-восточной, северо-западной и субмеридиональной, являющейся, наиболее продуктивной в отношении золотого оруденения. При этом каждая из систем состоит на участке из двух субпараллельных нарушений. На изученной площади данный участок является местом наибольшей концентрации разломов разного направления. Кроме того, перспективная в прогнозном отношении позиция участка определяется тем, что он находится между двумя интрузиями – роговообманковых порфиров и сиенитов, непосредственно в пределах известняково-доломитовых отложений юдомской свиты нижнего кембрия (являющейся благоприятной средой для рудоотложения), которые представляют собой провис кровли более крупной интрузии, возможно, объединяющей на глубине эти два интрузивных тела. Можно ожидать на этом участке и соответствующую метасоматическую проработку под действием тепла и флюидов интрузии с последующими рудообразующими процессами.

Два северных участка также находятся в узлах пересечения разломов, но с меньшей концентрацией разрывов и вблизи контактов интрузивных тел раннемелового комплекса, но более мелких, от которых вряд ли можно ожидать мощную метасоматическую проработку. Поэтому эти участки можно отнести ко второй очереди опоискования.

В настоящее время разработка нового «рудногорского промтипа» золотого оруденения находится в стадии научной апробации. Однако появление новых фактов значительно повышает значимость ведущихся геологоразведочных работ, усиливая их перспективность [4].

Материалы современных горно-буровых работ доказывают справедливость сделанных предположений о практической значимости нового промышленного типа месторождения Гора Рудная. На настоящий момент перспективы обнаружения месторождений этого золото-медно-порфирового типа на других участках Центрально-Алданского района довольно высокие. В первую очередь это южный фланг Томмот-Эльконской зоны разломов, Нимгерканская зона разломов и Верхне-Якокутский грабен.

Литература

1. Аэрокосмические методы геологических исследований/Под ред. А.В. Перцова – СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. – 316 с.
2. Иванов А. И., Вартанян С. С., Черных А. И., Волчков А. Г., Голубев Ю. К., Звездов В. С. Перспективы развития минерально-сырьевой базы алмазов и золота Российской Федерации // Минеральные ресурсы России – 2016 - № 3. – С. 15 - 23
3. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия)/Под ред. Л.М. Парфенова, М.И. Кузьмина – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. - 571 с.
4. Узюнкоян А.А. Новый тип золотого оруденения в Центрально-Алданском золотоносном районе Южной Якутии//Вестник Госкомгеологии – 2014. - № 1(13). – С. 75-83

О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОГО ГИССАРА (ТАДЖИКИСТАН)

М. Каюмарси, Ф.А. Файзиев*
Научный руководитель профессор А.Р. Файзиев
Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан*
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан

Медно-порфировые месторождения среди других типов месторождений меди занимают особое место. В них заключены 48 % мировых запасов меди [2]. Однако об этих типах руд в пределах Таджикистана имеется мало сведений. Ниже даётся общая характеристика медно-порфировых проявлений, которые обнаружены в результате поисковых работ в последние годы (2014-2016 гг.).

Группы медно-порфировых рудопроявлений находятся в 30…35 км к северо-западу и северо-востоку от г. Душанбе. Они главным образом, приурочены к зоне Богаинского разлома. Исходными породами при образовании метасоматитов послужили в основном андезитовые порфириты, андезитоиды. Они представлены зонами метасоматитов алхучской свиты среднего карбона, вскрытых врезом р. Лучоб и её притоков. В юго-восточной части этих зон выделяются клинообразный выход (300х1500) кварцевых диоритов Ходжамафрачского комплекса. Рудопроявления в целом располагаются на пересечении зоны Богаинского разлома с глубинной структурой, совпадающей пространственно с современной долиной р. Лучоб. Отметим, что медно-порфировые месторождения и проявления других регионов мира (США, Чили, Филиппины, МНР, Армения, Узбекистан, Казахстан и др.) также приурочены к региональным глубинным разломам [1].

В геологическом строении проявлений принимают участие палеозойские и мезо-кайнозойские отложения. С геосинклинальным режимом ранней стадии связано накопление терригенных и карбонатных образований, вулканогенных толщ спилито-диабазового и андезитового состава. С постинверсионным орогенным режимом связано образование раннепермского лючобского вулканогенного дацит-липаритового комплекса и грубообломочной молассовой формации. В результате платформенного и эпиплатформенного режимов была сформирована горная система Южно-Гиссарской формационной зоны.

Зоны метасоматитов выделяются на поверхности своеобразной буровато-коричневой окраской. Вдоль Богаинского разлома, от средней части сая Богаи до р. Лучоб, они имеют выдержанное субширотное простирание и вскрыты до глубины 200…220 м по вертикали. Длина их около 2,5 км, ширина 300…350 м. На глубине зона местами вскрыта от среза р.Лучоб (1315 м) до тропы между к.к. Ходжа-Бед и Ширатала (1525 м). На гипсометрическом уровне зона разветвляется на ряд разобщенных тел в виде «конского» хвоста. Далее к западу вдоль разлома они прослеживаются в виде отдельных зон мощностью до 0,5…1,5 м, длиной от 3 до 20 м на протяжении еще 1,5 км.

Метасоматитовая минерализованная зона Богаи получила название «Северная минерализованная зона». Границами зоны являются северный и южный контакты Богаинского разлома и оперяющие его разрывные структуры. В западной части отмечается разворот зоны в юго-западном направлении. Таким образом, геоморфологически Северная зона разделена на три разобщенных блока: восточный, центральный и юго-западный. Породы, слагающие Северную зону представлены пропилитами, метасоматитами кварц-альбит-серицитового состава, отвечающих по составу березитам и аргиллизитам. Преобладают пропилиты с богатой вкрапленностью сульфидов. Березиты и аргиллизиты получили преимущественное развитие на восточном окончании Северной зоны, по правому борту реки Лучоб.

Выходы метасоматитов вдоль реки Лучоб получили название «Центральная зона». Зона ограничена крутопадающими разрывами широтного, субширотного направления, которыми обязана коленообразная (углами 90°) конфигурация русла реки Лучоб. Она разбита на блоки нарушениями северо-западной ориентировки. Протяженность её 350 м, при мощности от 50 до 100 м. В западной части венчается пологой поперечной зоной. В ее составе преобладают пропилиты, березиты и аргиллизиты. Общее простирание зоны северо-западное.

Контакты с метасоматитами тектонические, а с андезитовыми порфиритами притертые, ожелезнённые (до 0,5 м), где отмечается ороговикование. Азимут падения контакта 280…295°, угол падения 65…75°. Эта часть юго-восточной зоны сложена обохренными, выщелоченными, ноздреватыми породами, состоящими в целом из кварца, альбита, серицита, глиноподобных минералов. С поверхности они ожелезнены. Участками порода сильно обогащена мелкой вкрапленностью пирита.

В целом конфигурация рудопроявления Богаи приобретает в плане вид кольцеобразной структуры, разорванной на отдельные сегменты, смещенные относительно друг от друга по вертикали и горизонтали. Элементы залегания минерализованных зон: падение контактов 65…75°, направление азимут падения 280…295°, а азимут простирания 190…205°.

Спектрозолотометрическим анализом были установлены следующие содержания золото в пропилитах с густой вкрапленностью сульфидов – 0,3 г/т, в метасоматитах кварц-серицитового состава с вкрапленностью пирита и пустотами его выщелачивания (в г/т) – 0.3; 0.1; 0.007; 0,0005 и кварц – серицитовых метасоматитах сильно выщелоченных («сухарь») и ожелезненных из зоны окисления – 5 г/т. В тяжелой фракции содержание пирита составило 80…100 %, в электромагнитной фракции – от 15 до 100 %.

Чаще всего, состав этих пород совпадает с промежуточным рядом между пропилитами и березитами. Ведущую роль здесь играют кварц и серицит. При преобладании первого, в различных количествах и

соотношениях присутствуют хлорит, альбит, карбонат и биотит. В отличие от пропилитов, где рудная минерализация представлена почти исключительно халькопиритом, также встречаются серицит-магнетит, реже гематит, арсенопирит, пирротин и марказит.

Для района отчетливо просматривается, прежде всего, медный профиль оруденения, на который приходится 7 проявлений: Шамалское, Ходжа-Бедское, Богаинское, Шираталинское, Гусхарфское, Фанфаракское, Харангонское (рис.). Из числа выделенных перспективных проявлений только 4 последних имеют четкую медную и медно-молибденовую специализацию. Остальные характеризуются полиэлементной: (Au-Cu-Mo, Au-Cu-Pb-Zn) специализацией. Большая часть медно-молибденовых порфировых проявлений локализуются в пределах Богаинского разлома, являющейся краевой частью Южно-Тянь-Шанской подвижной области Урало-Монгольского геосинклинально-складчатого герцинского пояса. По предварительным нашим наблюдениям и многочисленных разноплановых исследований, выполнявшихся в регионе, устанавливается широкое проявление медно-молибденовых оруденений порфирового типа, что позволяет вполне обоснованно рекомендовать проведение здесь поисково-оценочных работ.

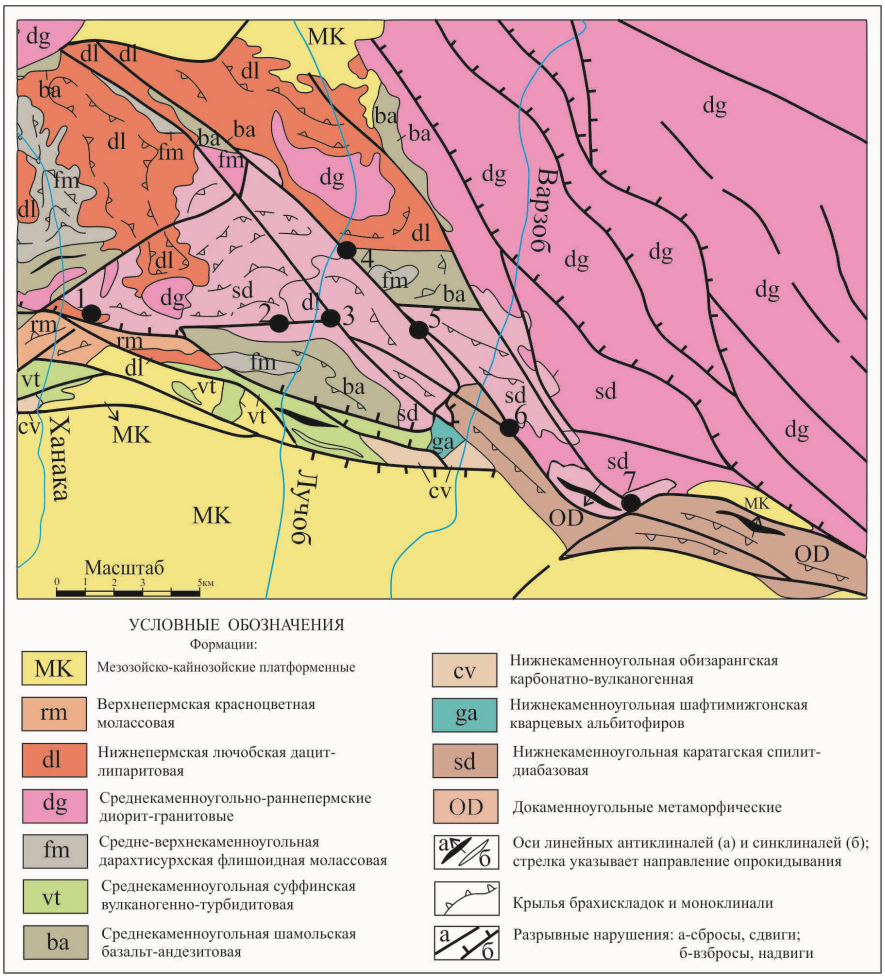


Рис. Схематическая карта расположения медно-порфировых проявлений в Южном Гиссаре: 1) Шамалское; 2) Ходжа-Бедское; 3) Богаинское; 4) Шираталинское; 5) Гусхарфское; 6) Фанфаракское; 7) Харангонское

Исходя из указанного, поисково-оценочные работы следует ориентировать в двух направлениях.

Во-первых, по выявлению промышленных медно-порфировых месторождений на Южном склоне Гиссарского хребта должны быть ориентированы на поиски новых объектов, слепых не выходящих на поверхности рудных тел.

Во-вторых, провести предварительные работы поисково-разведочного (больше разведочного) характера с целью оценки известных объектов на глубине и флангов.

Литература

1. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. / М.: Недра, 1975. – 392 с.
2. Пожарицкий К.Л. Основные черты геологии и минерализации советских и зарубежных месторождений медно-порфировых руд. / В кн.: Геология, геохимия и минералогия медно-порфировых месторождений Казахстана. Алма-Ата, 1969. – С. 7 – 25.

ГЕОДИНАМИКА ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Кхлиф Н., А.Т. Корольков, С.А. Сасим
Научный руководитель А.Т. Корольков
Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

История развития Восточного Забайкалья связана с формированием Монголо-Охотского орогенного пояса в палеозое и мезозое. В последние годы разработаны многочисленные геодинамические модели развития Центрально-Азиатского орогенного пояса, составной частью которого является Монголо-Охотский орогенный пояс [2, 4, 7], который занимает осевое положение среди палеозойских орогенных поясов Центральной Азии. Выяснение его природы имеет ключевое значение в определении взаимодействия плит смежных районов Палеоазиатского океана, в расшифровке истории формирования разновозрастных орогенных поясов Азии и связи с ними разнотипного орудения.

На территории Восточного Забайкалья севернее пояса фиксируется коллаж террейнов, аккретированных к Северо-Азиатскому (Сибирскому) кратону в конце позднего докембрия и раннем палеозое, ограниченный с юга сложной зоной Монголо-Охотского разлома северо-восточного простирания. Это сбросо-сдвиговая сутурная зона, определяющая место столкновения крупных континентальных блоков [2, 3]. Южным ограничением пояса являются древние массивы (микроконтиненты или террейны): Керулено-Аргунский, Мамынский и Буреинский, в составе которых устанавливаются докембрийские кристаллические образования, разнотипные рифейские метаморфические толщи. Здесь же встречаются ранне- и позднепалеозойские гранитные батолиты.

В пределах Монголо-Охотского пояса выделяются вытянутые на сотни километров вдоль его простирания лентовидные террейны, которые по составу слагающих их пород и строению классифицируются как террейны аккреционного клина. Среди них различаются террейны 2-х типов: террейны аккреционного клина типа А, сложенные преимущественно турбидитами, и террейны аккреционного клина типа Б, в составе которых преобладают преимущественно океанические образования. К первому типу относится Хангай-Даурскиий террейн, ко второму типу – Агинский, включающий Ононский и другие террейны [4, 7].

М. И. Кузьмин и И.Б. Филиппова рассматривали историю Монголо-Охотского пояса с девона до юры как эволюцию структур, возникших на месте обширного океанического залива, вдававшегося внутрь южной окраины Сибири [2]. Л. М. Парфенов свел новейшие материалы по восточной части пояса и обосновал происхождение этого пояса за счет столкновения Буреинского массива с окраиной Сибири [4]. Именно эти точки зрения принимаются в качестве основы при дальнейшем изложении.

Раскрытие Монголо-Охотского океана могло иметь место в конце ордовика–начале силура. Вдоль северной окраины Монголо-Охотского океана намечается Норовлинская окраинно-континентальная магматическая дуга, представленная нижне-среднедевонскими известково-щелочными вулканитами и средне-верхнедевонскими вулкано-кластитами, кремнями и аргиллитами. Аккреционный клин дуги может быть представлен Ононским террейном, содержащим метаморфизованные до фации глаукофановых сланцев толщи неизвестного возраста и девон-раннекаменноугольные вулканогенно-осадочные образования. В западной части террейна присутствует фрагмент офиолитов, датированных U-Pb методом по цирконам в 325 млн лет [8].

В позднем палеозое–раннем мезозое формируется Монголо-Охотский орогенный пояс путем последовательного продвижения к востоку (в современных координатах) Амурского микроконтинента, включающего Аргунский супертеррейн и завершивший к этому времени свое формирование Южномонгольско-Хинганский орогенный пояс. Главное левосдвиговое смещение происходило вдоль Монголо-Охотского разлома [7]. Последовательное закрытие Монголо-Охотского океана подкрепляется палеомагнитными данными. По А.Т. Королькову [3] перемещение Амурского микроконтинента к северу могло сопровождаться развитием комплексов метаморфических ядер в сдвиговых структурах, зон расплющивания и геодинамических убежищ.

Зона субдукции позднего палеозоя-раннего мезозоя предполагается вдоль северной окраины Амурского микроконтинента, которая маркируется Восточно-Монгольским вулканическим поясом пермского возраста. Пояс сопряжен с расположенным севернее Северо-Гобийским преддуговым прогибом, выполненным флишевыми отложениями нижнего и среднего карбона, мелководными морскими пермскими и раннетриасовыми отложениями с горизонтами вулканических пород [2]. Л.П. Зоненшайн с соавторами показали, что формирование деформированной структуры Монголо-Охотского орогенного пояса в западной его части началось в среднем карбоне и последовательно продвигалось к востоку, по направлению к Палеотихому океану вплоть до середины юры. В позднем триасе–средней юре продолжается формирование Монголо-Охотского орогенного пояса, сопровождавшееся левосторонним сдвиговым перемещением вдоль Монголо-Охотской сутуры. В конце средней юры закрывается последний океанический бассейн в районе восточного окончания Монголо-Охотского орогенного пояса, что подкрепляется палеомагнитными данными.

В поздней юре–раннем мелу на территории Восточного Забайкалья проявились обусловленные Центрально-Азиатским суперплюмом внутриплитные интенсивные процессы сводо-, грабенообразования и активный магматизм, породивший широкое разнообразие интрузивных магматических комплексов, вулканических серий и вулканоплутонических ассоциаций, что дает возможность изучать возрастные и латеральные особенности вещественного состава магматических пород и его эволюцию во времени [1, 3, 5, 6]. Традиционно для территории Восточного Забайкалья позднемезозойский этап тектонического развития подразделяется на две стадии – средне-позднеюрскую и позднеюрско-раннемеловую, с которыми связано разнотипное оруденение.

Для первой стадии характерно развитие субщелочных эффузивов повышенной калиевости, относимых к геохимическому типу шошонит-латитовых серий.

На второй стадии формируются породы бимодальной трахибазальт-трахириолитовой ассоциации, включающие трахибазальты повышенной титанистости, дациты, трахидациты, риолиты и субщелочные риолиты.

Анализ геодинамических обстановок приводит к следующему:

1. Геодинамические представления требуют детализации и дополнения, особенно, по изучению структур латерального выжимания.

2. Необходимо уточнить области влияния и датировки пород зоны субдукции Амурского микроконтинента позднего палеозоя – раннего мезозоя и связь ними оруденения.

3. Требуются надежные геохимические, изотопные и петрохимические исследования по выявлению источников магм и рудного вещества для позднеюрской и позднеюрско-раннемеловой стадий формирования магматических пород Восточного Забайкалья.

Литературы

1. Антипин В. С. Геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного магматизма / В. С. Антипин. – Новосибирск: ВО «Наука», 1992. – 223 с.
2. Зоненшайн Л. П. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 1 / Л. П. Зоненшайн, М. И. Кузьмин, Л. М. Натапов. – М. : Недра, 1990. – 328 с.
3. Корольков А.Т. Геодинамика золоторудных районов юга Восточной Сибири / А.Т.Корольков - Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 251 с.
4. Парфёнов Л. М. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии / Л. М. Парфенов, Н.А. Берзин, А.И. Ханчук // Тихоокеанская геология. – 2003. – Т. 22. – № 6. – С.7–41.
5. Первов В. А. Геохимия субщелочных вулканических серий двух стадий позднемезозойской тектоно-магматической активизации Юго-Восточного Забайкалья / В.А. Первов // Геохимия. – 1987. – № 6. – С. 798–811.
6. Таусон Л. В. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья / Л. В. Таусон, В. С. Антипин, М. Н. Захаров. – Новосибирск: Наука, 1984. – 205 с.
7. Шевченко Б.Ф. Тектоника и эволюция литосферы восточной части Монголо-Охотского орогенного пояса / Б.Ф. Шевченко, Л.И. Попеко, А.Н. Диденко // Geodynamics & Tectonophysics. - 2014. № 5 (3). - С. 667-682.
8. Windley B.F., Cunningham W.D., Badarch G., Tomurtogoo O., Kroener A., Xiao W. Tectonic evolution of Mongolia and contiguous China // Geodynamics and Metallogeny of Mongolia with special emphases on Co-Cu -porphyry systems. London: CERCAMS-2 workshop, 2003 (in press).

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ MAPINFO ПРИ СОЗДАНИИ КАРТЫ

Е. В. Лялик

Научный руководитель старший преподаватель М. Г. Верутин

УО «Гомельский Государственный Университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь

Частью графической информации для дипломной работы, создаваемой выпускниками Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины кафедры геологии и географии является Геологическая карта района исследований масштаба 1:500 000, которая должна включать в себя собственно геологическую карту, сводную стратиграфическую колонку, геологический разрез, условные обозначения и элементы оформления. Студенты 4 курса (7, 8 семестра) для построения геологической карты используют векторную геоинформационную систему MapInfo. В этой системе реализован послойный способ организации пространственных данных, что позволяет на каждый слой наносить определённый тип данных. Данная система крайне сложна для использования ею студентами, даже прошедшими курс «Геоинформационные системы».

Основой для создания карты является «Геологическая карта дочетвертичных отложений Беларуси» масштаба 1:500 000 и «Тектоническая карта Беларуси» масштаба 1:1 000 000.

Перед построением, совместно с руководителем выбирается участок исследования, как правило, площадью 100 на 100 км, привязанный к определённому месторождению полезных ископаемых. Поле определения участка исследования, используется растровое изображение, которое было ранее оцифровано. Растровое изображение регистрируется в программе MapInfo в проекции «План-Схема». Проекция «Долгота-Широта» не рекомендуется при регистрации т.к. крайне неудобна при дальнейших построениях. Затем. Затем для непосредственной оцифровки необходимых элементов в данной геоинформационной системе требуется использование слоёв. При создании слоя одним из важнейших критерием является указание границ слоя. Рекомендуется выставлять итоговый размер приложения.

Вначале отцифровываются объекты площадного типа, используя инструмент «Полилиния», например области распространения пород различного возраста. Цветная заливка осуществляется в соответствии со стандартом. После этого наносят объекты линейного типа, используя инструмент «Линия», например реки. Затем наносят точечные объекты, используя инструмент «Символ», например населённые пункты. Подписи создаются, используя инструмент «Текст», например, подписи населённых пунктов или геологические возраста. Все подписи рекомендуется разбить по тематики на отдельные слои. Например, слой «Название рек» на данном

слое должны находиться только подписи названия рек.

На построенную векторную карту наносятся тектонические элементы, например разломы и границы тектонических структур. Для этого используют растровое изображение «Тектоническая карта Беларуси», которая регистрируется к уже имеющейся карте в той же самой проекции. Затем производится оцифровка всех необходимых элементов.

Следующим этапом построения электронной карты является построение геологического разреза. Непосредственно построение разреза в программе MapInfo не представляется возможным. Построение разреза выполняется вручную на миллиметровой бумаге. С учётом выбранного горизонтального и вертикального масштабов. Разрез проходит проверку у руководителя по геологической части, во избежание дальнейших ошибок при оцифровке. Производится сканирование растрового изображения с последующей регистрацией в MapInfo. Оцифровка производится при помощи инструментов «Линия» и «Полилиния». Цвет объектов задаётся в соответствии со стандартом.

Сводная стратиграфическая колонка первоначально строиться на миллиметровой бумаге. И затем так же заверяется у руководителя по геологической части. Рамка сводной стратиграфической колонки создаётся при помощи инструмента «Линия». Для удобности и быстроты создания используется встроенная программа «MapCAD», которая включает в себя чертёжные и оформительские инструменты. Она непосредственно встроенная в MapInfo. Данная программа позволяет использовать инструмент «Создать параллель». Который создаёт объект, например, линию на заданном расстоянии от исходной. Это позволяет соблюдать параллельность линий и их правильное расстояние друг от друга. Затем производится перенос подписей непосредственно на колонку, используется новый слой. При нанесении подписей важным критерием является работа в одном и том же масштабировании карты. Так как при изменении масштаба надписи будут менять размер. Значительным недостатком является невозможность использования разных стилей в одном объекте подписи. Столбец «Колонка» (Литология) заполняется объектами, используя инструмент «Прямоугольник». Затем каждый элемент по необходимости редактируется. Изменяется цвет, рисунок, граница в соответствии со стандартом. Данные объекты наносятся на отдельном слое, который рекомендуется располагать под слоем с рамкой колонки. Недостатком является отсутствие некоторых условных обозначений, например, «Конгломерат».

Создание условных обозначений происходит, используя инструмент «Линия», «Прямоугольник» и «Текст». Основным элементами являются прямоугольники, которые необходимо расположить в правильном линейном порядке. Для этого удобно использование линии которые закрашиваются в соответствии со стандартом. Затем на отдельном слое выполняются подписи.

Завершающим этапом построения приложения является создание рамки, и штампа. Штамп создаётся по такому же принципу, как и сводная стратиграфическая колонка. Так как формат карты должен быть формата А1 (841 на 594 мм) создаваемый слой, для построения рамки, должен быть немного больше чем размеры листа формата А1.

Полученная карта может выводиться на печать или сохранятся в pdf. Пример построенной карты привидится на рисунке.

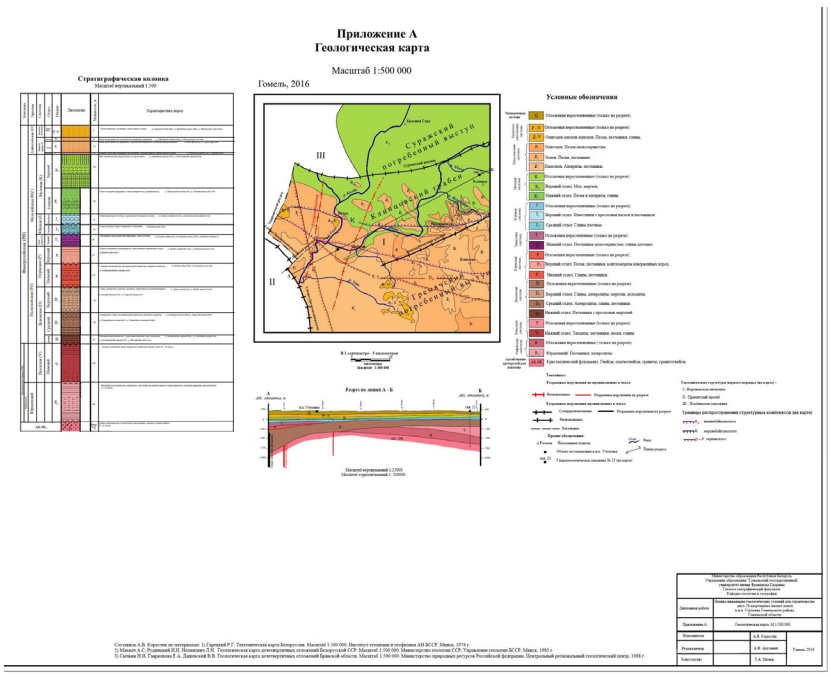


Рис. Пример построения геологической карты района исследования

Предложенная последовательность действий создания геологической карты подтвердила свою пользу при написании дипломных работ. Но построение данной карты осуществляется не только при помощи программы MapInfo, но и ряда других программ, например CorelDraw [1].

Литература

1. Верутин М. Г., Акулевич А. Ф., Трацевская Е. Ю. Формирование компетенций студентов-геологов выпускного курса на региональных моделях. Научно-методическая конференция «Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы: традиции и модернизация современного высшего образования», 10–11 марта 2016 г.: материалы: в 4 ч. Ч. 1 / редкол.: И. В. Семченко (отв. ред.) [и др.]. – Гомель: Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, 2016. – С. 149-153

САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РОГОВИК (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

А.С. Макшаков, Р.Г. Кравцова
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Золото-серебряное месторождение Роговик находится на периферии центральной части Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в северном замыкании Омсукчанского прогиба, в зоне сочленения крупных глубинных разломов, один из которых (Долинный) контролирует Догдо-Эрикитский ртутоносный пояс (Северо-Восток России) [1, 6, 8]. В результате проведенных нами исследований было установлено, что месторождение залегает среди интенсивно аргиллизированных вулканогенно-осадочных пород нижнемеловой омсукчанской свиты, сложенной преимущественно витрокластическими и пепловыми туфами риолитового состава и горизонтом полимиктовых туфогенных брекчий. Кроме золото-серебряных (Au-Ag), на месторождении широко проявлены руды преимущественно серебряного состава, отнесенные нами к более поздним серебро-полиметаллическим (Ag-Pb). На участках совмещения этих двух типов минерализации сформировалось наиболее богатое золото-серебро-полиметаллическое (Au-Ag-Pb) оруденение. Основной геохимический состав руд: Au-Ag – Au, Ag, Hg, As, Sb; Ag-Pb – Ag, Hg, As, Sb, Se, Pb, Zn, Cu, B; Au-Ag-Pb – Au, Ag, Hg, As, Sb, Se, Te, Pb, Zn, Cu, Bi, B, Ge. Концентрации Au в Au-Ag, Ag-Pb и Au-Ag-Pb рудах достигают 6.04 г/т, 0.19 г/т и 260 г/т, соответственно. В виде самородной формы золото встречается только в Au-Ag и Au-Ag-Pb рудах. В Ag-Pb рудах Au отмечается только в виде редкой примеси в пирите. Более подробные сведения о вещественном составе пород и руд месторождения и условиях их формирования даны в работах [2–5, 7].

Изучение состава самородного золота осуществлялось под микроскопом и с помощью микроанализатора JXA-8200 (JEOL Ltd., Япония). При проведении микроанализа были использованы волновой и энергодисперсионный спектрометры (г. Иркутск, ИГХ СО РАН, аналитик Л.А. Павлова). С целью исключения возможного захвата элементов из окружающих фаз при количественных определениях элементов-примесей анализировались зерна размером 5 мкм и более. Минимальный диаметр зонда составил 1 мкм.

В собственно Au-Ag рудах золотины образуют выделения изометричной, реже неправильной формы в кварцевых и кварц-полевошпатовых жилах и прожилках, где полевой шпат представлен адуляром. Часто золотины выполняют трещинки, выделяются в виде интерстиций, отмечаются в срастании с рудными минералами, в основном, с пиритом. Типично низкопробное самородное золото, состав которого однороден и близок к электруму (639…673 ‰). Преобладают золотины размером от тонкодисперсных (1…10 мкм) до мелких (10…70 мкм). Более крупные золотины (70…130 мкм) встречаются редко. В качестве постоянной примеси установлена только Hg, содержание которой в золотинах относительно низкое и не превышает 1.37 мас. % (табл. 1).

Таблица 1

Состав (мас. %) самородного золота. Au-Ag руды

n		*Au*	*Ag*	*Hg*	*Сумма*
1	Зерно 1	66.15	32.57	0.98	99.70
2		67.07	32.09	1.12	100.28
3		65.06	32.78	1.17	99.01
4	Зерно 2	63.90	33.86	0.83	98.59
5	Зерно 3	65.86	33.26	1.00	100.12
6	Зерно 4	65.86	32.47	1.11	99.44
7		66.89	31.79	1.06	99.74
8		64.65	33.54	1.17	99.36
9	Зерно 5	67.30	31.77	0.95	100.02
10	Зерно 6	65.31	33.63	1.37	100.31
11		65.18	32.34	1.32	98.84
12		73.63	24.62	0.62	98.87
13		66.43	31.38	1.14	98.95
14	Зерно 7	67.05	33.57	0.48	101.10
15		68.86	29.99	0.82	99.67
16		64.01	33.85	1.08	98.94

Примечание: Sb, As, Cu, Pb, Zn, Ni, Fe, Sn, Bi, Se, Ge, Te, S, Zr, Si, Na, Ca, K, Mn – не обнаружены. Здесь и в табл. 2: n – точки определения.

В Au-Ag-Pb рудах золотины образуют выделения разнообразной и самой причудливой формы. Приурочены они к кварцевым и кварц-полевошпатовым прожилкам, где полевой шпат, наряду с адуляром, представлен ортоклазом. В прожилках отмечаются альбит и хлорит. Золотины имеют крайне неоднородное строение, встречаются в сложных по составу агрегатах, где часто ассоциирует с Au- и Se-содержащим пиритом, селенидами серебра (науманнитом), реже с высокоселенистым самородным серебром. Размеры золотин варьируют от тонкодисперсных (менее 10 мкм) до крупных (до 320 мкм). Состав золотин крайне изменчив и

представлен практически всем рядом интерметаллидов: кюстелит – электрум – самородное золото (133…716 ‰). Преобладает электрум. В пределах зерен электрума установлены участки, соответствующие по составу крайне высокопробному самородному золоту (до 952 ‰). Из примесей отмечаются высокие содержания Hg (до 18.89 мас. %), появляются другие элементы-примеси, такие как Fe, Se, реже Cu, Zn (табл. 2, рис.).

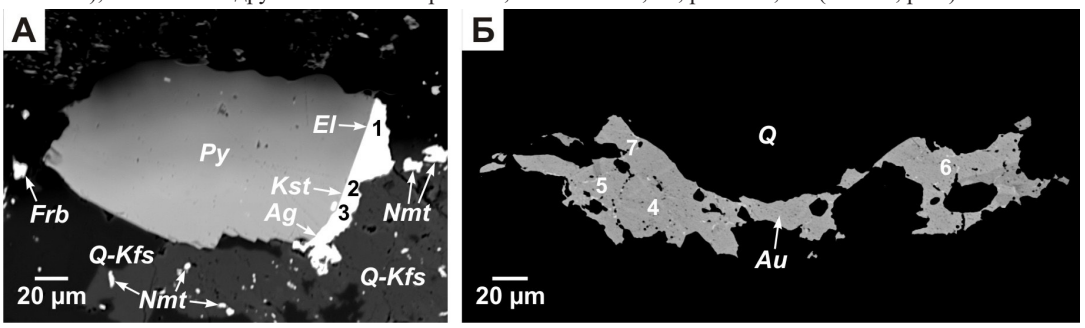


Рисунок. Au-Ag-Pb руды. А – срастание электрума пониженной пробности (El), кюстелита (Kst) и самородного серебра (Ag) с пиритом (Py) в кварц-КПШ агрегате (Q-Kfs), насыщенном мелкими и тонкодисперсными включениями науманнита (Nmt) и фрейбергита (Frb); Б – ксеноморфное выделение низкопробного самородного золота (Au) с участками высокопробного в кварце (Q). Изображения даны в обратно-рассеянных электронах.
1–7 на фото – точки определения содержаний элементов, указанных в табл. 2

Таблица 2

Состав (мас. %) самородного золота.
Au-Ag-Pb руды

n		*Au*	*Ag*	*Hg*	*Fe*	*Se*	*Cu*	*Zn*	*Сумма*
1	Зерно 8	25.14	62.63	12.60	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	100.37
2		19.11	59.76	18.03	2.23	<	<	<	99.12
3		13.31	71.99	14.06	<0.08	<	<	<	99.36
4	Зерно 9	60.66	29.39	10.43	<	<	0.41	<	100.89
5		95.17	1.27	1.93	0.14	<	<0.08	<	98.51
6		85.35	11.61	2.58	<0.08	<	<	<	99.54
7		91.89	6.99	0.90	<	<	<	<	99.78
8	Зерно 10	70.03	28.29	0.16	<	1.40	<	<	99.88
9		71.61	27.67	<0.08	<	1.09	<	<	100.37
10		71.00	27.33	2.28	<	<0.08	<	<	100.61
11	Зерно 11	31.80	55.47	11.92	<	<	0.09	<	99.31
12		32.86	50.50	16.88	0.65	<	<0.08	<	100.89
13		28.82	52.50	18.89	0.12	<	<	<	100.32
14	Зерно 12	59.82	29.74	10.87	<0.08	<	<	<	100.43
15		59.22	29.58	10.62	<	<	<	<	99.42
16	Зерно 13	16.25	65.65	17.03	0.23	<	<	0.11	99.27

Примечание: Sb, As, Pb, Ni, Co, Mo, W, Sn, Bi, Ge, Te, S, Zr, Si, Na, Ca, K, Mn – не обнаружены.

Таким образом, элементный состав примесей, уровень их концентраций, наряду с уровнем содержаний Hg в самородном золоте, в целом, достаточно отчетливо отражают геохимические отличия разной по типу минерализации, характеризующей месторождение Роговик. Для Au-Ag руд типично низкопробное самородное золото, по составу близкое к электруму и имеющее, в основном, однородный состав. Кроме Hg, содержание которой низкое, других примесей в нем не обнаружено. Для комплексных Au-Ag-Pb руд типичны золотины, имеющие крайне неоднородный состав, от кюстелита до низкопробного самородного золота. Увеличивается количество элементов-примесей (Hg, Fe, Se, Cu, Zn). Уровень концентраций Hg непостоянен и колеблется от «не обнаружено» до 18.89 мас. %. То, что самородное золото на месторождении широко представлено амальгамами, не типично не только для минерализации Омсукчанского прогиба, но и для Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в целом.

Выявленные особенности в составе золотин, большое разнообразие форм и размеров их выделения, появление неоднородных зерен электрума, с участками, крайне обогащенными золотом, говорят о сложных физико-химических условиях формирования рудной минерализации. Можно предположить, что это является результатом длительного полихронного характера их развития, обусловленного процессами, связанными с формированием серебряных руд, более поздних по отношению к Au-Ag оруденению. Появление высокортутистого самородного золота, вплоть до образования амальгам, можно объяснить приуроченностью месторождения Роговик к участку сочленения крупных разломов, один из которых (Долинный) контролирует Догдо-Эрикитский ртутоносный

пояс, с юго-восточный флангом которого связана выявленная ртутная специфика месторождения.

Находка высокортутистого золота в рудах месторождения Роговик говорит об уникальности этого объекта и возможной перспективе выявления на территории Омсукчанского прогиба нового нетрадиционного типа минерального сырья и новых рудных объектов, в том числе крупных и уникальных.

Литература

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Отв. ред.: А.И. Ханчук. Чл. ред. колл.: С.М. Родионов, Н.А. Горячев, В.К. Попов, В.В. Голозубов, В.В. Наумова / Владивосток: Дальнаука, 2006. – 981 с.
2. Журавкова Т.В., Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г. Физико-химические условия образования сульфоселенидов серебра на месторождении Роговик (северо-восток России) // Геология рудных месторождений. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 351 – 369.
3. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С. Оценка уровня эрозионного среза золото-серебряных зон эпитермального месторождения Роговик по геохимическим данным (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений. – 2016. – № 6. – С. 544 – 558.
4. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С., Павлова Л.А. Минералогия, состав, закономерности распределения и особенности формирования рудной минерализации золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 10. – С. 1739 – 1759.
5. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С., Тарасова Ю.И., Куликова З.И. Минералого-геохимические особенности вмещающих пород и руд золото-серебряного месторождения «Роговик» (Северо-Восток России) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН – Геология, поиски и разведка рудных месторождений. – 2012. – № 2 (41). – С. 11 – 22.
6. Кузнецов В.М., Палымская З.А., Пузырев В.П. и др. Золото-серебряное оруденение в криптовулканической структуре // Колыма. – 1992. – № 3. – С. 5 – 8.
7. Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г., Журавкова Т.В. Твердые растворы $Ag_2(S,Se)$ в рудах золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 12. – С. 2198 – 2211.
8. Шпикерман В.И., Горячев Н.А. Плитотектоническая металлогения складчатых систем аккреционного типа // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – С. 64 – 78.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ШЛИХО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Р.Х. Мансуров

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва, Россия

Представляемые результаты поисковых исследований получены в ходе проведения работ в рамках госконтракта Роснедра МПР РФ «Поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций». Объект исследований – рудопроявление Южное расположено в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади на восточном склоне Енисейского кряжа, в 120 км юго-восточнее пгт. Северо-Енисейский. Структурная позиция рудопроявления характеризуется его приуроченностью к зоне системы Ишимбинского рудоконтролирующего разлома в узле его пересечения секущими СВ разрывами. В геологическом строении принимают участие карбонатно-терригенные отложения сухопитской (погорюйская, аладьинская и карточки свиты) и тунгусикской (потоскуйская свита) серий, среднего и верхнего рифея, соответственно.

Методически шлихо-геохимические поиски осуществлялись согласно применяемой ФГУП ЦНИГРИ методике поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах [1]. С учетом повсеместно распространенных перекрывающих информативный элювиально-делювиальный слой дальнеприносных отложений опробование производилось, в среднем, на глубине 0,8-1,0 м. Это позволило получить наиболее представительные результаты о коренной золотоносности исследуемой площади.

В ходе выполнения работ проведен комплекс геохимических работ, включающий в себя геохимические поиски по потокам рассеяния, литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, шлихо-геохимические поиски. Лабораторно-аналитические методы включали в себя химико-спектральный на золото, ICP-MS, пробирно-атомно-абсорбционный, рентгено-фазовый анализы. Кроме того, проведены специализированные шлихо-минералогические исследования; изотопно-геохимические исследования.

Литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) в пределах рудопроявления осуществлялись как в стандартном площадном варианте (сеть опробования 200х20 м, глубина опробования 0,3-0,4 м), так и в профильном по линиям горных выработок путем опробования нижнего надкоренного информативного слоя элювиально-делювиальных отложений в копушах глубиной 0,8-1,0 м, бульдозерных расчистках глубиной 1 м и шурфах до коренных пород (интервал опробования 10-40 м, глубина опробования 0,8-1,0 м). По результатам площадного опробования установлено несколько контрастных ореолов Au. Последние образуют практически сплошное аномальное геохимическое поле (АГХП) размером около 1,5х2,2 км, в пределах которого локализуется

область максимально высоких (0,1-0,8 г/т) содержаний Au, шириной до 300 м. АГХП Au сопровождается ореолами Mn, при этом поля максимально высоких его содержаний (0,5-2%) практически совпадают с полями высокоаномальных содержаний Au. По периферии АГХП Au установлены аномальные поля Ag и Zn. По данным ICP-MS аномальное поле Au сопровождается повышенными содержаниями в ВОР As, W, Sb, Cu, Co и др.

В результате шлихо-геохимических поисков выявлено несколько шлиховых ореолов, среди которых наиболее контрастные отвечают положению золотоносных минерализованных зон в ВОР и первичных ореолах. В пределах последних шлиховые ореолы Au характеризуются содержаниями более 10 знаков Au на шлиховую пробу. Шлихо-геохимические аномалии сопровождаются шлиховыми ореолами пирита, оксидов и гидрооксидов Fe и Mn.

Размер выделений самородного золота, как правило, не превышает 0,15 мм; на крупное (более 0,5 мм) приходится не более 10% всего выявленного самородного золота. Последнее представлено разными морфологическими формами, среди которых выделяются цементационное, интерстициальное и трещинное золото. Цементационное золото, часто встречается в сростках с хрусталевидным прозрачным кварцем, железистым карбонатом. Интерстициальное золото – достаточно редко встречающаяся форма. Трещинное золото – распространенная форма, наиболее часто встречающаяся в кварцевых жильно-прожилковых зонах.

Кристаллы кубического пирита встречаются практически повсеместно в пределах рудопроявления, составляя до 90% объема шлиховых проб в пределах минерализованных зон. Кристаллы кубооктаэдрического и ромбододекаэдрического габитуса распространены ограниченно и, в основном, приурочены к зонам шлихо-геохимических аномалий. По данным ICP-MS содержания Au в пирите, в среднем, составляют 7-10 г/т. При этом, наиболее золотоносными являются кристаллы осложненных форм, в которых концентрации золота достигают 12 г/т. В кубических кристаллах пирита содержания Auне превышают первые граммы. Основные элементы примеси в кристаллах осложненных форм – As (до 2200 г/т), Cu (до 865 г/т), Zn (до 135 г/т), Pb (до 260 г/т).

Специализированные шлихо-минералогические исследования предусматривали изучение магнитной, электромагнитной (ЭМФ), тяжелой немагнитной (ТНФ) и легкой фракций шлиховых проб с целью изучения их минерального состава, распределения золота и сопутствующих элементов. Наиболее детально изучался материал ЭМФ и ТНФ шлиховых проб. ЭМФ представлена преимущественно гидрооксидами железа, гетитом (гидрогетитом), образованных по минералам железо-магнезиальных карбонатов (анкерит, сидерит). Наибольшее их распространение отмечается в зонах развития метасоматических изменений вмещающих пород – пиритизации, железо-магнезиальной карбонатизации и линейных кварцевых жильно-прожилковых зонах. В меньшей степени распространены сульфидные минералы, на 99% представленные пиритом.

Основным минералом ТНФ является пирит различных кристаллографических форм, среди которых наиболее распространены кубические кристаллы (до 90 об.%). Осложненные формы пирита также весьма распространены, часто составляют до 20% объема шлиховых проб. Среди осложненных форм преобладает кубоктаэдры; октаэдрические формы пирита достаточно редки и составляют первые %. Пентагондодекаэдрические формы пирита— распространенная форма выделения, но составляет не более 5 % навески, однако в отдельных пробах в пределах минерализованных зон может достигать 30%. Особенностью этой формы пирита является уплощенный габитус кристаллов. Часто отмечается совместное наличие в пробах значительного количества пентагондодекаэдрических кристаллов пирита и знаков самородного золота. В основном, это характерно для центральных частей ореолов максимальной вкрапленной пиритизации.

Установлено, что наиболее контрастно золотоносные минерализованные зоны фиксируются по аномальным концентрациям золота и элементов-спутников именно в ЭМФ и ТНФ шлиховых проб. Анализ распределения золота и сопутствующих элементов в этих фракциях показал, что средние содержания золота (около 8 г/т) в них практически не отличаются, тогда как концентрации As, Sb, Bi, W, Cu, Mo, Ni, Co, Pb, Zn в ЭМФ в 1,6-2,7 раза выше. Корреляционным анализом в обеих фракциях установлена практически идентичная структура корреляционных связей с золотоносной Au – As – Bi и сопутствующей ей Cu – Ni – Co – Mn ассоциациями. Кроме того, установлены значимые положительные корреляционные связи в рядах Na – K, Ca – Mn – Sr.

По результатам изотопно-геохимических исследований установлено, что особенностью золотоносной сульфидной минерализации рудопроявления Южное является аномальное обогащение пирита тяжелым изотопом серы ($\delta^{34}S = +14.0…+17.0‰$ – в пределах золотоносных минерализованных зон и $\delta^{34}S = +17.0…+19.0‰$ – в околорудном ореоле). При этом, в ряду золоторудных объектов Енисейского кряжа рудопроявление Южное занимает наиболее высокое стратиграфическое положение и характеризуется максимальными значениями $\delta^{34}S$ что позволяет предполагать существование региональной изотопно-геохимической зональности [2]. В этой связи, интересно отметить, что по изотопно-геохимическим характеристикам карбонатов и сульфидов ближайшими аналогами рудопроявления Южное являются стратиформные свинцово-цинковые месторождения, локализованные в вышележащей терригенно-карбонатной толще (токминская свита тунгусикской серии верхнего рифея). Примечательно, что по указанным изотопно-геохимическим особенностям золотоносной минерализации рудопроявление Южное может быть сопоставлено с месторождениями “карлинского” типа [4], характеризующихся существенно карбонатным составом рудовмещающих толщ, стратифицированным характером рудных тел, прожилково-вкрапленным оруденением, сульфидным составом руд с тонкодисперсными выделениями золота в сульфидах [3, 4].

Концентрации золота и сопутствующих элементов в первичных ореолах (ПО) определялись бороздовым опробованием полотна бульдозерных траншей до коренных пород и керновым опробованием скважин колонкового бурения. В результате установлено несколько ПО золота – наиболее представительный ПО с концентрациями более 0,1 г/т выявлен в центральной части рудопроявления; его мощность более 60 м. В пределах последнего по данным опробования керна скважин установлены маломощные (до первых десятков метров) ореолы (эпицентры)

с наиболее высокими концентрациями золота (более 0,3 г/т). По данным бороздового опробования траншей на дневной поверхности ореол распадается на несколько маломощных (первые метры) зон. Содержания золота в пределах эпицентра повышенных концентраций в отдельных пробах достигают 6,5 г/т.

Таким образом, по результатам специализированных минералого-геохимических, шлихо-минералогических и изотопно-геохимических исследований выявлены золотоносные минерализованные зоны рудопроявления Южное, установлены основные закономерности и особенности состава золотоносных образований. Выявлена высокая информативность шлихо-минералогического метода, в частности, изучение электромагнитной и тяжелой немагнитной фракций шлиховых проб. Установлена высокая значимость и представительность опробования (литохимического по ВОР, шлихового) нижнего информативного малосмещенного слоя элювиально-делювиальных отложений, в рассматриваемом случае на средней глубине 0,8-1,0 м, позволяющего уже на ранней стадии изучения перспективных площадей и участков определять масштабы золотоносности исследуемого объекта, с высокой точностью устанавливать положение золотоносных минерализованных зон для последующей проходки горных выработок, исключая безрудные интервалы и, таким образом, существенно минимизировать объемы горно-буровых работ при поисковых исследованиях.

Литература

1. Иванов А.И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы, 2014. – № 1. – С. 36 – 42.
2. Кряжев С.Г., Гриненко В.А. Изотопный состав серы золоторудных месторождений основных типов // XIX симпозиум по геохимии изотопов им. Академика Виноградова. Тезисы докладов. ГЕОХИ РАН. – М.: Акварель. – 2010. – С. 191 – 193.
3. Cline J.S. Carlin-type gold deposits in Nevada: Critical geological characteristics and viable models // Economic geology, 2005. – V. 100. – P. 451 – 484.
4. Stenger D.P., Kesler S.E., Peltonen D.R., Tapper C.J. Deposition of gold in Carlin-type deposits: The role of sulfidation and decarbonation at Twin Creeks, Nevada // Economic geology, 1998. – V. 93. – № 2. – P. 201 – 215.

МИНЕРАЛО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД УЧАСТКА КУРСАГАШ-1 МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЕЗЕНЬ

В.А. Милованова

Научный руководитель: профессор Ворошилов В.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Селезеньское месторождение марганцевых руд расположено в Таштагольском районе Кемеровской области, в 65 км к юго-западу от районного центра, в экономически развитом регионе.

Месторождение Селезень находится в пределах позднерифейско-раннекембрийского (субокеанического) мегакомплекса, слагающего группу аллохтонных блоков на Салаире, Горном Алтае и в южной части Горной Шории. Вещественную основу этого мегакомплекса составляют кремнисто-карбонатно-глинистая породная ассоциация, объединенная в венд-нижнекембрийскую эсконгинскую свиту, и осадочно-вулканогенная нижнекембрийская манжерокская свита [1]. Геологическое строение площади существенно осложнено наличием коры выветривания.

Участок Курсагаш-1 расположен на правом борту руч. Курсагаш, правого притока р. Селезень, в 800 метрах от его устья. В его геологическом строении принимают участие отложения венда-нижнего кембрия, палеоген-нижнеплейстоценового и плейстоцен-голоценового возрастов, четвертичные отложения, остаточная кора выветривания мел-палеогенового возраста и переотложенные продукты кор выветривания палеоген-нижнеплейстоценового возраста, слагающие здесь неширокую карстовую депрессию северо-западного простирания. Интрузивных образований на участке не встречено.

На участке Курсагаш-1 в уступах горных выработок встречаются линзочки марганцевой руды и прослои слабо омарганцеванных сланцев. Сланцы темно-серого, темно-зелёного, ярко-малинового цвета, текстура – полосчатая и пятнисто-полосчатая. Рудные марганцевые образования в сланцах преимущественно тёмно-бурого и черного цветов. Такие проявления марганцеворудной минерализации относятся к инфильтрационному генетическому типу. Их мощность составляет 10÷20 см, в редких случаях до 50÷80 см. Содержание марганца в омарганцованных прослоях и линзочках составляет 2÷4,5 %, реже более 5 %.

На участке Курсагаш-1 выявлено семь рудных тел. Наиболее крупными являются 1, 2 и 3 рудные тела. Они залегают преимущественно в светло-серых и черно-серых омарганцованных маршаллитах, мощность которых на участке превышает 50 м.

В пределах участка Курсагаш-1 руды по условиям образования, морфологическим особенностям и минералогическому составу подразделяются на два типа: валунчатые марганцевые руды и сажисто-обломочные. Валунчатые марганцевые руды представляют собой рыхлую руду порошковатой и землистой текстуры, состоящей из тонкого рудного материала, а также глинисто-песчаной смеси, в которой присутствуют плотные обломки окисленных руд полуокатанной формы размером от 0,2 до 30÷50 см, бурых железняков и кремнистых маршаллитизированных пород. К сажисто-обломочным относятся руды, которые представляют собой маршаллит,

обогащенный тонкодисперсными марганцевыми минералами, с редкими плотными обломками марганцевых руд, размер которых не превышает 2,5÷3,0 см.

На участке Курсагаш-1 присутствуют марганцевые, марганцево-железистые и железо-марганцевые руды, которые имеют достаточно сложный текстурно-структурный рисунок, часто обусловленный развитием колломорфных (концентрическо-зональных) и других структур. Текстура руды при этом массивная, почковидная, прожилковая.

Марганцевые, марганцево-железистые и железо-марганцевые руды порошковатой текстуры, тесно ассоциируются с глинистыми минералами и кварцем. Тонкодисперсные оксиды и гидроксиды марганца и гидроксиды железа имеют скрытокристаллическую структуру. Размер индивидов этих минералов по данным электронной микроскопии обычно не превышает 7 мкм (0,007 мм).

Марганцевые минералы большей частью присутствуют в тесной ассоциации друг с другом и являются гипергенными. Главные рудные минералы – псиломелан и гетит, в подчиненном количестве присутствует пиролюзит, реже браунит.

Главным породообразующим минералом является кварц, второстепенные фазы представлены мусковитом, гидрослюдой, каолинитом. В весьма незначительном количестве присутствует кальцит.

По минеральному составу руды в значительной своей части могут быть отнесены к пиролюзит-псиломелановому типу.

Псиломелан присутствует как в виде самостоятельных обособлений, так и является преобладающим минералом в рудных агрегатах. В основном псиломелан имеет скрытокристаллическое (рис. 1), иногда колломорфное строение, часто представлен корродированными, скорлуповидными выделениями. Местами носит следы дробления. Границы с породообразующими минералами неровные, извилистые.

Пиролюзит присутствует в подчиненном количестве и входит в состав полиминеральных рудных агрегатов, имеет более высокое отражение по сравнению с другими рудными минералами. В основном присутствует в тесной ассоциации с псиломеланом, цементируя его зерна (рис. 1.), то есть является по отношению к псиломелану более поздним. Структура пиролюзита скрыто-тонкокристаллическая, очень редко колломорфная.

Браунит образуется на границе зерен кварца и псиломелана и, вероятно, является продуктом их взаимодействия (рис. 2).

Гетит является одним из главных рудных минералов, который распределен в руде неравномерно и представлен несколькими разновидностями. Гетит образует рудные агрегаты, в ассоциации с ним всегда присутствуют гидроксиды марганца. Отмечаются почковидные образования гетитового состава, но гораздо чаще их фрагменты. В кремнистых породах и сланцах гетит присутствует в виде вкрапленности, развивается в межзерновых пространствах постепенно корродирует породообразующие кварц и глинистые минералы. По отношению к пиролюзиту является более поздним (рис. 1). В ассоциации с гетитом присутствует гидрогетит.

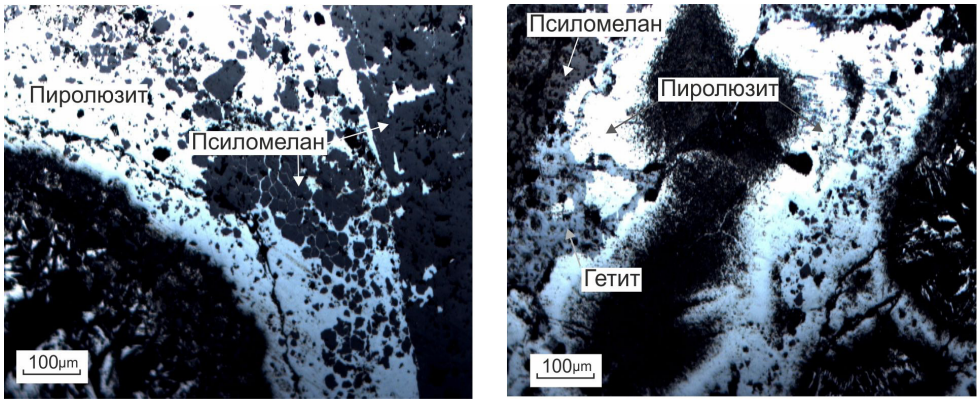


Рис. 1. Взаимоотношения марганцевых минералов, кварца и гетита. Отраженный свет. Николи скрещены

С помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра HORIBA XGT 7200 нами установлен химический состав образцов пород и выявлен характер распределения основных элементов в рудах и минералах (рис. 2).

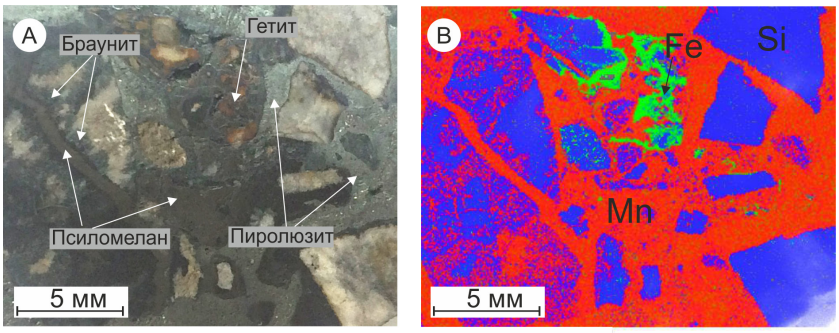


Рис. 2. Брекчиевидная марганцевая руда: А – полированный штуф; В – распределение Mn, Si и Fe по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Усредненный химический состав марганцевой руды участка Курсагаш-1, по данным рентгенофлуоресцентного анализа, приведен в таблице.

Таблица

Валовый химический состав руд участка Курсагаш-1

Окисел	MnO_2	SiO_2	BaO	K_2O	Fe_2O_3
Среднее арифметическое	75,2	12,5	5,2	0,5	6,6
Разброс значений	28,5–100	0–59	0–18,1	0–1,8	0–26,7

В результате детального картирования состава минеральных зерен установлено, что пиролюзит практически не содержит примесей, содержание окислов марганца достигает в нем 100 %. Псиломелан всегда содержит примеси калия и бария, что является обычным для данного минерала.

Литература

1. Быч А.Ф., Батырев А.И. Марганцевые месторождения Кемеровской области // Руды и металлы. – 1998. – № 2. – С. 22–28.

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОРОД И РУД ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)

С.Н. Мицых

Научный руководитель: зав. кафедрой ГРПИ Р.Ю. Гаврилов, доцент каф. ГРПИ Е.А. Синкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В большинстве случаев промышленное золотое оруденение локализуется в участках земной коры, характеризующихся повышенными значениями магнитного поля. Как известно, единственным сульфидным минералом-ферримагнетиком, образовавшемся в процессе гидротермально-метасоматического преобразования пород в золоторудных месторождениях, является пирротин. При рассмотрении данного минерала следует иметь в виду, что магнитными свойствами обладает только пирротин, кристаллизующийся в моноклинной сингонии.

Целью работы явилось изучение магнитной восприимчивости пород и руд месторождения Чертово Корыто и сравнение полученных результатов с распределением содержания золота для уточнения прогнозно-поискового комплекса на данный тип оруденения.

Месторождение Чертово Корыто расположено на востоке Иркутской области в Патомском нагорье. Оно является типичным представителем мезотермального золотого оруденения [2].

Рудная залежь протяженностью 1,5 км, мощностью 150 м полого погружается на запад на расстояние до 500 м, в центральной части в соответствии со стратификацией вмещающей толщи раннепротерозойских углеродистых терригенных сланцев михайловской свиты. Залежь сложена апосланцевыми метасоматитами пропилит-березитового состава с жильно-прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-кварцевой минерализацией.

Измерение магнитной восприимчивости штуфных образцов горных пород и руд проведено прибором КТ-10. Изучена магнитная восприимчивость 756 образцов, отобранных из скважин одной из центральных разведочных линий – БЛ 19. Пробы на золото, при средней длине керновой пробы 1 метр, анализировались пробирным, а также атомно-абсорбционным методом.

В пределах крупнообъемного метасоматического ореола пирротин входит в состав трех минеральных комплексов [1]: кварц-рутил-апатит-пирит-пирротиновый, кварц-пирит-арсенопирит-пирротиновый с золотом, кварц-полиметаллический с золотом.

Ранговым корреляционным анализом по разведочной линии БЛ 19 (n=756) установлена значимая положительная взаимосвязь между содержанием золота и показателем магнитной восприимчивости – r=0,22. В то же время, как видно из табл., содержания золота и показателя χ по буровым скважинам БЛ 19, характеризуются различными коэффициентами корреляции. При этом значимая корреляционная связь между Au и χ установлена в большинстве скважин.

Чрезвычайно неустойчивый характер взаимосвязи между содержанием золота и показателем магнитной восприимчивости в скважинах, но значимая положительная корреляционная связь между показателями по БЛ 19 в целом, свидетельствует об их сложной взаимосвязи на различных уровнях оруденения.

На месторождении Чертово Корыто пирротин является единственным минералом, обладающим повышенной магнитной восприимчивостью. Таким образом, аномальные значения показателя, прежде всего, обусловлены наличием ферримагнитного моноклинного пирротина. Распределение значений показателя χ по БЛ 19 варьирует от 9×10^{-6} до 1×10^{-2} ед. СИ (рис.). В пределах контура промышленного оруденения значения показателя χ превышают 1×10^{-3} ед. СИ.

Таблица

Статистические параметры распределения содержания золота и показателя магнитной восприимчивости по скважинам БЛ 19

№№ Скважин		190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
n		96	94	100	93	78	72	69	78	45	31
r		**0,25***	**0,52**	0,07	**0,49**	0,14	**0,33**	0,16	**-0,28**	-0,12	**-0,38**
Au	$x_{ср}$, *г/т*	0,21	0,50	0,45	0,62	0,40	1,01	4,96	0,31	0,38	0,25
χ	$x_{ср}$, *n×10⁻³*	0,71	0,94	1,19	1,55	1,25	1,07	0,69	0,91	0,97	0,92
Au	*V, %*	271	201	206	209	243	358	755	162	107	225
χ	*V, %*	141	91	112	116	100	107	176	130	145	102

Примечание. n – количество проб, r – ранговый коэффициент корреляции, $x_{ср}$ – среднее значение, V,% – коэффициент вариации; * – жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляционной связи

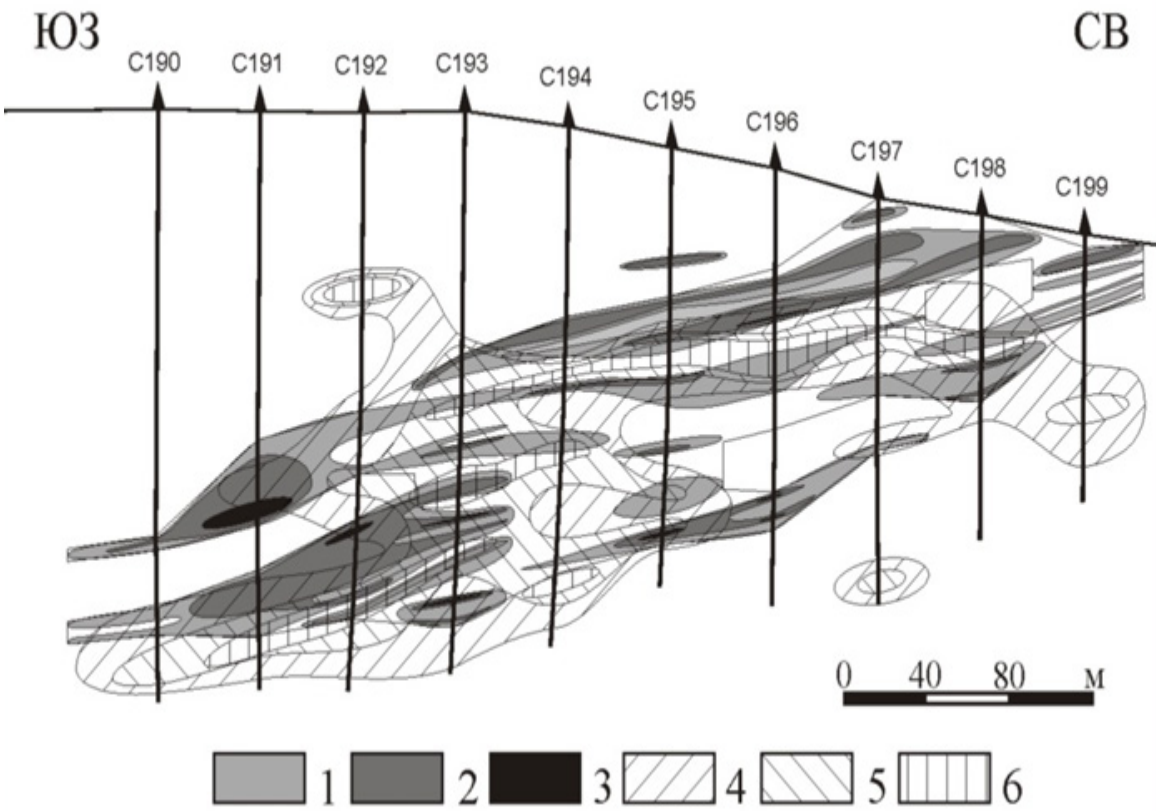


Рис. Распределение золота и показателя магнитной восприимчивости по БЛ 19. 1–3 – содержание золота, г/т: 1 – 0,5…1; 2 – 1…3; 2 – > 3; 4–6 – значения магнитной восприимчивости, n×10⁻³ ед. СИ: 4 – 1…1,5; 5 – 1,5…2; 6 – > 2

Показатель χ проявляет устойчивую пространственную взаимосвязь с распределением золота. Установлено, что высококонтрастные аномалии золота разобщены в пространстве с ореолами показателя магнитной восприимчивости пород и руд, что, в свою очередь, выражается в сложной корреляционной связи между показателями на различных уровнях оруденения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 16-35-00041\16).

Литература

1. Вагина Е.А. Минеральные комплексы руд и генезис золоторудного месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 63–69.
2. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Петролого-геохимические черты рудовмещающего метасоматического ореола золоторудного месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 11–20.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ КАЛБА-НАРЫМСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ПОЯСА

Т. А. Ойцева

Научный руководитель профессор Б. А. Дьячков

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

В настоящее время в Казахстане остро стоит проблема воссоздания собственной минерально-сырьевой базы редких металлов и, в первую очередь, тантала, ниобия и бериллия, которые широко используются в сфере высоких технологий (атомная промышленность, ракетная техника, производство твердых сплавов и др.). В пределах территории Большого Алтая основные редкометалльные месторождения (Ta, Nb, Be, Li, Sn, W) сосредоточены в Калба-Нарымской металлогенической зоне. Эта структура ограничена Теректинским и Калба-Нарымским глубинными разломами, отделяющими ее соответственно от Иртышской зоны смятия (на северо-востоке) и Западно-Калбинской зоны (на юго-западе). Калба-Нарымская зона линейно вытянута в северо-западном направлении более чем на 500 км при ширине 20-50 км. По новому районированию в структурах Большого Алтая она выделяется под названием Калба-Нарым-Бурчумская зона и соответствует Калба-Нарымскому редкометалльному поясу (КНП), северо-западный фланг которого в России перекрыт рыхлыми отложениями Западно-Сибирской впадины, а юго-восточный прослеживается в Китай.

Особенности геологии и металлогении

Калба-Нарымская зона - это главная редкометалльная структура Восточного Казахстана. По новым теоретическим представлениям это чужеродный блок земной коры (террейн), погруженный осколок континентальной плиты, дрейфовавший в Палеоазиатском океане и причленившийся к структуре Большого Алтая в стадию герцинской коллизии. В глубинном строении поясу отвечают прогибы докембрийского и каледонского фундамента, земная кора имеет повышенную сиаличность с увеличенной мощностью метагранитового слоя (до 12 км) [1].

Калба-Нарымский редкометалльный пояс в геофизических полях характеризуется отрицательными магнитными аномалиями и региональным гравитационным минимумом. Продольная модель формирования пояса, с учетом материалов ряда исследователей (П.В. Сериков, Г.М. Щук, В.В. Лопатников), показывает, что Калба-Нарымский плутон представляет крупное плитообразное тело (мощностью 5-6 км) этажного внутреннего строения, с корневыми ответвлениями в магмопроводящих каналах, проникающими в метагранитный слой на глубину 12-14 км. Очаги магмообразования, судя по составу гранитных выплавок, зарождались в метагранитном слое или на границе его с метадиоритом. Зоны тепломассопотоков проникли и верхней мантии по системе глубинных разломов [1]. По уровню становления гранитоиды плутона относятся к мезоабиссальной фации с размещением верхней кромки массивов на глубине 3-4 км. Величина эрозионного среза отдельных гранитных массивов достигает более одного километра. Гранитоидные интрузии прорывают тонкослоистые отложения кыстав-курчумской и такырской свит, лишь отдельные апофизы проникают в массивные толщи песчаников раннего карбона, которые являются своеобразным структурно-литологическим экраном для Калба-Нарымского плутона в целом.

В Калба-Нарыме, по сравнению с другими рудными поясами Большого Алтая, доминируют месторождения редких металлов пегматитового, альбитит-грейзенового, грейзеново-кварцевожильного и других рудно-формационных типов (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W и др.) [2]. Ведущий геолого-промышленный тип месторождений редкометалльных пегматитов генетически связан с гранитами калбинского комплекса (P_1). В лейкогранитах монастырского комплекса (P_2) проявлены только камерны хрусталеносные пегматиты и вольфрамоносные гидротермалиты. Дайки миролюбовского комплекса практически являются безрудными [4].

По районированию выделяются четыре рудных района: Шульбинский (потенциальный), Северо-Западно-Калбинский, Центрально-Калбинский и Нарымский. Промышленное значение имеет в основном Центрально-Калбинский рудный район, объединяющий месторождения редкометалльных пегматитов (Бакенное, Белая Гора, Юбилейное и др.), которые разрабатывались Белогорским комбинатом до 1994г., но в настоящее время законсервированы. Известны также две рудные зоны (Гремячинско-Киинская, Карагоин-Сарыозекская) и 22 рудных узла. Всего 405 рудных объектов, из них 25 месторождений, остальные – рудопроявления и точки минерализации. Сейчас, учитывая возросший интерес на мировом уровне к танталу и другим редким металлам, главная проблема заключается в воссоздании и укреплении редкометалльно-сырьевой базы региона.

В последние годы в процессе выполнения научно-исследовательских работ по проблеме «Большой Алтай» (геология и металлогения) с новых теоретических позиций- гипотезы глобального мобилизма уточнены закономерности размещения редких металлов (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W) в Рудном Алтае, Калбе и Жарма-Сауре, выделены основные редкометаллоносные структуры (металлогенические зоны, рудные районы, рудные зоны и узлы) с отражением их на прогнозно- металлогенических картах масштаба 1:500 000, 1:200 000 и детальнее.

Прогнозно-поисковые критерии

При оценке перспектив Калба-Нарымского пояса на редкие металлы учитывались известные и новые металлогенические построения, и поисковые критерии [1, 3, 4, 5].

1. Калба-Нарым рассматривается как чужеродный блок ЗК (террейн), причленившийся к структуре Большого Алтая в стадию герцинской коллизии. Главные рудоносные структуры приурочены к блокам ЗК сиалического профиля с повышенной мощностью метагранитного слоя и земной коры в целом. Зарождающиеся

магматичечексие очаги в гранитно-метаморфическом или метагранитном слое обогащались Ta, Nb, W, Sn и другими элементами.

2. Гранитный пояс имеет региональное развитие (протяженность более 500 км), его продолжение на северо-западном и юго-восточном флангах зафиксировано геолого-геофизическими методами. Такая большая масштабность распространения гранитоидов подчеркивает достаточно высокие энергетические и материальные ресурсы для процессов рудообразования. Структурно-металлогеническая модель КНП отражает связь рудно-магматических систем с глубинными зонами ЗК и верхней мантии и, следовательно, гранитоидный пояс сформировался в результате длительной глубинной эволюции вещества литосферы.

3. Наиболее рудоносными представляются гранитные интрузии, формирующиеся в мобильной геодинамической обстановке, что способствует более интенсивному протеканию процессов рудообразования в неравновесных РТ-условиях и, в конечном итоге, формированию промышленных месторождений (Прииртышский, Белогорский массивы); напротив, более спокойные тектонические условия кристаллизации относительно малоподвижных и вязких гранитных расплавов приводят к рассеянию РЭ и слабой рудоносности гранитов (массивы Каиндинский, Дубыгалы, Сибинский и др.).

4. На новом этапе изучения вновь почеркивается рудоконтролирующая роль широтных глубинных разломов древнего заложения и длительной активизации, особенно в узлах их пересечения с северо-западными, северо-восточными или меридиональными дизъюнктивами (Гремячинско-Киинский, Асубулакский, Белогорский, Миролюбовский и др.), которые контролировали размещение промышленных редкометалльно-пегматитовых месторождений (Бакенное, Юбилейное, Белая Гора и др.).

5. Для концентрации редкометалльного оруденения наиболее перспективны апикальные части и надинтрузивные зоны гранитных массивов, их апофизы, скрытые купола и тектонически ослабленные зоны во вмещающих породах, насыщенные жильными образованиями. По геолого-геофизическим данным основные рудные узлы и рудные поля пространственно размещаются в утолщенной части грантных массивов, над магмопроводящими «корнями» или по их периферии.

6. Важное значение придается разработанной модели ритмично-пульсационного процесса эволюции гранитоидного магматизма и редкометалльного оруденения, установлению генетической связи редких металлов с определенными магматическими комплексами и конкретными интрузивными фазами, выявлению критериев и признаков различия рудоносных гранитоидов от слаборудоносных или безрудных (геотектонические, петрохимические, минералого-геохимические), рассмотренные в специальной работе.

7. В результате выполненной геолого-промышленной типизации рудных объектов главное внимание должно уделяться поискам и оценке месторождений редкометалльных пегматитов многокорневой жильной морфоструктуры, сформированной в условиях надинтрузивной и внутриинтрузивной рудно-магматических систем.

Проведенные исследования показали, что в Калба-Нарымской зоне сохраняются перспективы на обнаружение новых месторождений редких металлов [1, 3]. Наиболее перспективными являются фланги гранитоидного пояса, перекрытые чехлом рыхлых отложений (Шульбинский рудный район), и скрытые гранитоидные массивы, выделяемые по геолого-геофизическим данным (Манат-Черновинская площадь и др.). Необходимо продолжить доизучение известных рудных полей и месторождений (Огнёвско-Бакенное, Асубулакское, Белогорское, Актобе-Кварцевое и др.) с применением современных технологий минерагенического и геохимического картирования.

Литература

1. Большой Алтай: (геология и металлогения). Кн.2. Металлогения. Алматы: РИО ВАК РК, 2000-400 с.
2. Дьячков Б.А., Майорова Н.П., Никитина Т.М, Артемьева Е.Л. Основные типы редкометалльных месторождений Калба-Нарыма// Геология Казахстана. 2002. №1. С. 25 – 33.
3. Минерально-сырьевые ресурсы тантала, ниобия, бериллия, циркония и фтора: геология, экономика, технология: 20-22 августа 2003 г. /Сборник докладов, Усть-Каменогорск, 2003. – 416 с.
4. Ойцева Т. А., Кузьмина О. Н., Мурзинцев Н. Г., Котлер П. Д. «Rare metal structures, mineral types and age of the pegmatite deposits of Qalba-Narym granitoid belt» // Восьмая международная Сибирская конференция молодых ученых по наукам о Земле, г. Новосибирск, Россия, 2016. С. 216 – 217.
5. Ойцева Т. А., Кузьмина О. Н., Дьячков Б. А. Перспективность основных металлогенических структур Калба-Нарымского редкометального пояса Большого Алтая // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. посвященного 120 – летию со дня основания ТПУ. Т. 1, Томск, 2016, с. 243 – 245.

ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ЗОЛОТО-СКАРНОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

А.В. Окулов
Научный руководитель главный научный сотрудник В.П. Новиков
Федеральное государственное унитарное предприятие
Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов,
г. Москва, Россия

Топольнинское рудное поле, выделяемое в составе Ануйского медно-золоторудно-россыпного узла отвечает блоку северо-западного простирания, сложенному интенсивно тектонически нарушенными терригенно-карбонатными толщами (S_1-D_1), вмещающими массивы гранитоидов габбро-гранодиорит-гранитной формации (D_2). С последними сопряжено золотое оруденение, представленное золотоносными скарнами, скарноидами и жильно-прожилковыми зонами золото-сульфидно-кварцевого состава, которые совмещены на ряде объектов.

Изучение геологического строения и вещественного состава золоторудных объектов связано с работами М.Ф. Розена, М.А. Якупова, В.С. Рузаева, В.А. Рожченко, Н.П. Бедарева [1], А.И. Гусева [1], Н.И. Гусева, Р.В. Рузаева, В.Г. Ворошилова, Т.В. Тимкина, О.В. Савиновой [5], Б.Г. Семенцова и др. В большинстве этих публикаций с той или иной степенью детальности затрагиваются вопросы типоморфизма золота: морфология и размеры, характер срастаний, отмечается изменение пробности. А.И. Гусевым обосновано присутствие дисперсного золота в значительных концентрациях в ряде рудных минералов [2]. Однако ряд важных характеристик золота, а главное сравнительный анализ типоморфных свойств золота из скарнов и жильно-прожилковых зон золото-сульфидно-кварцевого состава не был проведен.

В рудном поле известны проявления, золотоносность которых обусловлена наличием только золотоносных скарнов (проявление Сухая Грива и др.), а так же объекты, где наряду с золотоносными скарнами и скарноидами локализованы прожилковые и жильно-прожилковые минерализованные зоны золото-сульфидно-кварцевого состава (проявления Баяниха, Лог-26). Проводившиеся автором исследования ставили целью изучить и сопоставить характеристики самородного золота из скарнов, скарноидов и жильно-прожилковых зон.

Изучение самородного золота из тел золотоносных скарнов проявления **Сухая Грива** показало, что золото в рудах весьма мелкое при подчиненной роли мелкого и среднего классов крупности (встречаются частицы до 1.6 мм). Золото правильных форм встречается редко и представлено изометричными и искаженными кристаллами, и их сростками. Преобладают частицы неправильного типа (комковидные и комковидно-ячеистые, интерстициальные, реже трещинно-прожилковые). Заметная доля принадлежит частицам смешанного (гемиидиоморфного) типа, которые представлены главным образом цементационными формами (комковидные, комковидно-ячеистые) с кристаллическими выступами. В целом в рудах преобладает свободное золото. Кроме того, встречаются характерные для золото-скарновых объектов срастания золота с рудными (висмутин и тетрадимит), и нерудными минералами (гранат, клинопироксен, амфибол, карбонат).

По результатам изучения химического состава отчетливо выделяется два типа золота, связанные с формированием постскарнового кварц-карбонат-хлорит-актинолит-эпидотового минерального комплекса:

- **золото-I пробностью 878…890 ‰** с постоянными примесями **теллура** (среднее 0,05 %) и **висмута** (среднее 0,14 %), и незначительными и спорадическими примесями вольфрама, платины, мышьяка, меди, цинка и ртути (среднее 0,01 %). На долю примесей приходится **0,24 %**;
- **золото-II пробностью 774…835‰** с постоянными примесями **теллура** (0,08 мас. %) и **висмута** (0,16 мас. %), а так же **ртути** (0,10 мас. %), редкими и спорадическими примесями платины, меди, цинка, мышьяка (среднее 0,01 %). На долю примесей приходится **0,40%**.

Таким образом, наибольшие концентрации образуют примеси висмута и теллура, которые в целом характерны для золота в скарнах; наблюдается тенденция к увеличению их концентраций при уменьшении пробности золота. Значительная примесь ртути отмечается только в менее высокопробном золоте-II. Примеси остальных элементов (вольфрам, платина, мышьяк, медь, цинк) незначительны и, как правило, не превышают 0,01%. Примечательно, что в золоте-I, которое образует срастания с содержащими висмут и теллур висмутином и тетрадимитом, концентрации этих элементов ниже, чем в золоте-II, которое подобных срастаний не образует. Вероятно, при наличии серы висмут и теллур формируют собственные минералы, а при её недостатке они входят в состав самородного золота. Сходная картина была отмечена для примеси меди в золоте из золотоносных скарнов Синюхинского месторождения [4].

Изучение внутреннего строения золота-I и золота-II показало, что золото преимущественно монозернистое, реже имеет двойниковое строение. Гипергенные преобразования золота фиксируются появлением единичных высокопробных межзерновых прожилков и тонких коррозионных оболочек.

На проявлении **Баяниха**, являющегося представителем объектов второй группы, в зонах окварцевания золото преимущественно весьма мелкое, редко достигает 1,3 мм, обычно неправильных цементационных и трещинных форм. Правильные формы – редкие плохо ограненные изометричные и уплощенные кристаллы. Преобладают неправильные (трещинно-прожилковые, комковидные, ячеистые частицы) и смешанные формы. Гемиидиоморфные формы представлены комковидно-ячеистыми, реже трещинно-прожилковыми выделениями с кристаллическими выступами по периферии, а так же несовершенными кристаллами.

В отличие от зон окварцевания, в скарнах и скарноидах этого проявления преобладает весьма мелкое золото и

лишь в редких случаях его выделения достигают 0.6 мм. Как и на проявлении Сухая Грива, для золота из скарнов и скарноидов проявления Баяниха характерно преобладание неправильных форм – трещинных и комковидных, несколько шире распространены кристаллы, их сростки и гемиидиоморфные частицы. Таким образом, золото из кварцевых жил и окварцованных пород морфологически сходно с золотом из скарноидов и скарнированных пород. Характерно преобладание свободного золота. В зонах окварцевания золото встречается в срастании с арсенопиритом, сульфидами и кварцем. В скарнах и скарноидах проявления Баяниха золото образует срастания с минералами скарновой стадии (гранатом) и минералами постскарновой пропилитоподобной стадии (актинолит, кварц) и сульфидами (блеклая руда, халькозин, борнит). Характерны мельчайшие, n·0.001 мм, выделения золота по микротрещинам в тетраэдрите и по спайности в молибдените.

По результатам изучения химического состава отчетливо выделяется три типа золота:

– **золото пробностью 888…899 ‰**, связанное с формированием постскарнового кварц-карбонат-хлорит-актинолит-эпидотового минерального комплекса. Это золото содержит примеси **теллура** (среднее 0,05%), **висмута** (среднее 0,10%), а так же незначительными и спорадическими примесями **платины, ртути, цинка и мышьяка** (среднее 0,01-0,02%). На долю примесей приходится 0,23 %. Это золото соответствует **золоту-I** проявления Сухая Грива.

– **золото пробностью 935…947 ‰**, связанное с формированием пирит-серицит-карбонат-кварцевого минерального комплекса. В золоте установлены примеси **меди** (среднее 0,06 %), **висмута** (среднее 0,07 %), незначительными и спорадическими примесями **платины, теллура, цинка, мышьяка, сурьмы** (среднее 0.01-0.02 %). На долю примесей приходится **0.21 %.** Это з**олото-III.** Гипергенные высокопробные оболочки этого золота имеют пробность **988…999 ‰** и резко обеднены примесями.

Золото-II на проявления Баяниха не установлено. Необходимо отметить, что внутренние структуры золота рассматриваемого проявления имеют иные особенности, чем на проявлении Сухая Грива. Золото из зон окварцевания часто несет на себе следы эндогенных деформаций, что выражено в наличии многочисленных изгибов, «завихрений» слоев разной пробности. В отдельных знаках появляются двойники высокопробного золота, для других характерно зернистое строение. В отличие от зон окварцевания, золото из скарнов имеет монокристаллическое и зернистое строение без структур деформации.

Таким образом, золото проявления Баяниха, как и проявления Сухая Грива весьма мелкое при подчиненной роли более крупного. Отложение золота происходило в основном в однородных средах, о чем свидетельствует преобладание неправильных форм. Золото цементирует раздробленные минералы, заполняет трещины и отлагается в межзерновых промежутках. Наряду с этим, золото так же отлагалось в неоднородных средах, где имелись условия для свободного роста при выполнении золотом трещин и межзерновых интерстиций. Было установлено три типа самородного золота, два из которых (золото-I и золото-II) установлены в золотоносных скарнах и скарноидах в связи с формированием постскарнового кварц-карбонат-хлорит-актинолит-эпидотового минерального комплекса, а еще один тип (золото-III) – главным образом в золото-сульфидно-кварцевых минерализованных зонах в связи с формированием пирит-серицит-карбонат-кварцевого минерального комплекса. В целом преобладает свободное золото. В скарнах и скарноидах установлены срастания золота с минералами собственно скарновой стадии и постскарновых пропилитоподобных метасоматитов, а так же срастания с блеклой рудой, борнитом и халькозином, минералами висмута и теллура что характерно для других золото-скарновых месторождений [3]. Пробность золота находится в пределах 774…899 ‰. В золоте зафиксированы примеси висмута, теллура, ртути, характерные для самородного золота скарновых месторождений. В зонах золото-сульфидно-кварцевого состава золото образует срастания с кварцем и арсенопиритом. Пробность этого золота находится в пределах 935…947 ‰. В золоте зафиксирована примесь меди, а так же менее значительные примеси висмута.

Литература

1. Бедарев Н.П., Гусев А.И. Геология и золотоносность Топольнинского рудного поля // Руды и металлы. – 1998. –№ 2. – С. 100–109.
2. Гусев А.И., Гусев Н.И., Табакаева Е.М., Дзагоева Е.А., Кукоева М.А. Петрология и рудоносность магмо-рудно-метасоматических систем Солонешенского рудного района Алтая. – Бийск: Алтайская гос. акад. обр. им. В.М. Шукшина, 2013. – 205 с.
3. Николаева Л.А., Гаврилов А.М., Некрасова А.Н., Яблокова С.В., Шатилова Л.В. Самородное золото рудных и россыпных месторождений России: Атлас. – 2-е изд., переработанное и дополненное / отв. ред. Б.К. Михайлов. – М.: Акварель, 2015. – 200 с.
4. Рослякова Н.В., Щербаков Ю.Г. Состав золота в скарнах Синюхинского рудного поля, Алтай// Геохимия. – М,1999. – № 1. – С. 25–33.
5. Савинова О.В. Условия формирования и прогнозно-поисковые критерии золотого оруденения в Топольнинском рудном поле (Горный Алтай): Дис. …канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2014 г – 102 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД ЖЕЛЕЗО-БОР-СКАРНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНГБУЛАК (ХРЕБЕТ КОРЖАНТАУ)

Р.Р. Рустамжонов, А.Т. Холиеров, А.Д. Хамраев

Научный руководитель начальник отдела «Геология редких и редкоземельных элементов», кандидат г-м. наук Ю.Б. Ежков

Государственное Предприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов» (НИИМР), г. Ташкент Узбекистан

В административном плане месторождение располагается в Ташкентской области Республики Узбекистан, в правобережной части реки Чирчик. Ближайший населенный пункт г. Газалкент.

Месторождение Мингбулак размещается в северо-восточной части Коржантауской вулкано-структуры, где на мощном карбонатном фундаменте вначале активно проявились процессы покровного вулканизма с редкими секущими фациями и характерными наложенными мульдами, интрудированными позднее гранитоидной магмой – Курганташский массив.

Внедрения как вулканогенной, так и гранитоидной магмы отличались высокой динамикой и активным флюидно-термальным преобразованием карбонатных толщ.

По отношению к концентрации компонентов состав рудоносных раствор-флюидов был обогащен железом, бором, медью, фосфором, стронцием и редкоземельными элементами.

Высокооксидный потенциал исходных раствор-флюидов, превалирующий над их восстановительным потенциалом вызвал соответствующее возникновение и широкое распространение железо-оксидных руд [1].

Вещественный состав руд. В процессе исследований помимо собственно скарновых минералов – граната, эпидота, пироксена, амфиболов – установлены выделения халькопирита, халькозина, примазки медной зелени, ашарита и других боратов, сульфидов железа, висмута и мышьяка. Руды характеризуются разнообразием состава, количеством слагающих их минералов и текстурно-структурных особенностей.

Первый тип руд представлен крупнокристаллическими скоплениями светло-зеленого пироксена, часто развитого в виде веерообразных, лучистых агрегатов, замещенных тальком. Магнетит повсеместно замещает пироксен и участками – гранат. Агрегаты магнетита образуют веерообразные пучки, «солнце» или сплошные скопления. Внутренняя структура таких псевдоморфоз ячеистая каркасная, так как замещение магнетитом шло по трещинам спайности, и в результате в лучистых выделениях отмечаются реликты вмещающих минералов. В участках, сложенных гранатом магнетит развивается по зонам роста, трещинам.

Количественный минеральный состав (%): магнетит – 70,3-95,1; пироксен – 0,5-22,0; гранат – ед.з. - 5,0; кальцит – 3-3,5; серицит – 0-0,9. Локально встречается эпидот.

Второй тип руд – это геденбергит-турмалин-магнетитовые руды неоднородные по окраске, сложенные оталькованным, тремолитизированным геденбергитом и темно-коричневым, почти черным, турмалином, развитым в виде неправильных просечек, гнезд, иногда лучистых «солнце», длинностолбчатых кристаллов (размером от 0,3 мм до 1,5 см), замещающих геденбергит. Магнетит встречается в виде гнезд, вкрапленности в пироксене, замещает его.

Третий тип ашарит-магнетит-гематитовых руд распространен довольно широко. Представлен мелкозернистыми осветленными пироксеновыми скарнами с гнездово-вкрапленной гематит-магнетитовой минерализацией (размер выделений 0,1-1 мм). Пироксен тремолитизирован, оталькован, хлоритизирован, серицитизирован. Часто магнетитовые руды локализуются в мелкокристаллических карбонатных породах, серпентинизированных, частично оталькованных; по трещинам отмечен гипс. Карбонатные породы содержат брусит и бораты.

Руды, густо вкрапленные «сливные», гнездообразные, участками полосчатые. Кристаллы магнетита собраны в агрегаты, содержат включения кальцита, реже пироксена. Гематит в виде тонкозернистых включений, кружевоподобных агрегатов в магнетите. Встречаются графические сростки магнетита с гематитом. Размер выделений гематита 0,001-0,003 мм. Отмечаются тесные срастания магнетита с пиритом, гнездовые скопления самородного золота.

Четвертый тип руд – гематит-магнетитовый убого вкрапленный в кальцифирах, серпентинизированных зонах, в эндоконтактовых частях интрузива. Состав руд варьирует. Проявлены эпидотизация, оталькование, хлоритизация, участками совместно с серпентином отмечается сепиолит, гипс, брусит.

В контактовых зонах в интрузивной породе отмечается сидеронитовая текстура железного оруденения, реже встречаются гнезда. Магнетит в виде веерообразных агрегатов развивается среди карбоната и серпентина. Обычно магнетитовые руды также сопровождаются пиритовой, иногда халькопиритовой минерализацией. Магнетит содержит включения нерудных минералов, повсеместно замещается гематитом. В трещинах, зонах изменения отмечаются сепиолит, тальк.

Пятый тип руд характеризуют массивные коричневато-желтые до темно коричневых скарнированные карбонатные породы с гематитом, магнетитом, лимонитом, гетитом. Отмечены участки, сложенные только гематитом с реликтами карбонатных пород [2].

Это тип руд встречается в зонах разломов, брекчирования. Руды магнетит-гематитовые с гидроокислами железа до сплошных гематитовых. Часто промежутки между агрегатами гематита заполнены рыхлой желтоватой

массой, в состав которой входят доломит, пироксен, тальк, кварц. Отмечаются участки выщелачивания с каркасной структурой.

В рудах отмечаются вторичные продукты – глиноподобные минералы, ковеллин, халькозин, гетит, сепиолит, гипс.

По проведенным исследованиям в период 2015-2016 г.г. сделаны следующие выводы касательно потенциала месторождения.

Месторождение Мингбулак отличается широким спектром сопутствующих компонентов, достигающих иногда заметных концентраций в железо-скарново-скарноидных рудах.

Особое место среди элементов-спутников месторождения мы отводим бору, редким землям с иттрием, стронцию и меди.

Распределение бора – пример резкого перепада содержаний элемента, это можно видеть в последовательном ряду: все пробы месторождения (107 проб) – средним содержанием 1561,88 г/т; по отдельным сечениям №№ 1, 2, 3 – соответственно (г/т): 1737,1; 109,1; 2702,08. Причина этого – в мозаичном концентрировании в железо-скарновых рудах ашарита и других минералов бора.

Более выдержанно распределение ∑REE+Y, средние содержания которых именно в силикатных породах находятся в целом на уровнях 300-310 г/т.

На рисунке нами сделана попытка проанализировать взаимозависимости бора и суммы REE+Y, рассматривая бор, как элемент относимый часто к группе редкометалльных. Полученные на диаграмме области пространственного расположения фигуративных точек показали, что каждая из областей порождена действием самостоятельных факторов, влияние которых на концентрирование бора и REE+Y генетически не совпадает.

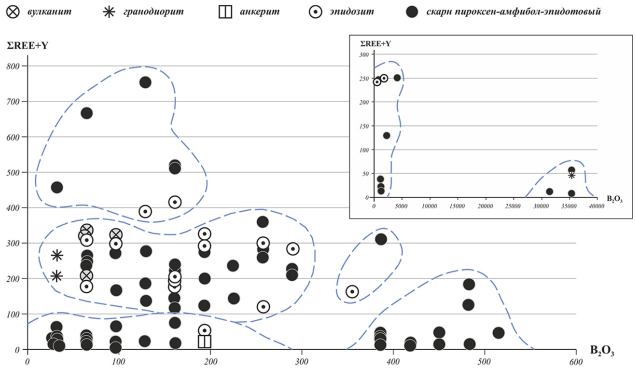


Рисунок. Двумерная диаграмма и области взаимоотношений содержаний (г/т) B_2O_3 и ΣREE+Y в образованиях месторождения Мингбулак.

Рисунок. Двумерная диаграмма и области взаимоотношений содержаний (г/т) B_2O_3 и ∑REE+Y в образованиях месторождения Мингбулак.

Сам процесс эндо- и экзоскарнирования на месторождении отличается повышенной железистостью (Fe/Mg >1) метасоматических растворов, но сложным соотношением в них щелочей – содержаний калия и натрия. В условиях пересыщения растворов или калием, или натрием, тот или другой щелочной элемент в отдельных участках зоны рудоотложения образовывает собственные минеральные фазы.

Концентрация фосфора в рудных зонах месторождения превышает концентрацию относительно ровнее распределенной серы, отличаясь значительным разбросом содержаний.

Распределение меди имеет характер плавной синусоиды, на которой отдельные пробы несут содержания, достигающие 7570 г/т, при своем среднем содержании для Cu на месторождении (107 проб) в 357 г/т.

Стронций и барий – элементы весьма слабой взаимозависимости в своем концентрировании в рудных зонах месторождения, при котором над барием ярко превалирует стронций. Так, например, в монотонной зоне скарнирования (сечение № 2) Sr (1634 г/т) превосходит Ba (81 г/т) по уровню содержаний в 20 раз.

Никель и кобальт отличаются невысоким и близким уровнем содержаний, и даже при появлении их отдельных аномальных значений, характеризуются для всего месторождения величиной Co/Ni в 1,03, с разбросом величин от 0,76 (сечение № 2) до 2,63 (сечение № 3).

Мышьяк и сурьма – характерные элементы сульфидных руд месторождения, в которых отношение As/Sb отмечается в пределах не более чем 2-3,5. В отдельных пробах аномальная концентрация элементов – результат появления их блеклорудных минеральных соединений (As – 766 г/т).

Вольфрам и ниобий, а также свинец и висмут элементы слабо аномального геохимического концентрирования с отдельными всплесками содержаний. Интересно, что для всего месторождения (107 проб) из элементов сульфидообразователей висмут (19,7 г/т) все же накапливается интенсивнее свинца (11,3 г/т).

Таким образом, комплексное месторождение Мингбулак – как объект к тому же с развитой инфраструктурой по масштабам и позициям рудоносности, по мнению авторов привлекателен для дальнейших научных изыскании и представляет интерес для потенциальных инвесторов.

Литература

1. Айзенштат В.И. Магнетиты Мингбулакского интрузива как индикаторы условий его образования и рудоносности//Издательство «ФАН» Записки Узбекистанского отделения всесоюзного минералогического общества. – Ташкент, 1979. –№ 32 – с. 50 – 58.
2. Крикунова Л.М., Захидов А.Р., Гафурбеков А.А. Геолого-промышленные типы железных руд Узбекистана. – Ташкент, 2012. – 21 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕШЕЙ ГАММА-РАДИАЦИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ И ОЦЕНКЕ КОМПЛЕКСНЫХ РЕДКОМЕТАЛЬНО-ИЛЬМЕНИТОВЫХ РОССЫПЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕБАНЕ (МОЗАМБИК)

П.В. Селиванов

Научный руководитель д.г-м.н Лаломов А.В.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), г. Москва, Россия

Россыпные прибрежно-морские ильменит-цирконовые месторождения и проявления вдоль побережья Мозамбикского пролива являются молодыми образованиями, сформировавшимися в позднечетвертичное и голоценовое время. Как правило, данные объекты характеризуются хорошей обнаженностью, с выходом рудных пластов на дневную поверхность, реже с незначительным перекрытием современными дюнами [1]. Отмечается, что наиболее продуктивные горизонты, в большинстве случаев, залегают примерно на уровне грунтовых вод, ниже которого содержания полезных компонентов резко падают.

Продуктивные горизонты представлены песками преимущественно кварцевого состава с содержанием тяжелой фракции от долей процента до, в отдельных случаях, 90%. Главными минералами тяжелой фракции являются ильменит (в среднем 92%), циркон, рутил, эпидот, ставролит и минералы группы кианита, в отдельных случаях фиксируются высокие содержания граната, амфибола, сфена, а так же, практически всегда, присутствует монацит.

Промышленный интерес в тяжелых песках представляют окислы титана (ильменит и рутил), а так же циркон. По результатам многочисленных минералогических анализов выявлены корреляционная связь между этими тремя промышленными минералами и остальными минералами тяжелой фракции рудных песков. (табл.)

Таблица

Результаты проверки гипотезы равенства двух средних

Минерал	*тяжелые*	*легкие*	*рутил*	*циркон*	*кианит*	*монацит*	*ставролит*	*турмалин*	*эпидот*	*амфибол*	*Слюда*	*ильменит*
тяжелые	1	-0,69	0,96	***0,95***	0,54	***0,84***	0,85	0,44	0,47	0	-0,2	0,998
легкие		1	-0,7	***-0,6***	-0,3	***-0,8***	-0,7	-0,4	-0,4	0,02	0,08	-0,7
рутил			1	***0,92***	0,53	***0,82***	0,84	0,46	0,48	-0,1	-0,2	0,95
циркон				***1***	0,41	***0,9***	0,78	0,37	0,47	0	-0,2	0,94
кианит					1	***0,23***	0,57	0,48	0,54	0,01	-0,2	0,52
монацит						***1***	0,62	0,2	0,37	-0,1	-0,1	0,83
ставролит							1	0,48	0,54	0	-0,2	0,84
турмалин								1	0,5	0,02	-0,2	0,42
эпидот									1	0,4	0	0,43
амфибол										1	0,63	-0,1
Слюда											1	-0,2
ильменит												1

Установлено, что в основном, содержания ильменита, циркона и рутила между собой имеют сильную корреляционные связи, при этом отмечено наличие значимой положительной корреляции их содержаний с содержанием монацита.

Следует отметить, присутствие в цирконе и особенно в монаците изоморфных примесей радиоактивных элементов: урана и тория (U,Th), вследствие чего данные минералы обладают естественной радиоактивностью. В ходе опытных работ установлено, что гамма-радиоактивность песков напрямую зависит от содержания в них тяжелой фракции и иммет сильную корелляционную связь с концентрацией основных рудных элементов – титана и циркония (рис. 1,2)

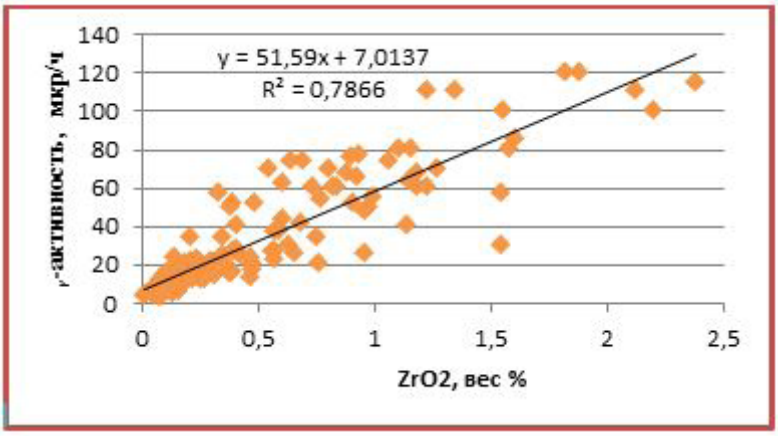


Рис.1. Корреляция между содержанием ZrO2 в первом метре от поверхности и приповерхностной гамма-активностью

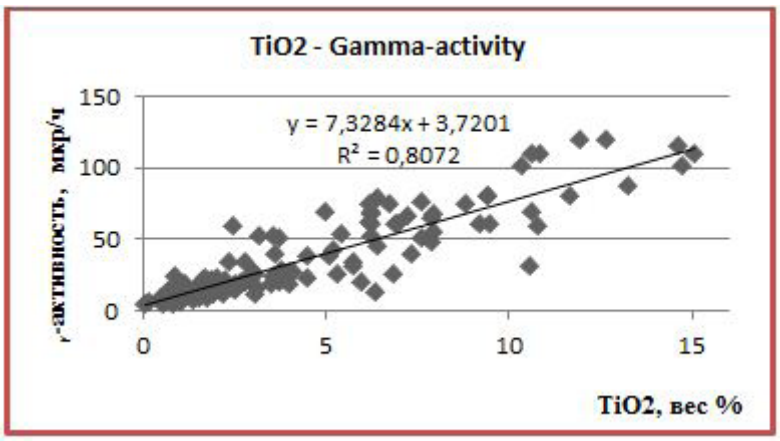


Рис.2. Корреляция между содержанием TiO2 в первом метре от поверхности и приповерхностной гамма-активностью

Наличие природного источника гамма-активности в продуктивных толщах рудных песков предопределяет возможность использование наземной радиометрической съемки, для поиска и первичного оконтуривания рудных залежей. Применение съемки в пешем варианте, с использованием сцинтилляционных радиометров СРП-68 и СРП-98, показало ее высокую эффективность. Так, на одном из объектов контуры положительной радиометрической аномалии с высокой точностью совпали с рудными контурами, определенными по результатам разведочного бурения. В дальнейшем пешие радиометрические маршруты совместно с геоморфологическими и геологическими наблюдениями использовались для экспрессной оценки новых территорий и выделению перспективных участков лицензионных площадей под разведочное бурение.

Благоприятным фактором, повышающим качество интерпретации результатов радиометрической съемки прибрежных территорий данного региона, является малое содержание в песках калиевых слюд и полевых шпатов, быстро разлагающихся в гумидном климате, что практически исключает радиационную активность легкой фракции, как следствие появление шумов связанных с ними.

Согласно нашему практическому опыту, данный метод наиболее эффективен для молодых, не погребенных прибрежно-морских россыпей в зоне развития гумидного климата, при съемке масштаба 1:10000 и 1:25000. При наличии погребенных россыпей данный метод теряет свою значимость.

Литература

1. Селиванов П.В. Использование радиометрических методов для поисков и оценки россыпных ильменит-цирконовых россыпей Восточного побережья Африки.// XII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Москва, 2015. – Т. 1 – с. 371 – 372.

КОНФИГУРАЦИЯ И ГРАНИЦЫ ЗАУРАЛЬСКОЙ СУБПРОВИНЦИИ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД

П.В. Смирнов
Научный руководитель директор научно-образовательного центра «Геология нефти и газа» ТИУ И.И. Нестеров
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Территория Зауралья в пределах Свердловской, Курганской и Челябинской областей традиционно считается высокоперспективной на опал-кристобалитовые породы, среди которых наибольшее промышленное значение имеют диатомиты, чья практика использования включает десятки отраслей и производство сотни материалов бытового и промышленного назначения [1, 6, 8-9, 11, 12]. Сфера их применения охватывает как традиционные отрасли (катализаторы, фильтровальные, строительные и теплоизоляционные материалы, сорбенты, активные добавки в цементы, строительные смеси и асфальтобетоны; в качестве сырья при производстве жидкого стекла, глазурей, наполнителей в лакокрасочные материалы, бумагу, в фармацевтической промыщленности и др.), так и включает создание принципиально новых материалов с уникальными технологическими свойствами за счет модификации наноструктуры и состава диатомовых раковин, слагающих породу [7, 10].

Первые месторождения диатомитов в Зауралье открыты в 30-х гг. в непосредственной близости от г. Камышлов и Ирбит, с 50-60 х гг. опал-кристобалитовые породы стали изучаться как составная часть крупнейшей формация в составе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Западно-Сибирской плиты [2]. В научных трудах под редакцией У.Г. Дистанова [3] месторождения были объединены в Зауральскую субпровинцию опал-кристобалитовых пород, а ресурсный потенциал был оценен в объеме 15-20 млрд. м^3 [3].

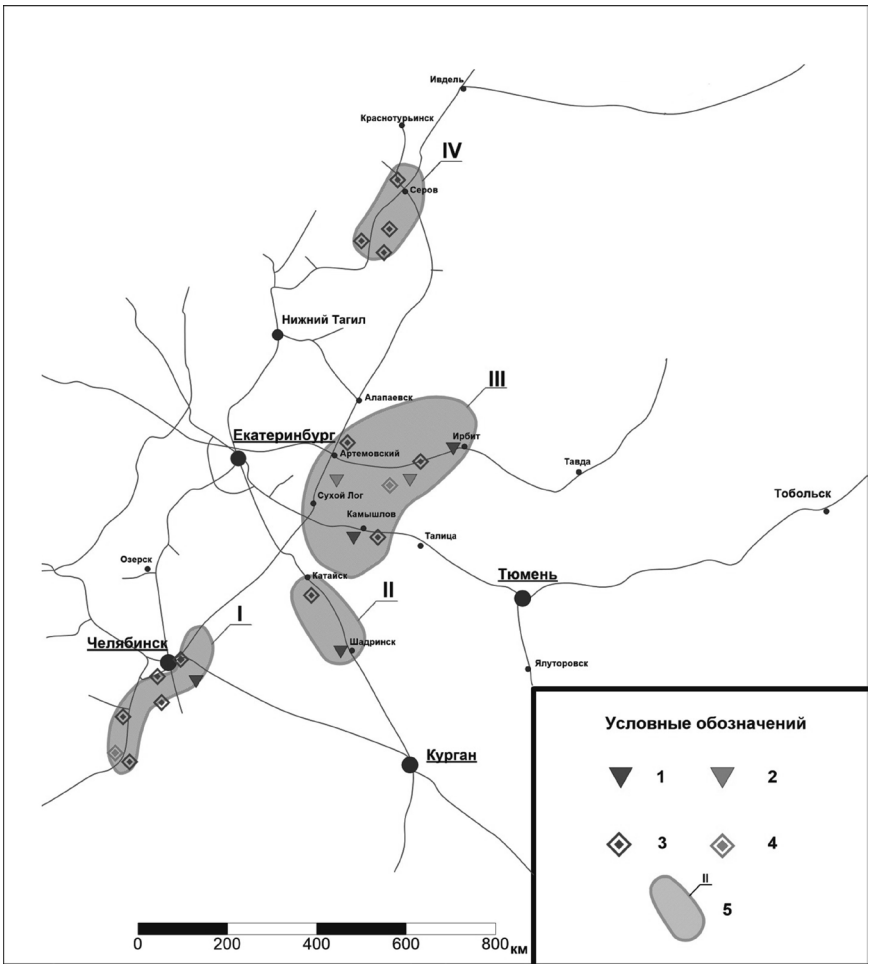


Рис. Зоны приповерхностного залегания опал-кристобалитовых пород в Зауралье: 1 – разведанные месторождения диатомитов; 2 – перспективные участки на диатомиты; 3 – разведанные месторождения опок; 4 – перспективные участки на опоки; 5 – области приповерхностного залегания: I – Южноуральская; II – Шадринская; III – Ирбит-Камышловская; IV – Серовская.

В интерпретации исследователей 70-х гг. Зауральская субпровинция объединила разведанные на тот момент месторождения в регионе, а не области приповерхностного залегания диатомитов, потенциально перспективные на опал-кристобалитовое сырье. В этой связи не были четко определены конфигурация и границы Зауральской субпровинции. Западная граница субпровинции ввиду своей крайней изменчивости и прерывистости и локализации в пределах восточной части горного обрамления Урала, вообще никогда ранее четко не была установлена. Восточной границей Зауральской субпровинции распространения продолжает считаться долгота г. Верхняя Пышма (Свердловская область) [4, 5], восточнее которой не были обнаружены выходы опал-кристобалитовых пород, сколь либо существенные по мощности и площади распространения, что могло бы обеспечить возможность их карьерной разработки. По этой причине, а также в силу отсутствия ревизионных геолого-разведочных работ, имеющиеся систематика провинции и оценки ресурсного потенциала [3] хоть и являются единственно представленными в литературы, но очевидно, что крайне приблизительны, к настоящему моменту потеряли актуальность и требуют дополнения.

Несмотря на то, что опал-кристобалитовые породы представлены в отдельных естественных обнажениях, искусственных разрезах-месторождениях, в пойменных террасах мощностью от 2-5 м на малых реках и не составляют непрерывную полосу продуктивных отложений, в целом, представляется возможным систематизация известных месторождений и обнажений. В пределах Зауралья в процессе геологической эволюции региона сформировались четыре литологически неоднородных зоны приповерхностного залегания опал-кристобалитовых пород: Серовская опоковая, Ирбит-Камышловская диатомит-опоковая, Шадринская диатомовых глин и Южноуральская опоковую (Рис.).

Все эти зоны объединяют повсеместные выходы опал-кристобалитовых пород на поверхность на площади свыше 25 тыс. км^2. Четко устанавливается следующая закономерность: в центральных частях Зауральской субпровинции многочисленны выходы диатомитов и диатомовых глин, нередко представлен полный (трехчастный) разрез кремнистого палеоцена-эоцена: опоки перекрываются диатомитами и диатомовыми глинами. В северных и южных частях субпровинции количество выходов опок значительно доминируют над таковым для диатомитов и диатомитовых глин.

Уточнение границ и конфигурации субпровинции принимает решающее значение для определения зон перспективных на опал-кристобалитовое сырье и, в конечном итоге, влияет на оценку ресурсного потенциала всей территории. Более того, применительно к опал-кристобалитовым породам стоит упомянуть, что исследование их приповерхностного залегания является основой для изучения процессов геологической эволюции региона, т.к. приповерхностное залегание опал-кристобалитовых пород определяет области, в пределах которых в миоцен-плиоценовое время продуктивные толщи палеоцена-эоцена выведены неотектоническими движениями на дневную поверхность в составе региональных прибортовых моноклиналей.

Литература

1. Диатомит – кремнеземосодержащий материал для стекольной промышленности / В.Е. Маневич, Р.К. Субботин, Е.А. Никифоров, Н.А. Сеник, А.В. Мешков // Стекло и керамика. – 2012. – № 5. – С. 34–39.
2. Казаринов В.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири / В.П. Казаринов. – М: Гостехиздат, 1958. – 322 с.
3. Кремнистые породы СССР / под ред. У.Г. Дистанова. – Казань: Татарское книжное издательство, 1976, 412 с.
4. Смирнов П.В. Перспективы расширения минеральной базы кремнистых пород в приграничной зоне Тюменской и Свердловской областей // Георесурсы. – 2015. – №4. – (63). – т.1. – С. 81-84.
5. Смирнов П.В. Потенциал постэоценовых отложений Среднего Зауралья на кремнистое сырье / П.В. Смирнов, А.О. Константинов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. – № 1. – С. 115-122.
6. Строительные материалы на основе опаловых пород / С.С. Радаев, О.И. Селезнева, Н.З. Рясная, М.В. Зимакова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2010. – Т. 191. – № 15. – С. 11–12.
7. Anatase assemblies from algae: coupling biological self-assembly of 3-D nanoparticle structures with synthetic reaction chemistry / R.R. Unocic, F.M. Zalar, P.M. Sarosi, Y. Cai, K.H. Sandhage // Chem. Commun. – 2004. – № 7. – P. 796—797.
8. Degirmencia N. The use of raw and calcined diatomite in cement production / N. Degirmencia, A. Yilmazb // Construction and Building Materials. – 2009. – V. 23. – № 1. – P. 284–288
9. Karaman S. Usage Possibilities of Diatomite in the Concrete Production for Agricultural Buildings / S. Karaman, B. Oztoprak B., C.B. Sisman // Journal of Basic & Applied Sciences. – 2015. – V. 11. – P. 31–38.
10. Novel, bioclastic route to self-assembled, 3-D, chemically tailored meso/nanostructures: shape-preserving reactive conversion of biosilica (diatom) microshells / K.H. Sandhage, M.B. Dickerson, P.M. Huseman, M.A. Caranna, J.D. Clifton, T.A. Bull, T.J. Heibel, W.R. Overton, M.E.A. Schoenwaelder. // Adv. Mater. – 2002. – v. 14. – № 6. – P. 429—433.
11. The physical and mechanical properties of composite cements manufactured with calcareous and clayey Greek diatomite mixtures / D. Fragoulis, M.G. Stamatakis, D. Papageorgiou, E. Chaniotakis // Cement and Concrete Composites – 2005. – V. 27. – № 2. – P. 205–209.
12. Wu J. Advanced tertiary treatment of municipal wastewater using raw and modified diatomite / J. Wu, Y.S. Yang, J. Lin // J Hazard Mater. – 2005. – V. 127. – P. 196–203.

ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СИДЕРИТА БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.М. Сорокина
Научный руководитель доцент М.А. Рудмин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сидерит $Fe(CO_3)$ – минерал группы карбонатов, кристаллизующийся в тригональной сингонии. Кристаллы сидерита чаще имеют ромбоэдрический облик, причем грани ромбоэдра нередко искривлены, иногда имеют чешуеобразную поверхность, как у доломита, а также седловидные изгибы. Сидерит как карбонат закиси железа образуется в восстановительных условиях ивстречается в месторождениях различных генетических типов.

Сидерит является самым распространенным карбонатным минералом Бакчарского месторождения [1]. Бакчарское месторождение находится в юго-восточной части Западной Сибири в 200 км от г. Томска. Месторождениезалегает на глубинах от 150 до 250 метров среди верхнемеловых и нижнепалеогеновых осадочных пород прибрежно-морских фаций (глины, алевролиты, песчаники, пески, оолитовые лептохлорит-гидрогетитовые руды). Разрез месторождения состоит из ипатовской, славгородской, ганькинской и люлинворской свит, среди которых локализуется три основных железоносных горизонта: нарымский, колпашевский и бакчарский. Описание литологии свит и железоносных горизонтов довольно подробно представлено в других работах [1, 2], поэтому автор не останавливается на этих разделах. Помимо того, что сидерит является одним из рудных минералов месторождения, он представляет интерес как индикатор условий осадкообразования. В настоящее время известно два основных механизма его образования: сингенетическое и эпигенетическое[3]. Цель авторских исследований заключалась в детальном изучении минералогии и химизма сидерита Бакчарского месторождения для характеристики условий формирований оолитовых осадочных железных руд.

В рамках данной работы использовались следующие методы исследований: выделение мономинеральных фракций, оптическая микроскопия, рентгенофлуоресцентный силикатный анализ, сканирующая электронная микроскопия, рентгенодифракционный анализ, рамановская спектроскопия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Всего было изучено около 30 образцов сидеритовых пород.

По данным рентгеноспектрального анализа сидерит из пород люлинворской свиты палеоцена имеет следующий состав: FeO – 59.5 %, CO_2 – 39.6 %, MnO – 0.4 %, CaO – 0.4 %. Соответственно его кристаллохимическая формула имеет вид $Fe_{0.74}Ca_{0.01}Mn_{0.01}CO_3$. Сидерит в гидрогетит-хлоритовых рудах ганькинской свиты маастрихтского возраста имеет более сложный состав: FeO – 44.1 %, CO_2 – 43.9 %, MnO – 1.1 %, CaO – 4.5 %, MgO – 5.5 %, P_2O_5 – 0.3 %. В железных рудах ипатовской свиты коньякского возраста сидерит имеет состав: FeO – 55.8 %, CO_2 – 38.7 %, MnO – 1.2 %, CaO – 3.1 %, MgO – 0.5 %, P_2O_5 – 0.5 %. Его формула имеет следующий вид: $Fe_{0.69}Ca_{0.05}Mn_{0.01}Mg_{0.01}CO_3$. Анализ распределения основных оксидов в поровом пространстве оолитовых пород руд с сидеритовым цементом из люлинворской свиты показывает прямую корреляцию между триадой оксидов $Fe_2O_{3(total)}$, MgO, MnO. Вероятней всего последние два оксида входят в состав карбоната (сидерита). Связь железа и марганца можно объяснить высокой подвижностью обоих элементов в двухвалентной форме в гидрогенных условиях. Вероятней всего данный цемент является позднедиагенетическим образованием, материалом для которого послужило разлагающееся органическое вещество как источник CO_2 (или метан) и, мигрирующие в разрезе толщи, напорные воды.

Детальные исследования на петрографическом и сканирующем электронном микроскопах позволили выделить как минимум три морфологические разновидности сидерита в изучаемых толщах. Первая разновидность сидерита образуется в песчаниках и алевролитах славгородской и ипатовской свит в сантонском и коньякском времени, соответственно. Сидерит в песчаниках среди лептохлоритового (шамозитового) цемента образует идиоморфные, ромбоэдрические зерна (рис. 1-A, B, E). Размер зёрен изменяется от 5 и до 24 мкм. В зёрнах хорошо отражена совершенная спайность по плоскостям ромбоэдра (рис.1-B). Зерна равномерно распределены в цементе пород, отличаются от других разновидностей идиоморфной формой в виде единичных кристаллов. В цементе этих пород сидерит часто находится совместно с фрамбоидами пирита, размер которых, как правило, редко превышает 30 мкм, лептохлоритом и глауконитом. Наличие пирита и барита в песчаниках говорит о некоторой сульфидной активности. В песчанистых алевролитах славгородской свиты отмечается тесная ассоциация сидерита с пиритом. Последний образует массивные фрамбоиды вокруг агрегатов сидерита (рис. 1-A), иногда заполняет трещины в кристаллах сидерита.

Вторая разновидность встречается в рудах сантонского возраста славгородской свиты на глубинах от 200 метров. Сидерит имеет мелкокристаллическое строение в виде агрегатов, «окаймляющих» оолиты и ооиды, либо их соединяющих. Как правило, кристаллы в таких агрегатах вытягиваются перпендикулярно оолитам. При больших увеличениях отмечаются единичные вкрапления кристаллов сидерита ромбоэдрической формы первой разновидности. В цементе помимо сидерита в изобилии присутствуют лептохлорит как основной связующий минерал и множество разнообразных сульфидов в виде фрамбоидов сфалерита (рис. 1-D), пирита, а также кристаллов галенита. Сидерит также встречаются в виде сферолитов среди обогащенных сульфидами пород. Последние формы сидериты могут быть объяснены недостатком органического вещества. Вероятно, формирование такого сидерита происходило после смены восстановительной сульфидной обстановки, в котором редукция сульфата привела к формированию сульфидов различных цветных металлов.

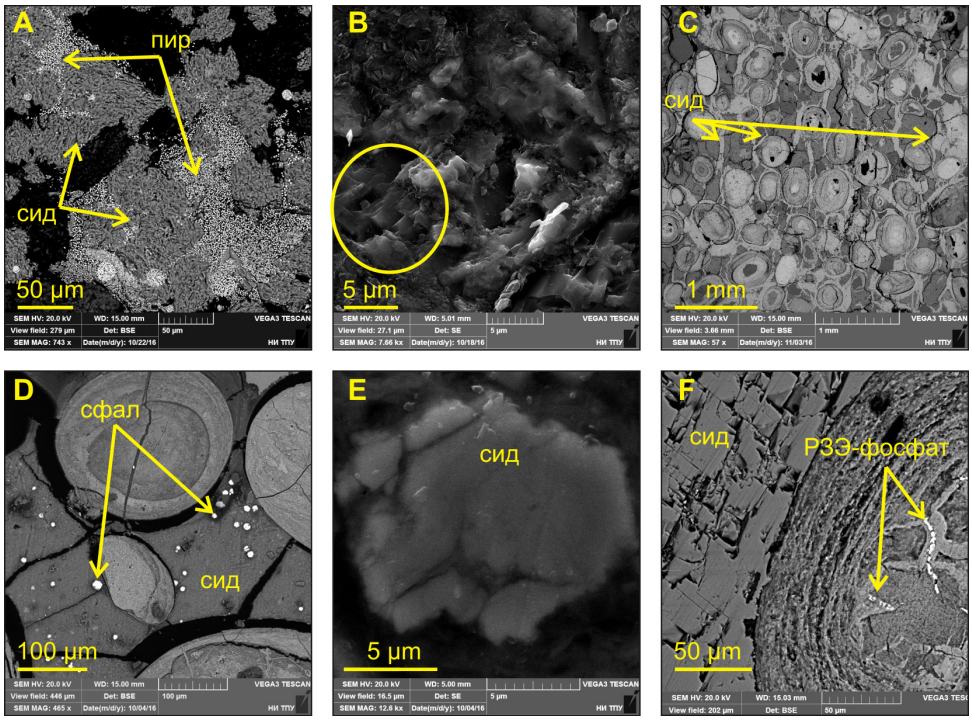


Рис. 1. Морфологические формы сидерита в породах Бакчарского месторождения: A – массивные ромбоэдрические зерна сидерита (сид) с фрамбоидами пирита (пир), B – совершенная спайность по плоскостям ромбоэдра, C – "направленность" сидеритового цемента, D – фрамбоиды сфалерита (сфал) среди сидеритового цемента (сид), E – идиоморфные микрокристаллы сидерита (сид) ромбоэдрической формы, F – хорошо выраженная спайность по ромбоэдру в сидеритовом цементе

Третья разновидность распространена в породах подошвы люлинворской свиты и кровле ипатовской, реже в кровле ганькинской свиты. Сидерит является основным минералом цемента, связывающим все остальные компоненты породы (оолиты и терригенные минералы). Структура агрегатов изменяется от мелкокристаллической до среднекристаллической, где кристаллы имеют идиоморфную форму с хорошо выраженной спайностью по ромбоэдру (рис. 1-F). В этих породах в цементе помимо сидерита в подчиненном количестве отмечается лептохлорит, редко вивианит, апатит и включения сфалерита, галенита, барита. Предполагается, что формирование этой разновидности происходило при господстве восстановительной метановой обстановке. В этих условиях происходило разложение обильного органического вещества с генерацией метана, который стремился к водоупору совместно с поровой водой, что привело к формированию сидеритого матрикса, а в некоторых участках и образованию вивианита. Об этом свидетельствует прослеживаемая "направленность" сидеритового цемента (рис. 1-C), выраженная в параллельно ориентированных линейных агрегатах, похожих на каналы или прожилки. Гидрокарбонатный раствор, стремящийся к водоупору, распространялся по тонким каналам порового пространства и в восстановительной обстановке преобразовывал межзерновое пространство. В результате сформировался сидеритовый цемент. Сфалерит, галенит, барит возникали в силу локально проявленной сульфат-редукции на основе ограниченного количества H_2S-летучести.

На данный момент можно сказать, что происхождение сидерита происходило при различных восстановительных условиях, которые зависели от количества разлагающегося органического вещества, наличия водоупорного слоя, щелочности растворов и сульфидной активности. Реконструкция этих условий в разрезе месторождения является важным аспектом для прогнозирования распространения железных руд с сидеритом в пределах Западно-Сибирского бассейна.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта 16-45-700090.

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Под ред. Ф.Н. Шахова. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. – 448 с.
2. Рудмин М.А., Мазуров А.К. Оолитовые руды Бакчарского железорудного узла (Томская область) // Доклады Академии Наук. 2016. № 5 (471). С. 575 – 578.
3. Сорочинская А.В., Можеровский А.В., Обжиров А.И. Кальциевый сидерит (сидеродот) в осадках Южно-китайского моря // Тихоокеанская геология, 2000. – . С. 44 – 48.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ В ТУРОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

М.Д. Стеблецов, А.В. Галиханов
Научный руководитель: доцент, к.г.-м.н. М.А. Рудмин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Магнетит, ильменит и гематит являются самыми ценными рудными минералами в железорудной промышленности, которые распространены в эндогенных, экзогенных и метаморфогенных системах. Известны также россыпные месторождения магнетита и ильменита. Цель данного исследования заключается в изучение минералого-геохимических особенностей ферромагнитных оксидов железа в туронских породах с оценкой их ресурсов в пределах Бакчарского месторождения.

Бакчарское месторождения морских оолитовых железных руд находится в юго-восточной части Западной Сибири в окрестностях с. Бакчар Томской области. Месторождение известно своими колоссальными ресурсами железа [1], но в настоящее время не разрабатывается в связи со сложными горнотехническими условиями (высокая водонасыщенность пород) и высокой долей фосфора в рудных минералах. Основными минералами железа на месторождении являются гидроокислы железа (гетит, гидрогетит), железистый хлорит (шамозит) и сидерит. Формирование оолитовых железных руд занимает промежуток от турона до эоцена. Разрез месторождения представлен типичными прибрежно-морскими отложениями, вмещающими горизонты оолитовых железняков. Образованию первого (нарымского) горизонта предшествовало накопление слабосцементированных мелкозернистых песчаников туронского возраста. По данным каппаметрии эти туронские песчаники характеризуются высокой магнитной восприимчивостью [2], которая связана с наличием ферромагнетиков. Данная работа направлена на изучение этих минералов в качестве дополнительного ресурса Бакчарского месторождения.

Методика исследований включала в себя следующие методы: измерение магнитной восприимчивости, минералогический и гранулометрический анализы, оптическая микроскопия, рентгенодифракционный и ренгеноспектральный анализы, сканирующая электронная микроскопия.

Изучаемые туронские отложения представляют собой темно-серые, иногда со слабым зеленоватым оттенком слабосцементированные мелкозернистые песчаники. Среднее процентное содержание фракции (-0,5+0,16) мм в этих породах составляет 18,2 %, фракции (-0,16+0,04) мм - 50.1%, (-0.04) мм - 14.8 %. Песчаники состоят из обломков кварца, полевых шпатов, древесных органических остатков и тяжелых акцессорных минералов. Среди акцессорных минералов преобладают ильменит, магнетит, гематит, а также отмечается циркон, монацит. Средняя магнитная восприимчивость (Х, 10^{-3} ед. Си) изучаемых пород составляет 1.96 и изменяется в пределах 1,13...2,96. Данные параметры выделяют туронские отложения из вмещающей толщи по аномальным значениям магнитной восприимчивости. Так магнитная восприимчивость всей железовмещающей толщи Бакчарского месторождения изменяется в пределах 0,36...0,86, при среднем значении 0,58.

Среднее содержание магнитных минералов в изучаемых породах составляет 14,8 %. Основная доля магнетита приходится на гранулометрическую фракцию с размером (-0,16+0,04) мм, реже встречается во фракции (-0,04) мм. Во фракциях больше 0,16 мм магнетит практически не встречается, лишь в некоторых пробах и в ничтожных количествах. По данным рентгенодифракционного анализа магнитной фракции было выявлено содержание магнетита – 18,35 %, ильменита – 27,31 % и гематита – 22,35 %.

Магнетит в терригенных породах Бакчарского месторождения присутствует в виде кристаллов октаэдрической формы, либо в виде обломков этих кристаллов, и, преимущественно, в виде неправильных форм. Октаэдры стально-серого цвета, имеют гладкие блестящие грани с прямолинейными ребрами. Нередко присутствует слегка ступенчатая структура граней (рис. 1А). Размер таких кристаллов примерно выдержан и равен 0,1 мм. Магнетит больших размеров уже не встречается в хорошо ограненных кристаллах, а наблюдается в виде зерен субоктаэдрической формы с округлыми очертаниями (рис.1Б), либо в зернах неправильной формы или их обломков. В таких выделениях можно наблюдать следы коррозии в виде ямочек на зернах магнетита. Размеры зерен неправильной формы изменяются от 0,2 до 0,4 мм (рис.1В) Редко встречаются срастание кристаллов магнетита с кварцем. Ильменит встречается в виде небольших табличек либо чешуек неправильной формы, размеры которых не превышают 0,2 мм (рис. 1Г). Неправильная форма зёрен, окатанность и следы коррозии позволяют сделать вывод об обломочной природе магнетита и ильменита в изучаемом разрезе.

Средний химический состав магнитных минералов из туронских отложений Бакчарского месторождения представлен в таблице 1. Химический состав магнетита по данным рентгеноспектрального анализа характеризуется большим содержанием Fe_2O_3, которое изменяется от 90 до 98 % в минерале. Также присутствует TiO_2 – от 0,3 до 5,3 %; V_20_5 – от 0,3 до 0,4 %; Al_2O_3 – от 0,3 до 0,9 %. Химический состав ильменита характеризуется наличием TiO_2 в пределах от 46 до 58% и Fe_2O_3 – от 37 до 48 %. Также присутствует MnO – от 1 до 13 %; Zn0 и Al_20_3 – 0,6 %.

Таблица 1

Средний химический состав магнитных минералов из туронских отложений Бакчарского месторождения

Оксид	Fe_2O_3	TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MnO	K_2O	Cr_2O_3	P_2O_5
Среднее значение (%)	33,99	29,59	17,05	3,44	2,09	0,95	0,55	0,48	0,16

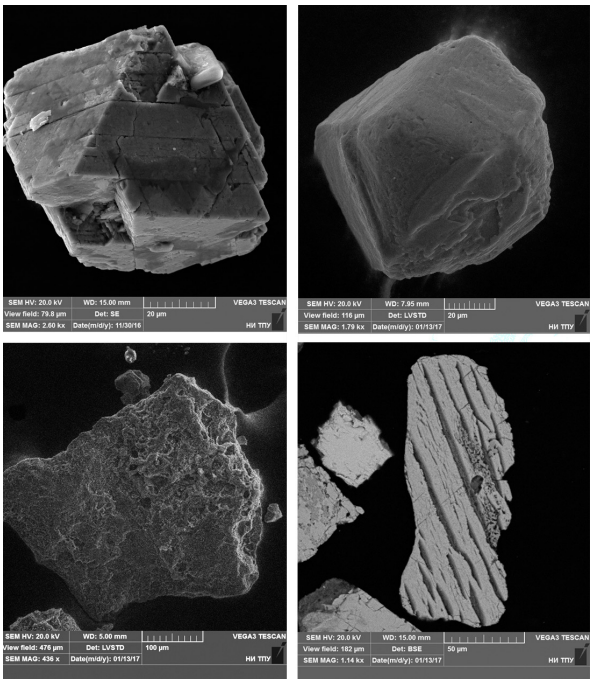


Рис. 1. Морфология кристаллов магнетита (А,Б,В) и ильменита (Г): А) Октаэдр магнетита с продольной штриховкой, наблюдаются зоны роста кристалла; Б) субоктаэдрическая форма кристалла магнетита; В)Следы коррозии на зерне магнетита; Г) Таблитчатая форма ильменита

Ресурсы магнетита оценивались по 11 пересечениям (скважинам) в пределах Западного участка месторождения около с. Бакчар. Рудный пласт общей площадью около 3 км^2 характеризуется средней мощностью 4,5 м. Мощность пласта является достаточной выдержанной и изменяется в пределах от 3,8 до 6 м, при минимальной мощность 1,6 м. Общие ресурсы магнетита и ильменита в пределах Западного участка Бакчарского месторождения составляют около 2,75 млн. т при среднем содержание магнитных минералов в пределах пласта 15.2 % и объемной массе породы 2,2 г/см^3. При этом ресурсы TiO_2 при среднем содержании 29,6 % составляют около 815 тыс. т (при среднем содержании TiO_2 – 29,6 %), а Fe_2O_3 – 934.9 тыс. т (при среднем содержании Fe_2O_3 – 34 %). Слабая цементация песчаников позволяют рассматривать скважинную гидродобычу как благоприятный метод для разработки магнетит-ильменитового пласта.

Повышенные содержания ферромагнитных оксидов железа в туронских отложениях, по всей видимости, связаны с благоприятной фациальной и геохимической обстановкой, которая способствовала их накоплению. Такие факторы как наличие сохранившейся органики, отсутствие сульфидов железа, слабая цементация пород позволяют судить о высокой скорости седиментации отложений. Как известно высокая скорость седиментации характерна для области постоянного привноса осадочного материала, к примеру, для маргинальной зоны моря. По мнению авторов именно эта обстановка является ключевым барьером для накопления магнетита и ильменита, привносимого поверхностными водотоками с континента.

Результаты данного исследования позволяют сделать следующие выводы. 1) Высокие значения магнитной восприимчивости (1,13...2,96 × 10^{-3} ед. Си) в туронских мелкозернистых песчаниках связаны с ферромагнитными минералами – магнетитом, ильменитом, а также гематитом. Среднее содержание магнитных минералов составляет 14,8 %. 2) Морфология зёрен, следы коррозии свидетельствуют о терригенной природе ферромагнитных минералов. 3) Оцененные ресурсы TiO_2 (815 тыс. т) и Fe_2O_3 (934,9 тыс. т) в туронских песчаниках Бакчарского месторождения позволяют рассматривать их как погребенную ильменит-магнетитовую прибрежно-морскую россыпь. 4) Гранулометрия, морфология и химический состав рудных минералов с низкой долей вредных примесей допускает ожидать низкозатратную технологию их обогащения. 4) Специфическая фациальная обстановка является прогнозным критерием для поиска аналогичных рудных скоплений в других районах Западно-Сибирского бассейна.

Следует подчеркнуть, что данное исследование имеет прикладное значение, а результаты могут быть использованы недропользователями для комплексной разработки Бакчарского месторождения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта 16-45-700090.

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн // Под ред. Ф.Н. Шахова. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. – 448 с.
2. Рудмин М.А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений Бакчарского железорудного проявления (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. 2014. №1 (324). С. 48 – 55.

О СЕРЕБРОНОСНОСТИ СКАРНОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАНСАЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (СЕВЕРНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)

Ф.А. Файзиев, А.Р. Файзиев, С. Ятимов*

Научный руководитель профессор А.Р. Файзиев

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Кансайское рудное поле входит в состав Кураминской структурно-фациальной зоны, представляющей собой геоантиклинальное поднятие, образовавшееся в девонское время на фоне общего продолжительного погружения Юго-Западного Тянь-Шаня. Конец геосинклинального этапа характеризуется широким проявлением магматизма и гидротермальной деятельности.

В пределах рудного поля в основном развиты известняки верхнего девона-нижнего карбона и верхнекаменноугольные эффузивы, приближающиеся по составу к кварцевым дацитам. Известняки образуют гряду, ограниченную дизъюнктивными нарушениями с севера и юго-запада от верхнекаменноугольных дацитовых порфиритов акчинской свиты, а с юга – от меловых и палеогеновых отложений. На западе верхнедевонские-нижнекаменноугольные отложения отделены от дацитовых порфиритов Бирюзовым разломом, а на востоке прорваны массивом гранодиоритов среднекаменноугольного возраста. Кроме того, широкое развитие получили штоки и дайки малых интрузий пермского и частью, возможно, триасового возраста.

В Кансайском рудном поле встречаются магнезиальные и известковые скарны. Первые расположены на контакте доломитов с сиенитами и наблюдаются на участках Центральный Кансай и Западная Дарбаза. Известковые скарны делятся на биметасоматические и инфильтрационные. Биметасоматические скарны расположены на контакте известняков и гранодиоритов, а инфильтрационные залегают, главным образом, в известняках, реже в изверженных породах [2]. Оруденение наложено на скарны и развивается в зонах субширотных нарушений. Рудные тела имеют линзообразную, гнездообразную, жилообразную, трубообразную формы и развиты преимущественно в скарнах [3]. Текстуры и структуры руд различные. Наиболее распространены вкрапленные или полосчато-вкрапленные, плойчатые и прожилковые текстуры. Встречаются также массивные, брекчиевые и радиально-лучистые текстуры. Структуры их крупно-, средне-, мелко- и неравномернозернистые.

Минералообразование в Кансайском рудном поле происходило в четыре стадии: 1) скарново-силикатную с магнетитом и сульфидами; 2) скарново-водно-силикатно-сульфидную; 3) кварц-карбонат-сульфидную; 4) кварц-барит-флюорит-кальцитовую. Ряд рудных (пирит, сфалерит, галенит, халькопирит) и жильных (кварц и кальцит) минералов образовались во всех стадиях минералообразования. Наибольшее развитие рудные минералы получили среди минеральных ассоциаций II и III стадий. Установлено, что образование большинства сульфидов во всех стадиях минерализации происходило несколько позднее образований силикатов и окислов и завершало процесс минералообразования каждой стадии [3].

На этих объектах выделяются четыре продуктивных типа свинцово-цинковых руд: магнетит-сфалеритовый, халькопирит-сфалеритовый, галенит-сфалеритовый и галенит-аргентитовый. Каждому типу руд соответствует околорудные изменения скарнов различного состава в родонитовых, волластонитовых и бустамит-родонитовых скарнах образованы галенит-аргентитовая и галенитовая продуктивные минеральные ассоциации, гранат-пироксеновых и везувиановых – магнетит-сфалеритовая, халькопирит-сфалеритовая, галенит-сфалеритовая. При развитии в скарнах тальк-серпентин-хлоритовых изменений формируется галенит-сфалеритовая продуктивная минеральная ассоциация [5].

В рудном поле выявлено более 60 месторождений и рудопроявлений, главными из которых являются Акташ, Бешкан, Камарсай, Кантау, Карахана, Королево, Кызыл-Кан, Новый Камарсай, Окурдаван, Смирновское, Северный Кантау, Шевчуковское, Центральный Кансай и Южная Дарбаза [3]. Для этих месторождений характерны скарново-полиметаллические с серебром оруденения алтынтопканского типа. Основными рудоконтролирующими факторами являются литология пород (карбонатная толща) и разрывная тектоника (разломы Кансайский, Дарбазинский, Кантау-Камарсайский, Копкан-Джакиканский).

В Кансайском рудном поле проявлены разнообразные гипогенные и гипергенные минералы (более 160) [2]. Гипогенные минералы представлены силикатами (диопсид, геденбергит, эпидот, гроссуляр, гроссуляр-андрадит, актинолит, тремолит, флогопит, волластонит, везувиан, манган-салит, хлориты, серпентин, мусковит, шефферит, скаполит, андрадит, клинохлор, пеннин), окислами (кварц, гематит, магнетит, касситерит), сульфидами и сульфосолями (пирит, сфалерит, галенит, пирротин, халькопирит, аргентит, акантит, висмутин, арсенопирит, молибденит, марказит, теннантит, тетраэдрит, буланжерит, гессит, геокронит, менегенит, клапротит, сульфосоли Bi, сульфоантимониды, прустит, пираргирит), самородными элементамы (Bi, Ag). Кроме того, встречаются представители группы карбонатов – кальцит, доломит, галоидов – флюорит, сульфатов – барит, вольфраматов – шеелит. Из них главными рудными минералами являются пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, арсенопирит, блеклые руды, сульфоантимониды. Из жильных минералов наиболее развиты во всех месторождениях и проявлениях рудного поля гроссуляр-андрадит, шефферит, магнезиально-железистый пеннин-клинохлор. Кроме того, в некоторых месторождениях встречаются кварц (Таскескен, Окурдаван), тальк, серпентин (Королево), серицит (Окурдаван), диопсид, андрадит (Янгикан), барит (Вульфенитовая жила), флюорит (Таскескен). Из пострудных жильных минералов развит кальцит.

В пределах рудного поля отчетливо проявляется зональность оруденения, вызванная прерывистым

поступлением растворов разного состава на фоне вспышек трещинообразования. Горизонтальная зональность оруденения выражается в том, что в восточной части рудного поля на ранних стадиях минералообразования проявились интенсивные деформации в зоне контакта известняков с гранитоидами и здесь кристаллизовались минеральные ассоциации первой стадии минерализации. В западном направлении разрывы проявлялись все позднее и соответственно были выполнены более поздними минеральными ассоциациями. Это привело к тому, что в самом западном фланге рудного поля получило распространение свинцово-цинковое оруденение, возникшее в третью стадию, не сопровождающееся скарнами [1].

В пределах рудного тела Чётка месторождения Центральный Кансай наблюдается смена с глубиною минеральных типов руд [6]. От поверхности до глубины 908 м развиты сфалерит-галенит-аргентитовые руды, которые сменяются галенит-сфалеритовыми с пиритом, сульфосолями и самородными элементами. На уровне от 907 до 570 м развиты галенит-сфалерит-пиритовый тип с халькопиритом. В местах сопряжения рудного тела с Южно-Дарбазинским разломом также наблюдается пиритовый тип с незначительным содержанием свинца и цинка. На этом протяжении содержание цинка по отношению к свинца возрастает от 0.8 до 1.7. Ниже до глубины 431 м распространен пирит-галенит-сфалеритовый тип оруденения с халькопиритом.

В распределении серебра также наблюдаются зональность. Сверху вниз уменьшается содержание серебра. Если в приповерхностных частях оно представлено самостоятельными минеральными формами (аргентитом, акантитом, пираргиритом, пруститом, самородным серебром), то на уровне средней части рудного тела серебро входит в виде изоморфной примеси, возможно, и тонкозернистой минеральной формы в главных рудообразующих сульфидах.

Серебро на месторождениях Кансайского рудного поля образует как собственные минералы – аргентит, акантит, прустит, пираргирит, полибазит, гессит, самородное серебро, так и встречается в виде изоморфных и механических примесей в галените, тетраэдрите, теннантите и др. минералах. Серебряная минерализация проявлена во всех стадиях минерализации. В первой стадии она проявлена в виде самородного серебра, а во второй аргентита. Однако основное количество серебра распространено в более поздних стадиях минералообразования – третьей и четвёртой. Здесь серебро развито в виде красных серебряных сульфосолей – пираргирита и прустита.

Все месторождения и рудопроявления Кансайского рудного поля сереброносны. Наиболее высокое содержание металла наблюдается на месторождении Южный Кансай (395,2 г/т), а низкое – в месторождении Акташ (23,3 г/т). На месторождении Центральный Кансай концентрация серебра в среднем составляет 52 г/т.

Если рассмотреть содержание серебра в сульфидах, основных концентраторах этого металла, то оно распределяется следующим образом (г/т): галенит (от 280 до 5000), тетраэдрит (до 2600), сфалерит (30…800), халькопирит (105…610), пирит (16…110).

Таким образом, минералообразование на месторождениях серебросодержащих скарново-полиметаллических месторождений Кансайского рудного поля происходило в дорудный (скарновый) и рудный (гидротермальный) этапы. Описано здесь большое количество минералов, главными из которых являются галенит, сфалерит, пирит и халькопирит. Из серебряных минералов наблюдаются аргентит, прустит, пираргирит, полибазит, гессит и самородное серебро. Кроме того, в галенитах и тетраэдритах месторождений рудного поля встречаются относительно высокое содержание серебра. Образование продуктивной серебряной минерализации происходило при средне-, низкотемпературном гидротермальном образовании. Отметим, что при комплексном использовании других элементов, в частности, серебра относительно бедные скарново-полиметаллические месторождения могут стать рентабельными.

Литература

1. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. М.: Недра, 1975. – 392 с.
2. Геология и минеральные комплексы Западного Карамазара. / Отв. редакторы П.А.Шехтман, М.И. Власова. –М.: Недра, 1972. – 440 с.
3. Геология свинцово-цинковых месторождений Кансайского рудного поля. / Отв. редактор Ф.И. Вольфсон. – М.: Наука, 1965. – 204 с.
4. Геология СССР, Таджикская ССР. Т XXIV Часть II. Полезные ископаемые. / Гл. редактор А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1966. – 600 с.
5. Еникеев А.М. Геохимические и минералого-петрографические критерии оценки полиметаллического оруденения в Кансайском рудном районе (ТаджССР). // Зап. Узбекист. отд. ВМО, 1990. – Вып. 43. – С. 110–114.
6. Еникеев А.М. Минералого-геохимические особенности скарново-полиметаллических руд месторождения Центральный Кансай. // Зап. Узбекист. отд. ВМО, 1980. – Вып. 33. – С. 45–50.

ОСОБЕННОСТИ СУЛЬФИДНОГО И БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ РУД ТАЛНАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М.И. Федоренко, Е.С. Островский
Научный руководитель доцент О.М. Гринев
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Норильский рудный район и его крупнейшие месторождения (Норильск I, Талнахское, Октябрьское) имеют мировую известность. Наряду с платиновыми месторождениями Бушвельдского комплекса они составляют львиную долю мирового рынка платиновых металлов.

Изучение месторождений платиновых металлов, как Норильской, так и Бущвельдской металлогенических провинций имеют непроходящую ценность, которая увеличивается по мере масштабной отработки руд и даёт информацию к концепции прогноза и поисков новых месторождений платиноидов.

В рамках подготовки магистерских диссертаций авторами были изучены скрытое и благороднометальное оруденение крупнейшего Талнахского медно-никелевого месторождения Норильского рудного района. Образцы основных типов Cu-Ni руд и вмещающих их магматитов (габбро-долеритов) были отобраны М.Федоренко и Е. Островским во время прохождения исследовательских практик в ОАО “Норильскгеология”. Основными методами исследования являлось: петрография, минераграфия, ICP MS и микрозонд. Анализы выполнены в ЦКП ГГФ «Геохимия природных систем».

По данным многолетних исследований предшественников материнской интрузией для руд Талнахского месторождения является одноимённый расслоенный интрузив, в котором сверху вниз выделены следующие горизонты: 1) эруптивные брекчии, лейкократовое габбро; 2) габбро-долериты и кварцевые габбро-долериты; 3) безоливиновые долериты; 4) оливиновые долериты; 5) пикритовые долериты, оливиниты; 6) такситовые и контактовые долериты. Интрузив сопровождается ореолом контактовых роговиков. Оруденение располагается в нижней части расслоенного интрузива и в прилегающих экзоконтактах среди контактово изменённых стратифицированных осадочных породах. В составе руд Талнахского рудного узла выделено три основных типа руд: сливные, вкрапленные и медистые (экзокотактовые по изменённым вмещающим породам). В коллекции, изученной авторами, были представлены следующие разновидности.

I. Вкрапленные и сидеронитово-вкрапленные руды: габбро-долерит такситовый с редкими вкраплениями сульфидов (до 3…5 %); габбро-долерит такситовый с порфировидными крупными выделениями сульфидов (до 5…10 %); пикритовый габбро-долерит с порфировидными вкраплениями сульфидов и заметной их вкрапленностью в основной массе породы (7…15 %). Сидеронитовый подтип руд – серпентинизированный рудный (сульфидный) оливинит с содержанием сульфидов от 30…40 до 60 %.

II. Сливные руды – крупнозернистая массивная полисульфидная руда пластообразных тел и секущих габбро-долериты жил, мощностью 10…50 см.

III. Рудные роговики и скарноиды по вмещающим толщам (медистые руды) – рудный амфибол-кварц-хлоритовый метасоматит экзоконтактовый с содержанием сульфидов от 30…40 до 70 %.

Микрозондовые изучения состава минералов рудоносной серии пород и руд позволило подтвердить выводы предшественников о наличии в них двух типов благороднометального оруденения – скрытого (рассеянного в сульфидах) и собственного благороднометального.

В пирите и халькопирите габбро-долерита с убогим содержанием рудных минералов установлены (здесь и далее в %) Au (1.88…3.08) и Pt (1.66…1.98).

В пирротине, пентландите и галените габбро-долеритов с редкой вкрапленностью сульфидов установлены Au (2.80…3.99), Pt (1.36…2.19), Ir (0.89…1.7), Os (0.55…0.82), в галените к ним добавляется Ru (1.77). Собственная благороднометальная минерализация представлена паоловитом (Pd 60.6…65.8, Sn 34.07…42.66) с примесью Au, Pt, Ir, Os и интерметаллидами состава Pd-Pb-Te.

В пентландите, халькопирите, пирите пикритового габбро-долерита с вкрапленниками сульфидов установлены Au 2.99…3.72, Pt 1.99…2.50, Ir 0.79…1.32, Os 0.50…0.76. Установлен сперрилит (Pt 55.54…63.43) с примесью Os 2.48, Pd 2.55…2.9, Rh 0.34, Ru 0.4, Te 1.2…1.8.

В пентландите, пирите, халькопирите серпентинизированного сульфидного “оливинита” присутствуют Au 3.18…3.73, Pt 1.61…1.84, Ir 0.85…1.09.

В сульфидах сливной Cu-Ni руды также содержатся благородные и ассоциирующие сними металлы, отмеченные в выше приведённых разновидностях оруденелых пород и в сопоставимых с ним количествах. Однако особо разнообразным здесь является собственно благороднометальная минерализация, в виде разнообразных сплавов и интерметаллидов типа кейктонита (Pd 59.89, Pb 14.19, Sn 7.75, Te 13.73, Cu 3.99), сплавы состава Pd-As-Cu; Pd-As-Ag, Pd-Te-Ag, Pb-Pd, Pb-Pd-Te, а так же самородное серебро с каймой акантита.

В рудных метасоматитах экзоконтакта (медная руда), помимо содержания благородных металлов в сульфидах, установлены аргентумаурокуприт (Cu 30.72, Pb 14.96, Te 13.73, Sn 7.75, Cu 3.99) и сплавы (Pb 71.07, Sb 19.62, As 8.62).

Геохимическими исследованиями установлено, что серия рудоносных габбро-долеритов и сливных Cu-Ni руд специализирована прежде всего на Ti, Cr, Ni, Cu, Mn, Pt, Ag и в меньшей степени на V, Co, Zn, Ru и Au. При этом содержания Cr, Ni, Cu, Co, Pd, Pt и Au подвержены значительным колебаниям в прямой зависимости от принадлежности их к установленным петрографическим разновидностям траппов, что свидетельствует о

доминирующий роли в их распределении процессов магматической дифференциации.

В невысоких, но повышенных количествах, относительно кларковых значений, содержатся Be, Sc, Ga, Rb, Sr, Ba, Zn, Nb, Hf, Cs, Mo, Sn, Te и Rb. В предельно низких конкретных концентрациях содержатся РЗЭ, Ta, U, Th и W.

В общих чертах подобная картина геохимической ассоциации в исследованных образованиях свидетельствует о принадлежности их к мантийным рудоносным базит-гиперзитовым системам. Особенно ярко это подтверждается высокими концентрациями Ti, Cr, Ni, Mn, Pd, Pt и низкими РЗЭ, Ta, U, Th и W.

Вместе с тем, повышенные относительно кларков содержания Be, Sc, Ga, Rb, Zr, Hf, Cs, Sn, Sb и Pb могут свидетельствовать об участии в составе глубинной мантийной системы определённой роли нижнекорового вещества, а так же вещество эвапоритовых толщ силура и девона.

Характер распределения и спектры микроэлементов изученных рудоносных пород и руд на спайдер-диаграмме (рис.) прежде всего, подчеркивает их генетическое родство при ведущей роли магматической дифференциации. В то же время в этом ряду оруденелых пикритоидов-долеритов ярко проявлен количественный «отскок» от оруденелых пород (на 1-2 порядка), сливных сульфидных руд, что объясняется проявлением ликвации руд от материнских траппов. Характерно, что сливные руды сохраняют конфигурацию геохимического спектра, свойственную всей серии магматических дифференциатов, несмотря на отсутствии в них породообразующих минералов габбро-долеритов, со своей стороны указывающую на их генетическое родство и ликвационный генезис.

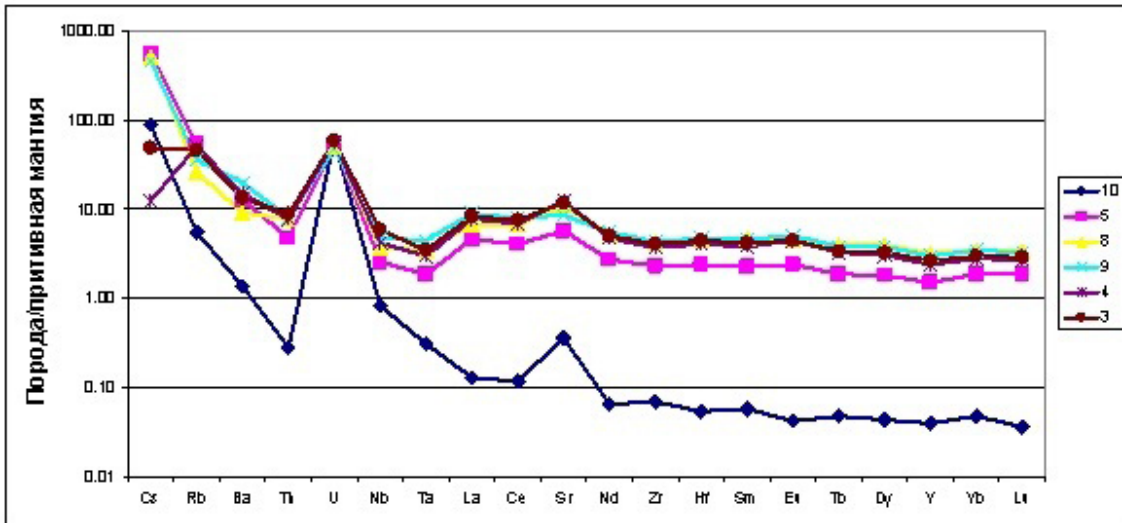


Рисунок. Мультиэлементная спайдер-диаграмма распределения микроэлементов в серии рудоносных габбро-долеритов и сливных Cu-Ni сульфидных руд.
10 – сульфидная медно-никелевая руда сливная со структурами распада минералов; 5 – пикритовый габбро-долерит с резкими порфировидными вкраплениями сульфидов; 8 – габбро-долерит такситовый с вкраплениями сульфидов; 9 – габбро-долерит такситовый без видимых вкраплений сульфидов; 4 – оливиновый габбро-долерит; 3 – оливиновый габбро-долерит с мелкой и редкой вкрапленностью сульфидов. Состав примитивной мантии по [Luybetskaya T., 2007]

Таким образом, в ходе проведённого исследования установленно генетическое родство всей серии рудоносных дифференциатов и руд, явные признаки ликвационного происхождения сливных руд, а так же наличие в этой серии скрытого и собственного благороднометального оруденения. Причём первое из них составляет заметную долю в общем балансе благороднометального оруденения.

ПЕТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ СМЕЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С. Д. Шкодин, А.Ю. Самохвалов, А.И. Добролюбов
Научный руководитель заведующий лабораторией, к.г.н. М.В. Решетников
Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия

В работе представлены результаты исследования петромагнитных свойств почвенного покрова над Смеловским нефтяным месторождением. Работы проводились летом 2016 года с целью обоснования применения результатов петромагнитных исследований при поиске и разведке месторождений углеводородного сырья.

Исследуемая территория располагается в Энгельсском районе Саратовской области в 40 км к юго-востоку от города Энгельс. Абсолютные отметки рельефа 50-60м над уровнем моря. Рельеф территории ровный с небольшим уклоном на запад, перепад высот не превышает 10м. На территории пробурено 2 скважины. Подтверждена промышленная нефтегазоносность. Опробование проводилось по профильной схеме. Профили были построены так, что бы пересекать структуру, установленную сейсморазведкой. По восьми профилям было отобрано 74 почвенных проб с интервалом в 200 м.

В современном тектоническом плане район работ располагается в пределах северо-западной части Прибортовой моноклинали и бортовой зоны Прикаспийской впадины на территории Волжского палеопрогиба. Смеловская структура находится на Светловско-Гурьяновской ступени Волжского прогиба, в 2 км юго-западнее Березовского месторождения по отложениям нижнего карбона. Структура по отложениям нижнего карбона ($п C_1 mh$, $C_1 bb$, $п C_1 up$) представляет собой изолированную антиклинальную складку, в палеоплане практически изометричной формы.

С отобранными образцами проводились измерения магнитной восприимчивости KLF (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте) и KHF (магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте), tk – магнитной восприимчивости после нагрева образца до 500 ^{0}C, а также рассчитывались значения FD-фактора (частотна зависимость магнитной восприимчивости) и dk - величина прироста магнитной восприимчивости после нагрева. В процессе проведения измерении и расчетов было установлено, что:

KLF почв исследуемой территории изменяется от $2{,}84\times10^{-7}$ ед. СИ до $8{,}83\times10^{-7}$ ед. СИ, со средним значением $7{,}17\times10^{-7}$ ед. СИ. KHF почв исследуемой территории изменяется от $2{,}68\times10^{-7}$ ед. СИ до $8{,}21\times10^{-7}$ ед. СИ со средним значением $6{,}68\times10^{-7}$ ед. СИ.

FD-фактор изменяется в исследуемых образцах почв в интервале от 5,37% до 7,22%, при среднем значение 6,46%.

Kmag, величина характеризующая превышения значений магнитной восприимчивости над её фоновым значением изменяется в пределах от 0,40 до 1,23 единиц, при среднем значение 0,99.

tKLF (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте, после нагрева) изменяется от $4{,}46\times10^{-9}$ ед. СИ до $1{,}12\times10^{-6}$ ед. СИ, при среднем значение $7{,}68\times10^{-7}$ ед. СИ.

Значение dk изменяется от 0,99 до 1,78, при среднем значение 1,24 единиц.

Выводы:

1. Анализ распределения KLF и KHF указывает на то, что на исследуемом участке значений магнитной восприимчивости распределяются достаточно в узком диапазоне значений без сильно выраженной дифференциации и отражает реальный петромагнитный фон для почв данного зонального типа.

2. Рассчитанные значения FD-фактора также не имеют сильно выраженной дифференциации и, скорее всего, отражают значения характерные для данного типа почв.

3. Значения Kmag полученные нами указывают на низкую степень техногенной трансформации исследуемого почвенного покрова.

4. Результаты определения dk говорят о том, что в исследуемых почвах количество немагнитных соединений железа в почве незначительно и не позволяет выделить аномальные зоны.

КАРБОНАТЫ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ МАЛОУШАЙСКОЙ ЗОНЫ

О.М. Янченко
Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Малоушайская зона золотоносных кор выветривания находится в Томском районе и располагается в области сочленения крупных геологических структур – Колывань-Томской складчатой зоны и Кузнецкого Алатау, что определяет особенности ее геологического строения и минерагении. Коры выветривания Малоушайской зоны подразделяются на остаточные и переотложенные (кирсановская свита). Особенностью минералогического состава исследуемых кор выветривания является ассоциация каолинита, монтмориллонита и гидрослюд с карбонатами и пиритом [2].

Фактическим материалом для проведения исследования морфологии, химического состава и внутреннего строения карбонатов послужили пробы, полученные из керна скважин. Проведен сокращенный полуколичественный минералогический анализ шлихов из керновых проб с использованием стереомикроскопа OLYMPUS SZX10, отобраны мономинеральные фракции карбонатных минералов. Аналитические работы заключались в определении элементов-примесей и химического состава монофракций методом ИСП-масс-спектрометрии. На сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU изучены химический состав и внутренняя структура карбонатов.

По результатам минералогического анализа содержание карбонатов в шлихах составляет десятые доли процента или до 5 % в тяжелой фракции шлиха. Преимущественным распространением минералы пользуются в электромагнитной фракции шлиха. В корах выветривания характерной формой выделения являются сферолиты размером менее 0.2 мм (рис. 1), реже встречаются трубки, гнезда, стяжения, прожилки, прослои и жилы.

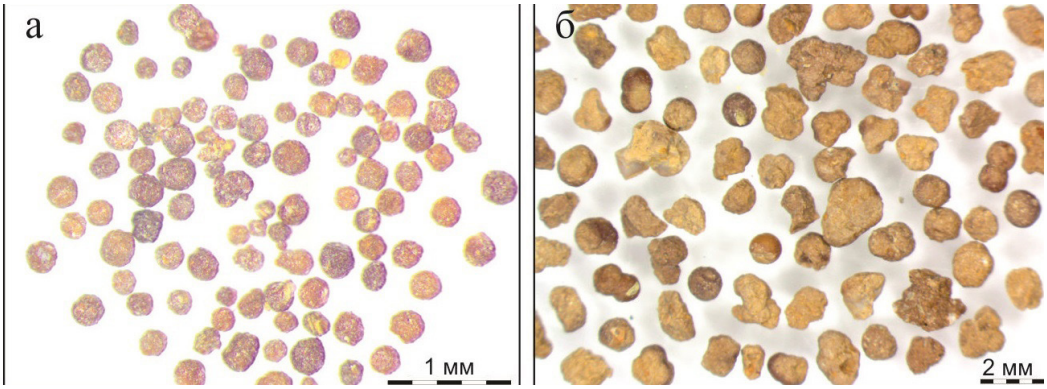


Рис. 1. Сферолиты карбонатов кор выветривания. а – керновая проба Z35-13, б – керновая проба Z82-4

Максимальные концентрации карбонатных минералов приурочены к корам выветривания, развивающимися вблизи поверхности несогласия между породами складчатого основания и рыхлыми отложениями чехла, представленными породами кирсановской свиты. В линейных корах выветривания, развивающихся по терригенным отложениям палеозоя, карбонатная минерализация приурочена к трещинным зонам с кварцевым прожилкованием.

Исследование химического состава монофракций методом ИСП-масс-спектрометрии (ИСП МС) показало, что в карбонатах остаточной коры выветривания в виде элементов-примесей присутствуют в повышенных содержаниях цинк (до 1.4 кг/т), вольфрам (до 1 кг/т), свинец (до 0.85 кг/т) и золото (до 0.8 г/т), в карбонатах переотложенной коры выветривания и перекрывающих отложений не установлено значительных концентраций примесных элементов. По химическому составу карбонаты остаточной коры выветривания представлены анкеритом и сидеритом, карбонаты переотложенной коры выветривания по составу отвечают кутногориту, анкериту и сидериту, в перекрывающих отложениях тайгинской свиты карбонаты представлены сидеритом и марганцевистым кальцитом. Установлена зональность в распределении карбонатных минералов, проявляющаяся в повышении содержания марганцевой составляющей в карбонатах верхней части разреза. Кристаллохимические формулы карбонатов различных частей разреза приведены в таблице (табл.).

По данным электронной микроскопии (ЭМ) выявлено неоднородное строение микросферолитов карбонатов остаточной коры выветривания (рис. 2 б), представляющих собой изоморфную смесь двух компонентов: кутногоритового с кристаллохимической формулой $(Fe_{0.13}Ca_{0.73}Mn_{0.91})_{1.77}(CO_3)_2$ и сидеритового – $(Mg_{0.01}Ca_{0.14}Mn_{0.15}Fe_{0.57})_{0.91}CO_3$. В составе карбонатов повсеместно в виде включений наблюдается свободная фаза кремнезема SiO_2, присутствие примесей Al_2O_3 и K_2O обусловлено наличием микроскопических частиц гидрослюды. В незначительном количестве присутствует примесь $PbCO_3$, образующегося в результате преобразования галенита в зоне окисления, что подтверждается наличием минерала в виде тончайших (менее 2 μm) включений в пробах. В продуктах переотложенной коры выветривания карбонат имеет зональное строение и представлен более железистой разновидностью – сидеритом $Fe_{0.95}CO_3$ (рис. 2 а).

Таблица

Кристаллохимические формулы карбонатов

№ пп	№ пробы	Кристаллохимическая формула	Название минерала	Метод анализа
Глины тайгинской свиты ($pQ_{1-2}tg$)				
1	Z37-2	$(Mn_{0.04}Ca_{0.36}Fe_{0.66})_{1.07}CO_3$	сидерит	ИСП МС
2	Z84-1	$(Fe_{0.14}Mn_{0.2}Ca_{0.85})_{1.19}CO_3$	марганцевистый кальцит	ИСП МС
Кора выветривания по отложениям кирсановской свиты (pdN_2-$Q_E krs$)				
1	Z35-11	$Fe_{0.95}CO_3$	сидерит	ЭМ
2	Z30-4	$(Fe_{0.15}Mn_{0.65}Ca_{1.17})_{1.97}(CO_3)_2$	кутногорит	ИСП МС
3	Z82-4	$(Fe_{0.07}Mn_{0.79}Ca_{1.1})_{1.96}(CO_3)_2$	кутногорит	ИСП МС
4	Z82-5	$(Fe_{0.04}Mn_{0.81}Ca_{1.13})_{1.98}(CO_3)_2$	кутногорит	ИСП МС
5	Z83-5	$(Mn_{0.14}Ca_{0.67}Fe_{1.04})_{1.85}(CO_3)_2$	анкерит	ИСП МС
Кора выветривания по породам юргинской свиты (D3*jur*)				
1	Z31-18	$(Mn_{0.07}Ca_{0.79}Fe_{1.02})_{1.88}(CO_3)_2$	анкерит	ИСП МС
2	Z35-13	$(Mn_{0.18}Ca_{0.74}Fe_{0.94})_{1.86(}CO_3)_2$	анкерит	ИСП МС
3	Z35-13	$(Fe_{0.13}Ca_{0.73}Mn_{0.91})_{1.77}(CO_3)_2$	кутногорит	ЭМ
4	Z35-13	$(Mg_{0.01}Ca_{0.14}Mn_{0.15}Fe_{0.57})_{0.91}CO_3$	сидерит	ЭМ
5	Z35-55	$(Mn_{0.03}Ca_{0.27}Fe_{0.76})_{1.06}CO_3$	сидерит	ИСП МС
6	Z82-8	$(Mn_{0.07}Ca_{0.67}Fe_{1.1})_{1.84}(CO_3)_2$	анкерит	ИСП МС

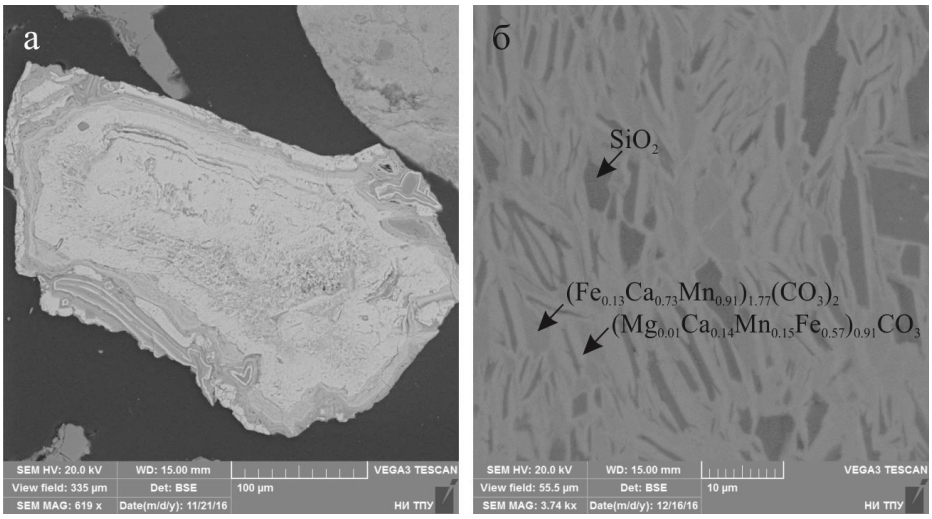


Рис. 2 Внутреннее строение карбонатов.
А – керновая проба Z35-11, б – керновая проба Z35-13

Таким образом, карбонаты кор выветривания Малоушайской зоны подразделены на кутногорит, анкерит, сидерит и марганцевистый кальцит. Карбонаты отличаются разнообразием форм выделения, однако наиболее характерной формой являются микросферолиты. Выявлена зональность распределения карбонатных минералов, выражающаяся в повышении содержания марганцевой составляющей в карбонатах верхней части разреза.

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для пересчета формул минералов. М.: Недра, 1967. – 144 с.
2. Черняев Е.В. Генезис и золотоносность кор выветривания Томского района // Цветные металлы и минералы: Сборник тезисов докладов восьмого международного конгресса. – Красноярск, 2016. – С. 336 – 337.

СЕКЦИЯ 4
ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

ФИЗИКО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ПОКРЫШЕК БОРИСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

Т.Г. Алименко
Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Борисовское месторождение расположено в Глусском районе Могилёвской области Республики Беларусь. Месторождение открыто в 1975 г., введено в пробную эксплуатацию в 1989 году. Скважинами Борисовского месторождения вскрыт разрез от архейско-протерозойских отложений кристаллического фундамента до современных включительно. В осадочном чехле по отношению к региональным нижне- и верхнесоленосным отложениям выделяются подсолевая (терригенная и карбонатная), нижнесоленосная, межсолевая, верхнесоленосная (галитовая и глинисто-галитовая) и надсолевая толщи. Относительно региональных соленосных отложений в осадочном чехле выделяется ряд толщ: подсолевая терригенная, подсолевая карбонатная, нижнесоленосная, межсолевая, верхнесоленосная и надсолевая.

Вся осадочная толща пород выполнена в основном образованиями среднедевонско-среднетриасового (герцинского) структурного комплекса. Он наиболее сложно построен, и в его пределах, согласуясь с уровнями верхнефранской (нижней) и фаменской (верхней) соленосных толщ, происходит переход от блоковой структуры поверхности фундамента и рифейско-вендских отложений, преимущественно блоковой структуры подсолевых девонских отложений, к блоково-пликативной структуре межсолевых и пликативной структуре надсолевых отложений. В соответствии с характером дислоцированности слагающих пород, герцинский комплекс подразделяется на три структурных этажа: эйфельско-среднефранский (нижний), верхнефранско-каменноугольный (средний) и верхнепермско-триасовый (верхний). Структурные этажи отражают основные этапы развития Припятского прогиба: нижний, соответствующий платформенному этапу; средний – авлакогеновому этапу, и верхний – позднеплатформенному этапу. Промышленная нефтеносность месторождения связана с подсолевыми карбонатными отложениями франского яруса.

Породы кристаллического фундамента ($AR+PR_1$) частично вскрыты скв. №№ 3 и 17. Максимальная вскрытая толщина пород 44,9 м. Верхнепротерозойские отложения (PR_2) несогласно залегают на кристаллическом фундаменте в составе вендского и среднерифейского комплексов. Максимальная вскрытая толщина 421,4 м. Подсолевая терригенная толща вскрыта полностью скв. № 17 (679,5 м) и частично скв. №№ 11, 12, 13, 4 и 6, включает в себя верхнепротерозойские и девонские отложения в составе витебско-пярнусского, наровского, старооскольского и ланского горизонтов.

В тектоническом отношении месторождение расположено в пределах Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба и приурочено к западной части Речицко-Вишанской зоны поднятий [2, 5]. По кровле семилукского горизонта Борисовская структура представляет собой блок треугольной формы, площадью 7477 тыс. м^2, который с юга и юго-запада примыкает к региональному Речицко-Вишанскому разлому, амплитудой около 2000 м, с востока ограничен разрывным субмеридиональным нарушением амплитудой до 150 м, с севера – субрегиональным Холопиничско-Чернинским разломом амплитудой до 250-400 м (рис. 1 и 2).

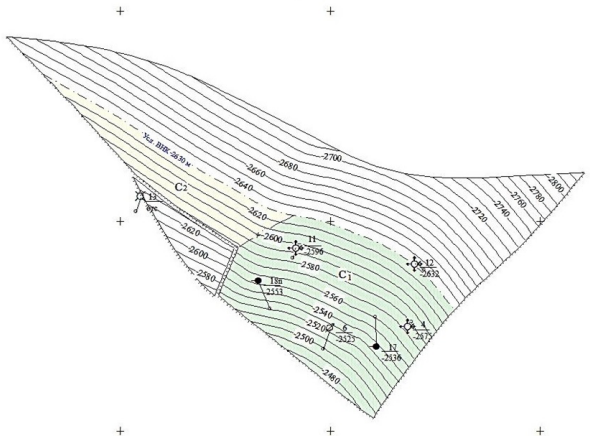


Рис. 1. Борисовское месторождение. Семилукский горизонт. Структурная карта кровли коллектора

Промышленная нефтеносность Борисовского месторождения связана с отложениями семилукского и саргаевского горизонтов. Продуктивный семилукский горизонт вскрыт скважинами №№ 4, 6, 11, 12, 17 и 18n. Согласно пересчету запасов, проведённому БелНИПИнефть в 2014 г., нефтенасыщенные толщины составляют: по стволу от 8,8 м (скв. 17) до 33,2 (скв. 18n); по вертикали от 8,8 (скв. 17) до 10,5 (скв. 11).

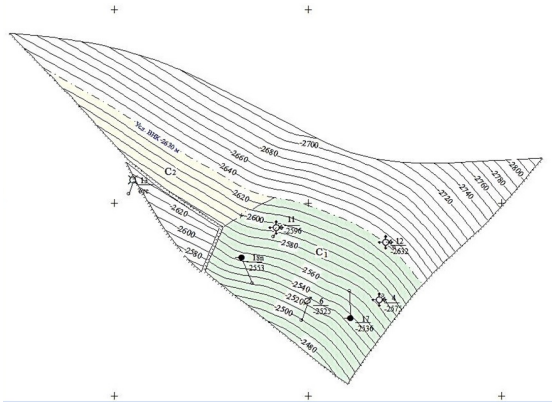


Рис. 2. Борисовское месторождение. Семилукский горизонт. Карта эффективных нефтенасыщенных толщин

Площадь нефтеносности категории C_1 – 2424 тыс. м^2, открытая пористость коллектора – 5,4%, нефтенасыщенность – 84,3 %, проницаемость коллекторов – 0,002 мкм^2. Водонасыщенные коллекторы выделены в скв. № 12 общей толщиной 11,2 м, открытая пористость которых составляет 6,3 %. Тип коллектора – карбонатный, кавернозно-порово-трещинный. По результатам лабораторных исследований керна, проведенных в 6 скважинах, пористость коллекторов семилукских отложений изменяется от 0,3 % до 5%. При опробованиях в открытом стволе притоки безводной нефти получены в скважине № 6 из интервала 2664-2690 м (-2508,0 - -2533,7 м) дебитом 28,56 м^3/сут., и в скважине № 11 из интервала 2730-2758 м (-2570,9 - -2598,9 м), дебит не замерялся. При опробовании в открытом стволе скважины № 6 интервала 2691,9-2700,4 (-2535,6 - -2544,0 м) получили приток разгазированного бурового раствора с нефтью дебитом 4,464 м^3/сут. В скважине № 11 из интервала опробования 2759-2771 м (-2599,9 - -2611,9 м) получен приток разгазированного бурового раствора.

Пласты-коллекторы продуктивных горизонтов представлены доломитами различной степени пористости, кавернозными, слабоглинистыми (2-5%), участками нефтенасыщенными. Крупные каверны и поры зачастую заполнены призматическим ангидритом, реже галитом, что ухудшает емкостные свойства доломитов. Пласты-коллекторы, выделенные по данным ГИС, хорошо коррелируются, выдержаны, имеют примерно равную толщину и близкие емкостные характеристики. Отмечается незначительное уменьшение толщины пластов-коллекторов к головной части блока. Эффективная емкость коллектора представлена вторичными порами и кавернами выщелачивания [1, 3, 6].

Саргаевские отложения вскрыли скважины №№ 4, 6, 11, 12, 17, 18n. Согласно пересчету запасов, нефтенасыщенные толщины коллектора, составляют: по стволу от 3,4 м (скв. 6) до 8,8 м (скв. 18n); по вертикали от 3,4 (скв. 6) до 5,7 (скв. 11). От открытая пористость – 5,8 %, нефтенасыщенность – 72%. Проницаемость коллекторов составляет 0,00003 мкм^2. Водонасыщенная толщина по стволу и по вертикали в скв. 12 равна 4,8 м, открытая пористость – 6,9 %. Тип коллектора карбонатный, кавернозно-порово-трещинный. По лабораторным исследованиям керна пористость коллекторов саргаевских отложений изменяется от 0,1 до 6,5 % .

При опробовании в открытом стволе в скважине 4 получен приток пластовой воды в интервале 2766-2840 м (-2619,4 - -2693,3 м) дебитом 10,56 м^3/сут. При опробовании в открытом стволе скважины № 17 получен приток глинистого раствора с пластовой водой дебитом 6,3 м^3/сут. в интервале 2793-2845 м (-2600,6 - -2652,6 м). При совместном опробовании в открытом стволе в скважине № 6 из интервала 2701-2710 м (-2544,6 - -2553,5 м), включающего лишь 1 м отложений семилукского горизонта, получен фильтрат бурового раствора с пленкой нефти дебитом 1,68 м^3/сут. В 11 скважине при опробовании интервала 2774-2813 м (-2614,9 - -2653,9 м) получен приток разгазированного бурового раствора с нефтью, дебит жидкости составил 0,55 м^3/час, нефти – 0,146 м^3/час. В скважине № 4 при совместном опробовании в открытом стволе семилукских и саргаевских отложений в интервалах 2700-2748 м (-2553,4 - -2601,4 м) и 2703-2768 м (-2556,4 - -2621,4 м) отмечены нефтепроявления в виде пленки нефти в разгазированном буровом растворе и технической воде. Коллекторами нефти саргаевской залежи являются доломиты органогенные, микрозернистые, редко кавернозные, трещиноватые, в различной степени ангидритизированные, в основании горизонта глинистые до перехода в мергели известково-доломитовые. Единым объектом разработки месторождения являются залежи нефти семилукского и саргаевского горизонтов. Залежь находится на второй стадии разработки и разрабатывается с системой поддержания пластового давления [3, 7, 8].

Литература

1. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. – М.: РГГУ, 1999. – 285 с.
2. Бескопыльный В.Н. Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений Беларуси / В.Н. Бескопыльный и др. – Гомель: Изд-во Сож, 2009. – 216 с.
3. Демидович Л.А. Формирование коллекторов нефтеносных комплексов Припятского прогиба. – М.: Наука и техника, 1979. – 160 с.
4. Заикин Н.П., Харчиков П.К. и др. Оценка продуктивности, нефтеотдачи пласта по комплексу геолого-промысловых данных // Пути развития и перспективы бурения геологоразведочных скважин Белоруссии: Сб. науч. трудов БелНИГРИ. – Минск, 1986. – С. 125 – 130.
5. Киркинская В.Н., Смехов Е.М. Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. – Л.: Недра, 1981. – 255 с.
6. Ковалев А.Г. Исследование коллекторских свойств нефтяных пластов и механизма вытеснения нефти // Труды ВНИИ. – Вып. LIII. – М.: Недра, 1970. – С. 55 – 63.
7. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. – М.: Недра, 1977. – 287 с.
8. Шуфлита С., Кусьнерчик Е. Современные методы исследования для повышения эффективности эксплуатации месторождений углеводородов // Теория и практика современных методов интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи пластов: материалы Международной научно-практической конференции (23-25 мая 2012 г., г. Речица). – Гомель: ОАО «Полеспечать», 2014. – С. 323 –335.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВСКОГО СВОДА

М.О. Андреянов
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция – один из крупнейших нефтегазоносных регионов России. Однако все основные крупные месторождения уже изучены.

Рассмотрим перспективы нефтегазоносности на примере Александровского свода. Стоит отметить, что большинство открываемых на его территории месторождений являются небольшими по площади и запасам, но с большим этажом нефтегазоносности – залежи вскрыты от неокома до палеозоя. Изучаемый район относится к Александровскому нефтегазоносному району (НГР) Васюганской нефтегазоносной области (НГО), а рассматриваемое месторождение приурочено к Южно-Александровскому локальному поднятию в юго-западной части Западно-Александровского выступа [2].

Юрские отложения являются основными для добычи нефти и газа. Основным нефтегазоносным объектом является васюганский горизонт. Такое различие объясняется развитием этапов регрессии и трансгрессии при образовании осадочного бассейна.

По кровле пласта $Ю_1$ структура представляет собой куполовидное поднятие, вытянутое в меридиональном направлении и осложнённое двумя локальными поднятиями – западным и центральным, которые в свою очередь осложнены более мелкими куполами. Поднятие осложнено серией тектонических нарушений.

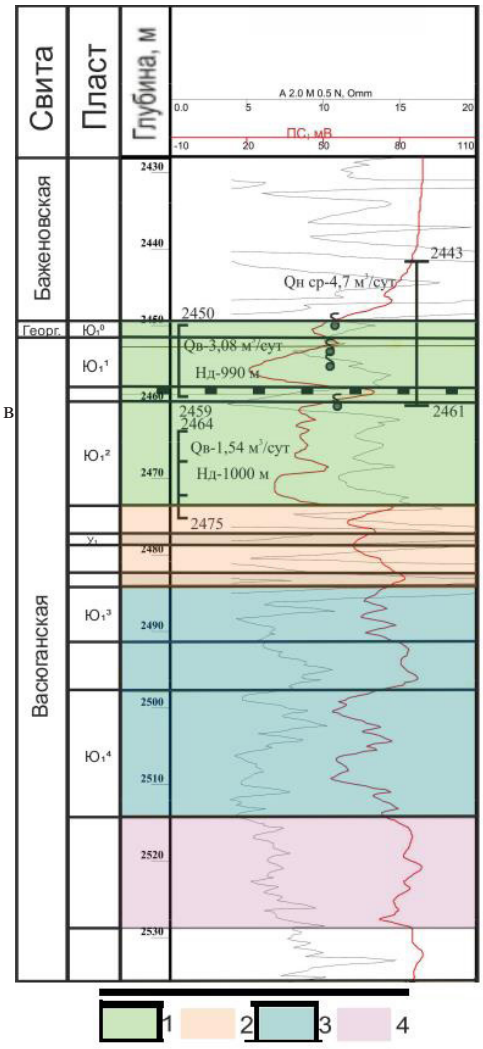


Рис. Выделение комплексов формирования васюганского горизонта:
1-4 – комплексы: 1 – верхнебат-келловейский, 2 – келловей-нижнеоксфордский, 3 – среднеоксфордский, 4 – средневерхнеоксфордский

Продуктивными являются отложения надугольной пачки верхневасюганской подсвиты (пласты $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$), которые формировались в прибрежно-морских трансгрессивных условиях. Пласт $Ю_1^1$ представлен песчаниками тонкозернистыми известковистыми с трещинами, минерализованными кальцитом; пласт $Ю_1^2$ – песчаниками мелко-, средне- и крупнозернистыми, плотными и средней плотности с прослойками углистого материала. Коллекторские свойства надугольного резервуара ухудшаются как в направлении наиболее приподнятых участков палеорельефа, так и в направлении депрессионных зон. Залежь пласта вскрыта разведочными скважинами, в которых доказана промышленная продуктивность. При испытаниях в скважинах получен приток нефти до 6 м³/сут. А одной из скважин получен фонтан нефти дебитом 59,6 м³/сут.

Васюганский горизонт на территории Александровского свода имеет слабую литолого-фациальную изученность, хотя в настоящее время в группе пластов горизонта $Ю_1$ здесь насчитывается 19 месторождений.

На исследуемой территории можно выделить 4 комплекса формирования васюганского горизонта: верхнебат-келловейский, келловей-нижнеоксфордский, среднеоксфордский, средневерхнеоксфордский (рис.).

Начало накопления васюганского горизонта связано с региональной трансгрессией, в результате которой установился морской режим седиментации.

Верхнебат-келловейский комплекс характеризуется формированием отложений в мелководно-морских обстановках в пределах дальней и переходной зон побережья. Комплекс сложен глинистым материалом и имеет довольно однородное строение [1].

Келловей-нижнеоксфордский комплекс на изучаемой территории включает подугольную толщу горизонта $Ю_1$ (пласты $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$). Пласт $Ю_1^4$ сложен мелкозернистым песчаником с участками тонкогоризонтально-, волнисто-слоистых алевритоглинистых пород. Формирование пласта происходило в пределах ложбин и предфронтальной зоны пляжа. Пласт $Ю_1^3$ сложен алевропесчаниками и мелкозернистыми песчаниками с небольшим увеличением размера зерен вверх по разрезу, содержащими углефицированный растительный детрит (УРД). Пласт образован в условиях приливной дельты в пределах лагунно-барового участка побережья [1].

Среднеоксфордский комплекс включает в себя пласт $Ю_1^{му}$. Накопление комплекса происходило в обстановках лагунно-маршевого побережья. Комплекс представлен неравномерным чередованием аргиллитов и алевролитов с маломощными прослоями алевролито-песчаных пород [1].

Средневерхнеоксофордский комплекс горизонта $Ю_1$ представлен надугольной толщей (пласты $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$). Пласт $Ю_1^2$ по условиям формирования представляет серию вдольбереговых баров. Согласно керновым данным, подошва пласта эрозионная, в породах отмечаются намывы глинистого и углисто-глинистого вещества. Формирование пласта $Ю_1^1$ происходило в обстановке подводного вала. Породы отличаются широким развитием волнисто-слоистых и массивных текстур, значительным проявлением кальцитизации [1].

Таким образом, в результате проведенных исследований достаточно четко отмечается закономерная смена обстановок осадконакопления по разрезу в связи с регрессивными и трансгрессивными этапами развития осадочного бассейна.

Литература

1. Вакуленко Л.Г., Дульцева О.В., Бурлева О.В. Строение и обстановки формирования васюганского горизонта на территории Александровского свода // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52. – № 10. – С. 1538 – 1556.
2. Тектоника и нефтегазоносность центральной части Александровского свода / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, В.В. Лапковский и др. // Геология нефти и газа, 2011. – № 5. – С. 119 – 127.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ПЕТРИКОВСКО-ЕЛЕЦКОЙ ЗАЛЕЖИ ДАВЫДОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

М.А. Аниськова
Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

В настоящее время на петриковско-елецкой залежи Давыдовского месторождения добыча нефти ведется в скважинах №№ 16s2, 17, 33, 34s2, 35, 55, 56s2, 57, 58, 60, 62, 65s2, 66, 68, 69, 70, 80, 82s2, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 99, 104, 106, 108, 121, 9001. Закачка воды в пласт с целью поддержания пластового давления осуществляется через скважины №№ 53, 59, 63, 67, 79, 87, 100, 110, 111r [2]. Максимальные нефтенасыщенные толщины составляют 43,7-62,2 м и уменьшаются к периферии залежи; минимальные (3,5 м) – отмечаются в скважине 86, расположенной в восточной части.

По величине среднего дебита залежи выделяется 2 группы скважин:

– к 1-й группе относятся скважины, расположенные в зоне с большими нефтенасыщенными толщинами и относительно высокими коллекторскими свойствами пород, они находятся в зоне влияния закачки (центральная часть залежи).

– 2-я группа, которая составляет 41 % добывающего фонда, представлена скважинами, расположенными в приконтурной зоне с ухудшенными коллекторскими свойствами пород [3].

Доля низкодебитного фонда (<5 т/сут.) составляет 38 % (14 скважин). Количество скважин, эксплуатирующих залежь нефти петриковско-задонского горизонта с дебитами от 5 до 10 т/сут., составило 19 скважин – наибольшее количество скважин.

Скважины добывающего фонда межсолевой залежи нефти Давыдовского месторождения по содержанию в них воды делятся на три основные группы:

а) добывающие скважины, расположенные в зонах влияния нагнетательных скважин (в основном в сводовой части залежи) с устойчивым наличием воды в добываемой продукции (источником поступления воды являются, как закачиваемые воды, так и пластовые, а также техническая вода, используемая для промывки скважин);

б) скважины с периодическим появлением воды в добываемой продукции. Причиной этому служит большое количество проводимых по скважинам технологических обработок (57, 85, 60, 89, 66, 97, 54s2, 16s2, 58, 94n, 121, 124);

в) скважины, работающие стабильно с безводной продукцией. В 2012 году большинство безводных скважин располагалось в самой южной части межсолевой залежи (рис.) [1].

Основной объём добычи нефти сосредоточен в южной части залежи, где отбирается 53 % (51,872 тыс. т) от годовой добычи нефти в целом по межсолевой залежи нефти. Максимальный отбор в данной части обеспечивают высокодебитные скважины 106, 80, 60 и 89, оборудованные электрическим центробежным насосом (ЭЦН), годовые отборы которых превышают 5,0 тыс. т в год. Продукция всех скважин южной части в настоящее время обводнена. В то время как в 2012 году в данной части залежи было сосредоточено большинство безводных скважин межсолевой залежи [1].

Разработка межсолевой залежи нефти Давыдовского месторождения осуществляется с системой поддержания пластового давления. По состоянию на 01.01.2014 года под нагнетанием находятся 13 скважин. Фонд нагнетательных скважин в 2013 году был увеличен на две единицы – скважина 82s3, введенная в центральной части залежи и скважина 81s2 Давыдовская, переведенная под нагнетание в северо-западной части залежи с целью усиления поддержания пластового давления (ППД) в районе добывающих скважин 108, 101, 54s2 [1, 2].

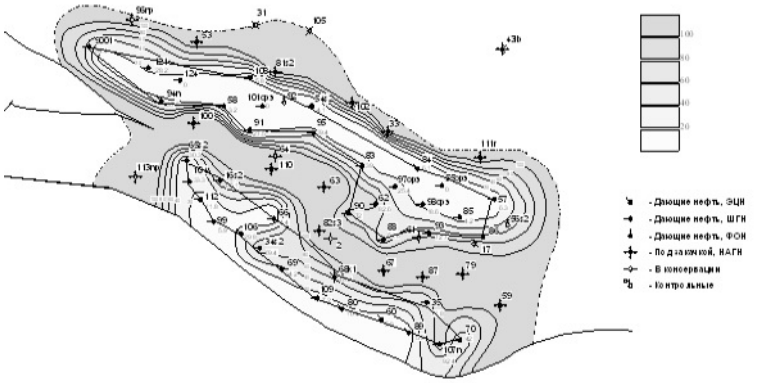


Рис. Карта обводненности петриковско-елецкого резервуара Давыдовского месторождения

Особенности геологического строения залежи непосредственным образом сказываются и на поведении пластового давления в скважинах добывающего фонда и на характере обводнения скважин. Так, по добывающим скважинам, расположенным вблизи очагов нагнетания (центральная часть залежи), значения пластового давления, как и содержание воды в продукции, по большинству скважин выше, нежели в скважинах, расположенных на более удаленном расстоянии от зон нагнетания [1].

Недостаток в пластовой энергии испытывают скважины, расположенные в северо-восточной и северо-западной частях вблизи контура нефтеносности, в зоне развития пород с ухудшенными коллекторскими свойствами. К данным скважинам относятся скважины 108, 54s2, 84, 57, динамические уровни в которых составляют порядка 2000 м. С целью недопущения снижения динамических уровней ниже 2000 м и обеспечения работы насосного оборудования скважины 108, 54s2 работают в периодической эксплуатации, в добывающей скважине 84, оборудованной ЭЦН. Низкая энергетика этой части залежи объясняется недостатком объёмов нагнетания в приконтурных скважинах [1].

Таким образом, исходя из приведенных данных, можно сделать следующие выводы, касательно текущей системы разработки и ее эффективности:

а) сеть добывающих скважин довольно густая и охватывает все нефтенасыщенные компоненты;

б) среди скважин добывающего фонда преобладают низкодебитные (5-10 т/сут и менее);

в) значительная часть добывающих скважин дает обводненную продукцию, доля воды в которой составляет более 20-50 %;

г) сеть нагнетательных скважин разрежена, вследствие чего наблюдаются низкие пластовые давления в приконтурной части залежи;

в) система ППД не учитывает мероприятия по интенсификации отборов нефти, вследствие чего наблюдаются падения давления и в центральной части залежи.

Главной проблемой текущей системы разработки можно назвать недостаточное внимание к приконтурной части залежи, где значительны остаточные запасы нефти и низка обводненность, но в то же время ее коллекторские и фильтрациооные свойства несколько хуже, чем в центральной.

На основании проведенного анализа можно предложить следующие мероприятия, направленные на рост добычи нефти из петриковско-елецкой залежи:

1. для увеличения пластового давления необходимо бурение новых нагнетатеьных скважин в приконтурной части залежи, главным образом в южной и северо-западной;
2. для правильного подбора скважин с целью интенсификаций, выбора объектов для закачки ПНП и в целом для контроля за процессом разработки необходимо проведение на залежи трассирования фильтрационных потоков, позволяющее определять основные направления движения закачиваемой воды, скорости фильтрации и объемы закачиваемой воды, оказывающие непосредственное влияние на скважины добывающего фонда;
3. для увеличения дебитов нефти необходимы мероприятия, направленные на интенсификацию и увеличения отборов нефти. Однако при этом необходимо учитывать, что при увеличении отбора нефти из плата крайне важно увеличивать объем нагнетаемой жидкости для ППД: как показала практика, невнимание к этому приводит к падениям пластовых давлений и, как следствие, к уменьшению дебита нефти.

Литература

1. Авторский надзор за выполнением проектов (схем) разработки месторождений РУП «ПО «Белоруснефть»: Отчет о НИР // БелНИПИнефть / Руководитель Н.К. Карташ. – Гомель, 2014. – 301 с.
2. Анализ разработки месторождений и залежей нефти и газа Беларуси // Мониторинг разработки месторождений и залежей нефти и газа РУП «ПО «Белоруснефть». Заключительный отчет по договору 42.2010 «Дополнение к проекту разработки Давыдовского месторождения» / Под рук. Н.Л. Лобовой.– Гомель: Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти, 2011. – Кн. 19. – 423 с.
3. Корфанти Е.К., Субботин Г.А., Слободянюк И.А. Геологическое строение и промышленная оценка Давыдовского месторождения нефти Гомельской области Белорусской ССР по состоянию на 1.04.1973 г. – Гомель, 1973. – 196 с.

НАФТЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С УГЛОВЫМ МАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.И. Антипина, Д.С. Дегтярев
Научный руководитель профессор И.И. Нестеров
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Сеноманские нефти Тюменской области являются аналогом известной нефти Нафталанского месторождения в Азербайджане, которую используют для лечения заболеваний в течение 3 тыс. лет. В Азербайджане нафталанская нефть почти вся выработана. Залежи ее не учтены в Государственном балансе из-за их очень малых запасов. Сейчас нефть добывается в 19 скважинах с дебитом 20 литров в сутки при обводненности 84%. В Тюменской области открыта подобная нафтеновая нефть в 8 месторождениях с запасами более 7 млрд. тонн.

При сравнении нефтей Нафталанского в Азербайджане, Ван-Еганского и Русского месторождений в Тюменской области по хроматограммам и по хроматомасспектрам отмечается сходство. То есть по химическому составу нефти Русского и Ван-Еганского месторождений идентичны Нафталанской нефти (рис.1).

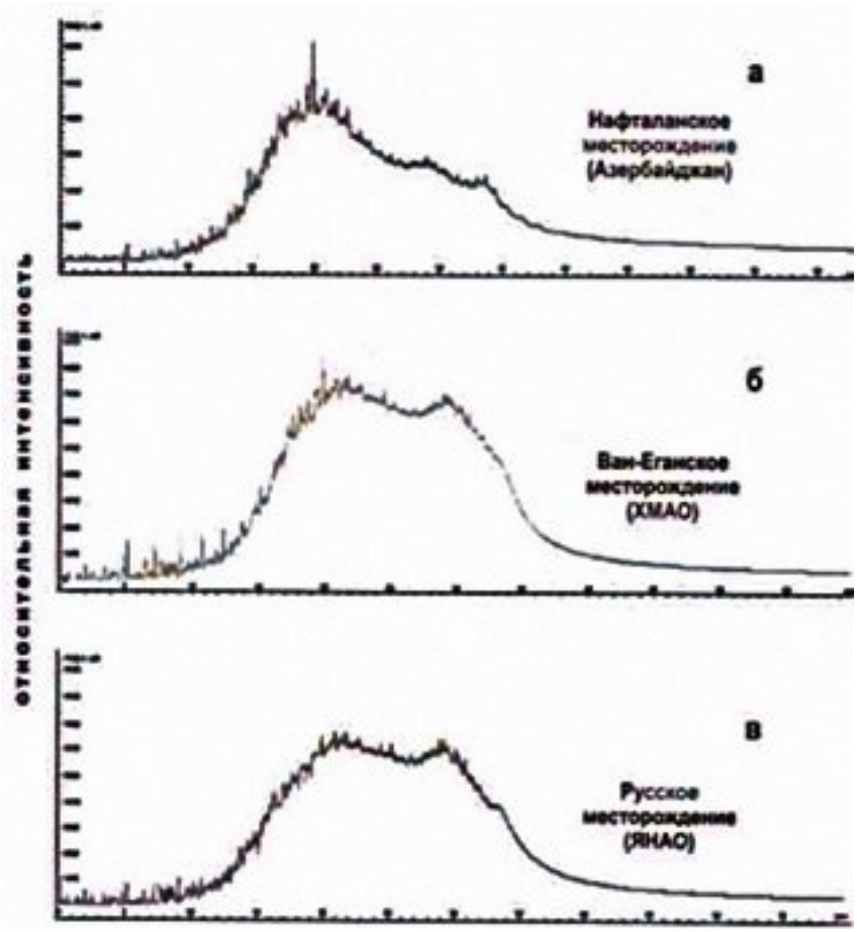


Рис. 1. Сравнительный анализ хроматограмм нефтей месторождений: а– Нафталанского; б – Ван-Еганского: в – Русского

В соответствии с действующим регламентом Минздрава РФ проведены исследования свойств мух Drosophila melanogaster и сирийского хомячка Mesocricetus aurafis и сравнение нафталанской нефти с нефтями из сеноманских отложений Русского и Ван-Еганского месторождений. По смертности и рождаемости дрозофил лучшие результаты имеются по нафталанской нефти, а по содержанию каротиноидов, способствующих жизнедеятельности, наилучшие результаты имеют нефти Русского месторождения, а нефти из месторождения Нафталан и Ван-Еган имеют одинаковые показания. При исследовании бальнеологических свойств по 20-градусным фракциям нефти Русского месторождения по фракциям P_3-P_4 по проценту смертности дрозофил имеют одинаковые показатели, а по фракциям P_5-P_7 – нефть Русского месторождения почти в 2 раза лучше Нафталанской. По плодовитости по фракциям P_4-P_6 свойства нефтей одинаковы, а по фракциям P_7 нефть Русского месторождения лучше нафталанской. По исследованию бальнеологических свойств Русского и Нафталанского месторождений на хомяках по содержанию лейкоцитов и чисел атомов углерода в них оба типа нефтей имеют почти одинаковые показатели. По заживлению резаных ран оба типа нефтей имеют одинаковые свойства. Площадь резаных ран в первые 2 суток сократилась на 40%, а, начиная с 5 и до 19 суток (почти полное

заживление), равномерно уменьшалась с 30% до 1%. Из-за уникальных бальнеологических свойств линименты нафталанской нефти в различных модификациях на рынках сбыта оценивается в размере 2,5 доллара за 1 грамм. Соответственно нефти из сеноманских отложений Тюменской области могут иметь близкую цену – 1 баррель осветленных фракций может быть оценен около 400 тыс. долларов США – в 8 тыс. раз дороже обычной товарной нефти Urals (стоимость 1 барреля принята в размере 50 долларов США).

Практически ни в России, ни в целом по всему миру не обращают внимание на качество конденсатов в газовых и газоконденсатных залежах при содержании его меньше 3 г/м^3. Конденсаты в газовых залежах сеноманских отложений имеют нафтеновую основу и содержат до 6% адамантанов (при среднем содержании их в нефтях мира 0,013%) и могут быть получены из природных источников, а не искусственно, как это делают сейчас (рис. 2) [2].

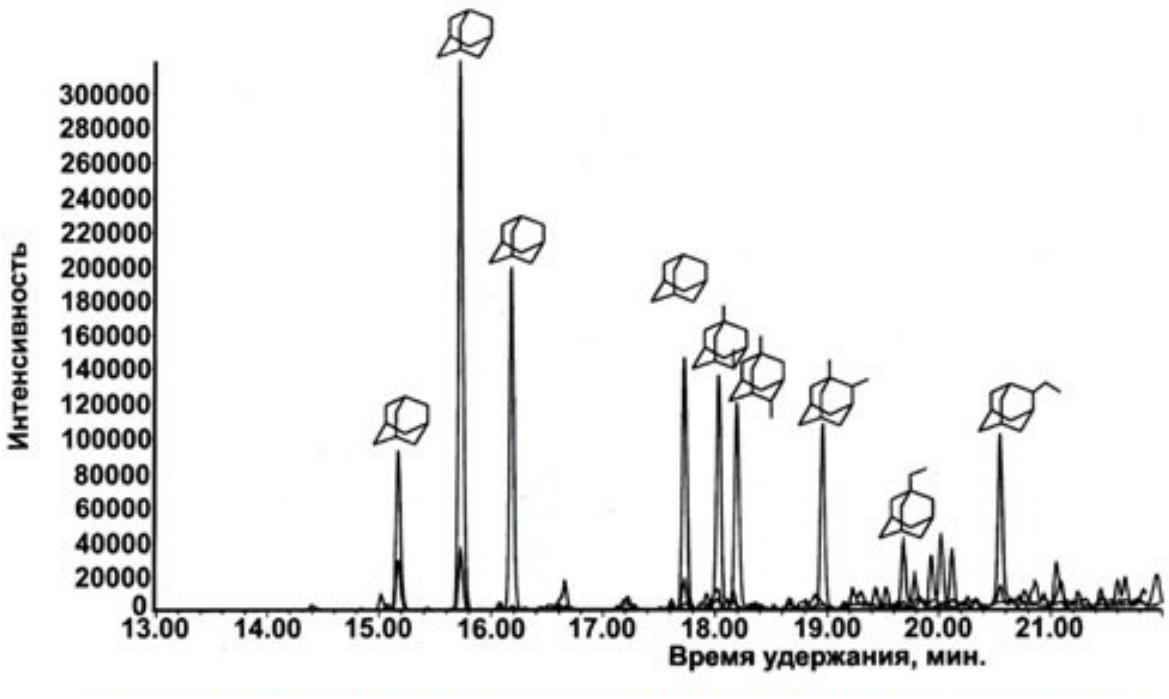


Рис. 2. Хроматомассспектрограммы и адамантаны конденсатов газовых залежей из сеноманских отложений ЯНАО (Пангодинское месторождение)

Под алмазоподобными углеводородами (адамантаноидами) понимают соединения каркасного строения, к которым относятся адамантаны, диамантаны, триамантаны, тетрамантаны и др. строения C_{10}–C_{23}, молекула которого состоит из трех циклогексановых колец. Структура их молекул напоминает фрагмент кристаллической решетки алмаза, что придает им ряд уникальных свойств.

Обзор литературы показал, что расширяется использование улеводородов алмазоподобного строения в различных отраслях промышленности – нанотехнологиях, производстве лекарств, смазочных материалов, полимеров с особыми свойствами и др. [1].

Поэтому в Тюменской области и Крыму необходимо построить ряд лечебных комплексов со специальными грязелечебницами с использованием бальнеологических нефтей и конденсатов, а также создать при нефтеперерабатывающих заводах самостоятельные цеха для переработки нафтеновых нефтей и конденсатов с целью производства лекарственных препаратов и высокопрочных наноразмерных пленок.

Литература

1. Гируц М.В. Алмазоподобные углеводороды в нефтях и моделирование процессов их образования: Автореферат. Дис. … докт. Химич. наук. – Москва, 2015г. – 50 с.
2. Нестеров И.И. Перечень инновационных, в том числе прорывных технологий, не имеющих аналогов за рубежом. – Тюмень, 2015. – 73 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРФЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА КОВЫКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

И.В. Афонин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Ковыктинское газоконденсатное месторождение расположено на юге Сибирской платформы в пределах Ангаро-Ленской ступени, которая представляет собой область широкого развития терригенно-карбонатных, а также соляных пород позднедокембрийского и раннепалеозойского возраста. Разрез осадочных отложений имеет платформенный характер и представлен породами рифея, венда, кембрия и ордовика. В разрезе осадочного чехла выделяется три нефтегазоносных комплекса: рифейский карбонатный, вендский терригенный и нижнекембрийский карбонатный. Главным продуктивным горизонтом, к которому приурочены основные залежи углеводородов, является парфеновский горизонт венда, характеризующийся двучленным строением: пласты $П_1$ и $П_2$ [1].

Данная работа посвящена палеогеографическим реконструкциям, проведенным на основании исследования поведения геохимических индикаторов. Геохимические особенности этих пород изучены на основании 30 определений микроэлементного состава, с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, исследования проводились в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем». Для восстановления условий осадконакопления были использованы следующие коэффициенты, характеризующие фациальные обстановки седиментации – La/Yb, Sr/Ba, Ce/Ce*, Eu/Eu*, U/Th. Cr/Ni [2,4]; диаграмма LREE-MREE-10*HREE, характеризующая определенные обстановки осадконакопления [3].

Вариативность распределения значений геохимических индикаторов представлена на рисунке 1. Как видно из рисунка, отложения пластов $П_1$ и $П_2$ можно разделить на 2 цикла каждый, на основании симбатного изменения Sr/Ba, Ce/Ce*, La/Yb? Cr/Ni и ∑TR.

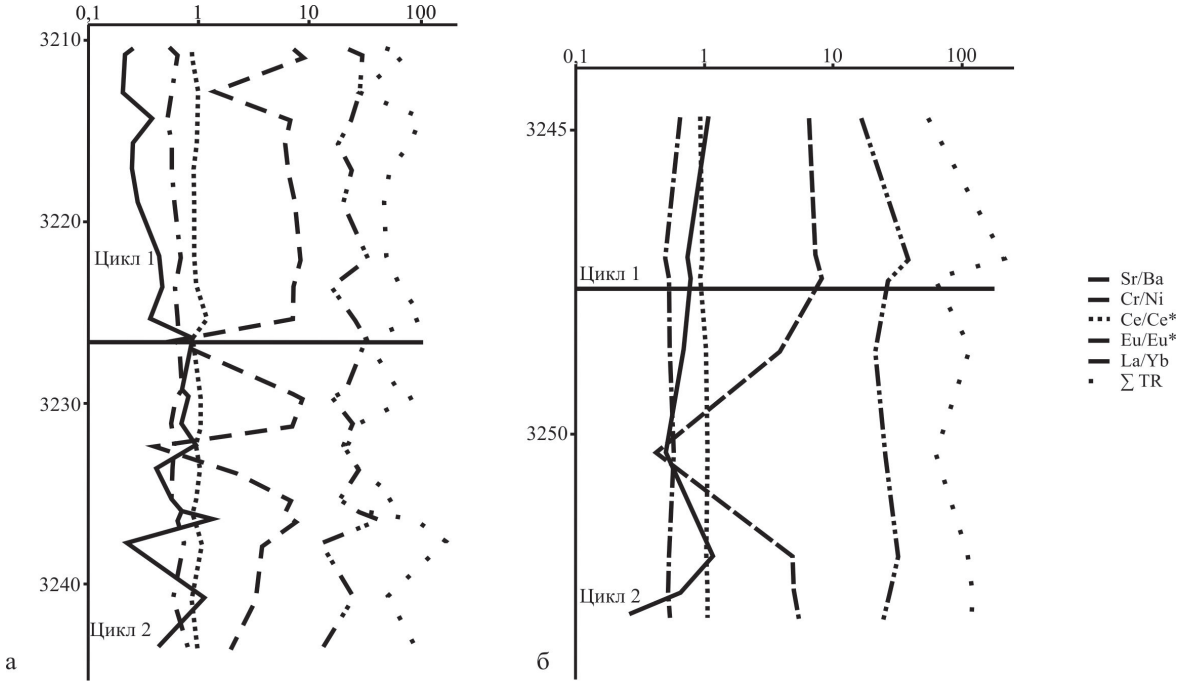


Рис. 1 Распределение значений геохимических параметров парфеновского горизонта: а – пласт $П_1$, б – пласт $П_2$

Для второго цикла пласта $П_1$ (рис. 1а) характерны значения Sr/Ba 0,58-1,38, с локальными падениями до 0,23 и 0,44. Ce/Ce* отношение меняется от 0,89 до 1,05, фиксируя как морские условия, так и области смешения вод. Вариации Ti/Zr и ∑TR позволяют судить о близкости расположения источника сноса. Симбатные изменения U/Th и Eu/Eu* фиксируют постепенную смену с восстановительной на восстановительно-окислительную среду бассейна седиментации, от подошвы к кровле цикла 2. Значения La/Yb показателя фиксируют резкий переход от хемогенно-терригенного (13,2) к исключительно терригенному механизму концентрирования редких земель (от 16,8 и выше). Сочетание вышеописанных индикаторов позволяет сделать вывод, что формирование отложений происходило в пределах подводных дельтовых конусов выноса, на общем регрессивном тренде морского бассейна.

Цикл 1 пласта $П_1$ (рис. 1а) отличается от подстилающего более низкими значениями Sr/Ba (0,20-0,47), Ce/Ce* не превышает 1, что отвечает морским условиям седиментации. Вариации U/Th и Eu/Eu* фиксируют

близнейтральную восстановительно-окислительную (слабо окислительную) среду бассейна осадконакопления. Значения La/Yb показателя соответствуют терригенному механизму концентрирования редких земель (17-31). Формирование данного фрагмента разреза предположительно происходило в обстановках заливаемых дельт, что позволяет объяснить низкие значения Ce/Ce*.

Осадки второго цикла пласта $П_2$ (рис. 1б) характеризуются вариациями Ti/Zr (от 33 до 51) и La/Yb (от 21 до 32), что фиксирует близость источника сноса и терригенный механизм концентрирования РЗЭ, что характеризует субконтинентальные и континентальные обстановки осадконакопления. Локальные скачки значений Sr/Ba отношения до 1,18 и параметр Ce/Ce*, превышающий 1, отвечают существованию областей смешения пресных и соленых вод. Таким образом, можно заключить, что отложения второго цикла были сформированы в прибрежно-морской зоне (дельтовые и/или авандельтовые обстановки).

Для отложений первого цикла 1 пласта $П_2$ (рис. 1б) характерны значения Sr/Ba (0,76-1,07), отвечающие слабо соленым и соленым водам. Взаимные вариации показателей Ce/Ce* (0,94-0,97) и La/Yb (17,6-37,1) фиксируют морские условия седиментации с терригенным механизмом концентрирования РЗЭ. Значения U/Th (0,16-0,27) и Eu/Eu* (0,50-0,65) увеличиваются от подошвы к кровле цикла, отвечая смене среды осадконакопления с слабо окислительного на восстановительный. Таким образом, можно заключить, что формирование данного фрагмента разреза происходило в дельтовых обстановках (авандельтовые фации) на фоне трансгрессии.

Анализ тройных диаграмм LREE–MREE–10*HREE (рис. 2) позволяет сделать вывод, что формирование отложений пласта $П_1$ происходило в прибрежно-морских обстановках. При этом для осадков первого цикла отмечается трансгрессивный тренд, а для второго регрессивный (рис. 2а), а для пласта $П_2$ – в прибрежно-морских обстановках на фоне общего трансгрессивного тренда (рис. 2б).

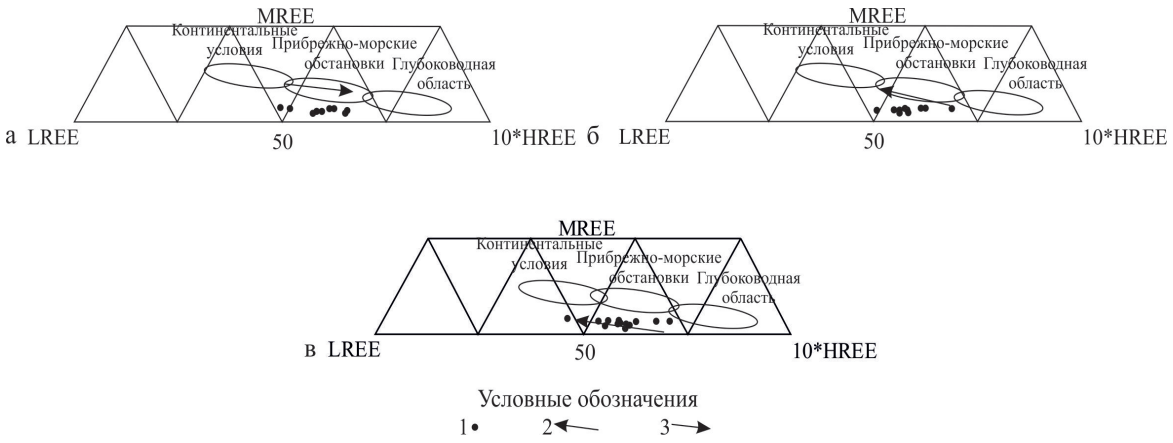


Рис. 2 Диаграмма LREE–MREE–10*HREE для разделения морских и континентальных осадко [3]в: а – цикл 1 пласта $П_1$, б – цикл 2 пласта $П_1$, в – пласт $П_2$. Условные обозначения: 1 – фигуративные точки пород; 2 – регрессивный режим; 3 – трансгрессивный режим

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сформулировать несколько выводов:

1.Для пласта $П_1$ на основании вариаций значений показателей Sr/Ba, Ce/Ce*, Cr/Ni и ∑TR было установлено двучленное строение. При этом отложения первого и второго цикла формировались в сходных условиях, предположительно в дельтовых и авандельтовых обстановках. При этом необходимо отметить, что для осадков первого цикла отмечается общий трансгрессивный тренд, а для второго регрессивный.

2.На основании Sr/Ba отношения внутри каждого цикла пласта $П_1$ можно выделить более мелкие циклы, отвечающие, видимо, кратковременным регрессивно-трансгрессивным событиям.

3.Вариации геохимических параметров для пласта $П_2$ отмечается также двучленное строение. Отложения были сформированы в прибрежно-морских обстановках (заливаемые дельты) на фоне общей трансгрессии бассейна.

Литература

1. Конторович А.Э., Беляев С.Ю., Конторович А.А. Тектоническая карта венд-палеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы//Геология и геофизика. – Новосибирск, 2009. – Т. 50. – №8. – С. – 851–862.
2. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
3. Шатров В.А., Сиротин В.И., Войцеховский Г.В., Зеленская А.Н. Реконструкция обстановок осадкообразования отложения девона геохимическими методами (на примере опорных разрезов Воронежской антиклизы)// Геохимия. – Москва, 2005. –№ 8. – С.856-864.
4. Юдович Э.Я., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ КАНАЛОВ НИЗКОГО ФИЛЬТРАЦИОННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Бахлюстов
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с интенсивной разработкой месторождений углеводородов происходит быстрое увеличение обводненности продукции по многим добывающим скважинам, что в свою очередь приводит к сокращению нефтеотдачи и, следовательно, к существенной потери нефти. Решение задач по снижению темпов обводненности и извлечению запасов в условиях месторождений с различными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) требует применения новых технологий по контролю и оценке используемых мероприятий. Существующие методы исследований не всегда полно и динамично способны отражать информацию, необходимую для качественного анализа.

Поэтому цель данной работы – изучить фильтрационные параметры пласта-коллектора на основе результатов трассерных исследований и определить способы уменьшения обводненности на примере одного из месторождений, расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе.

Согласно тектоническому районированию Западно-Сибирской платформы изучаемое нефтегазоконденсатное месторождение находится на территории южной части субрегиональной структуры – Ямало-Тазовской мегасинеклизы.

Рассматриваемое месторождение характеризуется широким стратиграфическим диапазоном распространения залежей нефти и газа. Этаж нефтегазоносности охватывает толщу пород осадочного чехла от среднеюрского до позднемелового возраста и составляет около 2000 м. В его составе выделяют три нефтегазоносных комплекса: средне-верхнеюрский, неокомский и апт-сеноманский. Основная нефтегазоносность связана с горизонтом $БВ_8$, который содержит 61% геологических запасов нефти месторождения. В целом, залежь горизонта $БВ_8$ по насыщению УВ является нефтяной с небольшой газоконденсатной шапкой.

Пласт $БВ_8^1$ представлен песчаниками и алевролитами с невысокими коллекторскими свойствами: значения пористости по керну изменяются от 15,5 до 20,1%, среднее значение – 18,5%; проницаемость по керну изменяется от 0,001 до 0,028 мкм^2, среднее значение – 0,018 мкм^2. Для пласта характерно ухудшение коллекторских свойств с севера на юг и от центра к периферии. Толщина пласта в пределах залежи не выдержана, общая толщина варьируется в пределах 1,0-23,8 м и в среднем составляет 8,8 м.

Трассерные (индикаторные) исследования позволяют установить и оценить гидродинамическую связь между нагнетательной и добывающими скважинами, между различными продуктивными горизонтами; достоверно определить объем высокопроизводительной части межскважинной зоны пласта [2].

Сущность индикаторных исследований заключается в том, что в пределах изучаемой залежи выделяется опытный участок, включающий в себя одну нагнетательную скважину (источник индикатора) и группу добывающих скважин (приемники индикатора). Введенный через нагнетательную скважину в пласт-коллектор индикатор с течением времени перемещается к добывающим скважинам, на устье которых через установленные промежутки времени производится отбор проб добываемой продукции. В пробах производится количественное определение содержания индикатора. Для этого используется серийно выпускаемая аналитическая аппаратура, типа хроматографических комплексов «Хроматэк Кристалл 5000.2», «Кристаллюкс-4000М», фотоколориметров КФК-3, КФК-2МП, флуориметры ФАНК-1, Квант-9, Флюорат-2М и др. [3].

Преимущество индикаторного способа по сравнению с аналогами (гидропрослушивание, геофизические, гидрохимические и др. исследования) заключается в том, что он является наглядным методом, позволяющим получить ряд параметров, характеризующих коллекторские свойства залежи непосредственно в пластовых условиях межскважинной области нефтяного коллектора. Область применения технологии не ограничивается способом эксплуатации и оборудованием в скважине, дебитом добываемой жидкости, вязкостью и газовым фактором. Исследования не накладывают ограничений на режим работы эксплуатационных скважин. Технология процесса не требует изменения принятой системы разработки. Применение способа не требует остановки нагнетательных и добывающих скважин, связанной с потерей добычи нефти [1].

На исследуемом месторождении в качестве опытного участка был выбран район скважины 111. Была выполнена закачка индикатора нитрата аммония в пласт $БВ_8^1$ через нагнетательную скважину 111. Согласно ранее утвержденному плану работ, было закачано 800 кг трассера в виде сухого порошка, предварительно растворенного в 6 м^3 пресной воды. В качестве реагирующего окружения были выбраны 20 добывающих скважин, обводненность которых варьируется от 9 до 99 %. Приемистость нагнетательной скважины 111 составила 253 м^3/сут. Всего, за период исследования по данному объекту, было выполнено 909 отборов. Часть проб не удалось отобрать по причине проведения подземного (ПРС) и капитального (КРС) ремонта скважин и «срыва» подачи по скважинам.

В ходе обработки результатов трассерных исследований были построены графики распределения установленных фильтрационных потоков в пределах опытного участка нагнетательной скважины. При построении указанного распределения использовались данные по выявленным (за 60 суток) объемам меченой воды для каждой контрольной скважины в среднесуточном объеме закачки. Также определена степень зависимости контрольных добывающих скважин от закачки в нагнетательную. Построены карты распределения концентрации трассера по

пласту $БВ_8^1$ исследуемого месторождения, а также карты распределения проницаемости.

Из анализа результатов индикаторных исследований на участке нагнетательной скважины 111 изучаемого месторождения можно сделать следующие выводы.

Преимущественные направления фильтрации меченой воды в пределах объекта исследования определены в северной и северо-западной областях. Южная и западная область района исследования слабо охвачена процессом заводнения. Локальный характер развитости групп каналов для контрольных скважин является следствием созданного режима заводнения и отбора залежи нефти пласта $БВ_8^1$. По исследованному объекту скорость движения нагнетаемой воды в скважину 111 в среднем составляет 49 м/сут. Средняя проницаемость по объекту исследования составляет 13,34 мкм^2. Основной массоперенос трассера для большинства скважин определен прорывом закачки на скоростях 42 – 1 024 м/сут. по каналам проницаемостью 6,8 – 150 мкм^2. При этом расходуется до 7% суточной закачки в скважину 111. Количество трассера, вышедшего на дневную поверхность за все время исследования (60 суток), составило порядка 10% относительно массы закачки (800 кг). Суммарная производительность установленных фильтрационных каналов составила 18 м^3/сут.

Не извлеченная на дневную поверхность часть индикатора, вероятнее всего, продолжает фильтроваться по поровой матрице породы исследуемого пласта. Площадь оторочки на момент окончания исследования составила 17 675 м^2. Скорость фильтрации меченой воды в районе составила 0,5 – 1,87 м/сут.

Таким образом, анализ результатов трассерных исследований выявил прямую гидродинамическую взаимосвязь между отдельными скважинами и помог установить наличие каналов низкого фильтрационного сопротивления, повышающих обводненность окружающих добывающих скважин. Проведенные исследования позволят скорректировать работу нагнетательных скважин на месторождении – зная скорость фильтрации закачиваемой жидкости и параметры фильтрационных каналов, можно подобрать наиболее подходящий режим работы, способствующий не столь быстрому обводнению окружающих скважин.

Согласно геологическому описанию продуктивные горизонты месторождений осложнены многочисленными проводящими тектоническими нарушениями. Соответственно наиболее вероятной причиной образования каналов низкого фильтрационного сопротивления является наличие трещин, появившихся в результате повышения давления нагнетания над критическим значением, а также постседиментационных тектонических процессов. Создание градиента давления между нагнетательными и добывающими скважинами будет способствовать раскрытию и росту этих трещин, по которым в результате произойдет прорыв закачиваемой воды в добывающие скважины. Образование вторичной трещиноватости также может происходить самостоятельно при превышении давления нагнетания над давлением разрыва пород. Согласно технологическому режиму среднее давление нагнетания доходит до 500 атм, что превосходит давление разрыва и приводит к образованию каналов низкого фильтрационного сопротивления. Следует отметить, что при наличии в коллекторе природной трещиноватости, вероятность возникновения техногенных трещин увеличивается в несколько раз. В результате возникает смешанная сеть трещин природного и техногенного происхождения.

Вследствие существенного влияния каналов низкого фильтрационного сопротивления на процесс разработки в сторону снижения коэффициентов охвата заводнением и нефтеотдачи возникает необходимость создания искусственного фильтрационного сопротивления в этих каналах. Это может достигаться закачкой в пласт осадкообразующих систем и их композиций. Современные осадкообразующие системы имеют свойство глубоко проникать в пласт (до 300 и более м). После коагуляции и последующей седиментации образуется устойчивый к размыву водой осадок (длительность и устойчивость определяется технологией). Вследствие чего часть закачиваемой воды направляется на вытеснение из пористой части пласта, находящейся в зонах с низкими коллекторскими свойствами и слабым дренированием жидкости. Тем самым повышается коэффициент охвата заводнением (до 7-8%) и нефтеотдачи (до 3-5%). Еще одним из эффективных методов воздействия на пласт является применение гелеобразующей системы РВ-ЗП-1, технология которой является высокотехнологичной и экологически безопасной для окружающей среды.

Литература

1. Кульпин Л.Г., Мясников Ю.А. Гидродинамические методы исследования нефтегазоводоносных пластов. – М.: Недра, 1974. – 200 с.
2. Никаноров А.М. Методы нефтегазопромысловых гидрогеологических исследований. – М.: Недра, 1977. – 255 с.
3. Соколовский Э.В., Соловьев Г.Б., Тренчиков Ю.И. Индикаторные методы изучения нефтегазоносных пластов. – М.: Недра, 1986. – 158 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА НЕФТЕНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

Е.С. Бахтина[1], В.В. Самойленко[1]

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров[1,2]

[1]Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

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

Свыше 80% всей добываемой западносибирской нефти генетически связано с высокобитуминозными кремнисто-глинисто-карбонатными отложениями баженовской свиты, образовавшимися в условиях максимума верхнеюрско-нижнемеловой трансгрессии морского бассейна [1]. В районе исследования – Томской области (юго-восток Западной Сибири) – баженовская свита является основной нефтематеринской породой. Данный район обладает хорошим потенциалом для открытия и добычи залежей нефти из пород баженовской свиты. Для этого имеются все необходимые предпосылки: высокое содержание органического вещества ($C_{орг}$) в породах баженовской свиты, которое обладает превосходным нефтегенерационным качеством; нахождение пород в главной фазе нефтеобразования; наличие в отдельных районах флюидоупоров, подстилающих и перекрывающих нефтематеринские породы баженовской свиты.

Прогноз перспектив нефтеносности баженовской свиты основывается на учете всех вышеперечисленных факторов. Распространение подстилающих и перекрывающих глинистых пород георгиевской и куломзинской свит хорошо изучено. Закономерности изменения генерационного потенциала органического вещества (ОВ) пород баженовской свиты и его катагенетической зрелости на территории Томской области детально рассмотрены в серии публикаций коллектива авторов ОАО «ТомскНИПИнефть» и др. [2, 3, 4]. Однако вопрос о закономерности изменения содержания $C_{орг}$ нельзя признать детально освещенным в силу схематичности или неподтверждаемости значений $C_{орг}$ существующих карт фактическим данным. Однако содержание $C_{орг}$ в нефтематеринских породах является одним из определяющих параметров при бассейновом моделировании процессов генерации углеводородов.

В лаборатории геохимии ОАО «ТомскНИПИнефть» систематические исследования пород баженовской свиты выполняются на протяжении более 20 лет. За это время для района Томской области было исследовано более 3000 образцов пород баженовской свиты из 320 различных скважин. При этом в разрезе 78 скважин керновым материалом представлено более 70 % разреза свиты. Результаты геохимического анализа образцов именно этих скважин были использованы нами для регионального обобщения данных по содержанию $C_{орг}$ в породах баженовской свиты.

Для всех образцов пород был выполнен пиролитический анализ на приборе Rock-Eval 6 Turbo в режиме метода «BulkRock». Для 4-7 образцов из каждой скважины методом исчерпывающей экстракции в аппарате Сокслета были выделены хлороформенные битумоиды, анализ которых выполнялся методом хроматомасс-спектрометрии на приборе «Hewlett Packard» 6890/5973 с колонкой HP-1-MS.

Породы баженовской свиты в Томской области уникально обогащены органическим веществом ($C_{орг}$ до 15 %), современное содержание которого зависит как от его исходного содержания, так и уровня катагенетической преобразованности пород. Одним из основных факторов определяющих исходное содержание Сорг в породах баженовской свиты является окислительно-восстановительный режим его осадконакопления. Наиболее распространённым и зарекомендовавшим себя параметром в оценке окислительно-восстановительных условий осадконакопления является отношение изопреноидов пристана и фитана – П/Ф. В публикации [2] представлена схема изменения этого параметра для пород баженовской свита Томской области. Значение П/Ф для пород баженовской свиты на территории Томской области изменяется от 1,0 до 1,8. В восточном направление увеличение П/Ф объясняется сменой фациальной обстановки накопления осадков с морской на прибрежно-морскую.

Примечательно, что для пород баженовской свиты, не вступивших в активную фазу нефтеобразования (Tmax<430°C) между параметром П/Ф и содержанием Сорг в породах прослеживается хорошая корреляционная связь (рис. 1а). Эта зависимость и схема изменения параметра П/Ф были использованы нами для построения схемы изменения исходного содержания Сорг в породах баженовской свиты (рис. 2а).

Для оценки современного содержания органического вещества кроме фациальной обстановки осадконакопления необходимо учитывать степень преобразованности ОВ пород баженовской свиты. Уровень катагенеза пород зависит не только от современной глубины погружения (или современной пластовой температуры) нефтематеринской породы, но и от ряда иных факторов, определяющих эволюцию теплового режима бассейна и уровень катагенеза ОВ породы. В методе Rock-Eval основным параметром, отражающим уровень катагенеза, является параметр Tmax – температура максимума выхода углеводородов при пиролизе ОВ.

С ростом катагенеза ОВ пород баженовской свиты содержание $C_{орг}$ закономерно уменьшается, однако разным значениям П/Ф отвечает свой диапазон исходных значений $C_{орг}$ (рис. 1а) и свой тренд уменьшения значений с ростом катагенеза (рис. 1б). На основе построенной схемы распределения исходного $C_{орг}$ и с учетом влияния катагенеза нами была построена схема современного содержания $C_{орг}$ в породах баженовской свиты на территории Томской области (рис. 2б).

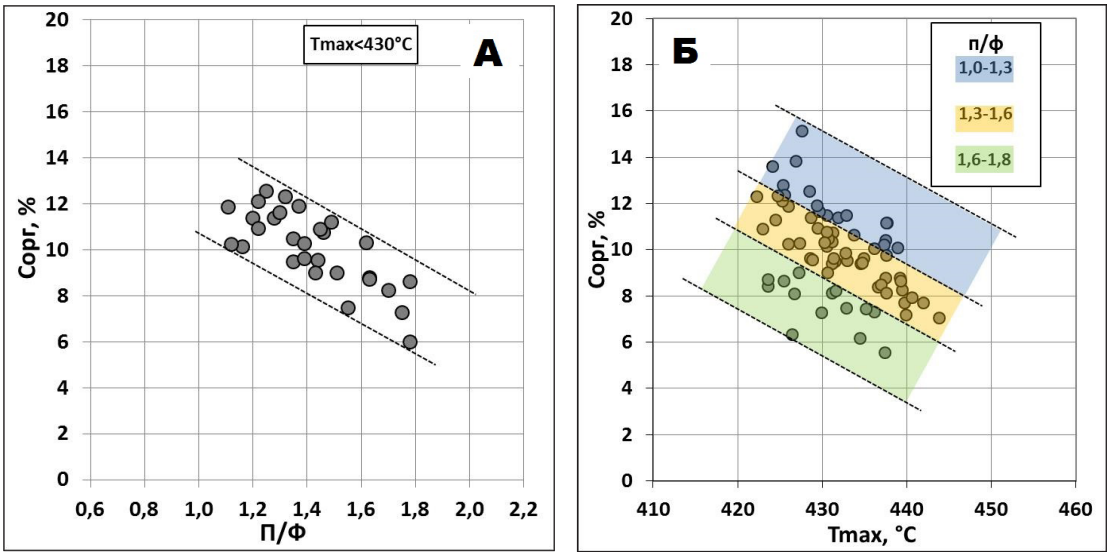


Рис. 1. Влияние обстановки процесса осадконакопления (а) и катагенеза пород (б) на количественные (Сорг) характеристики органического вещества

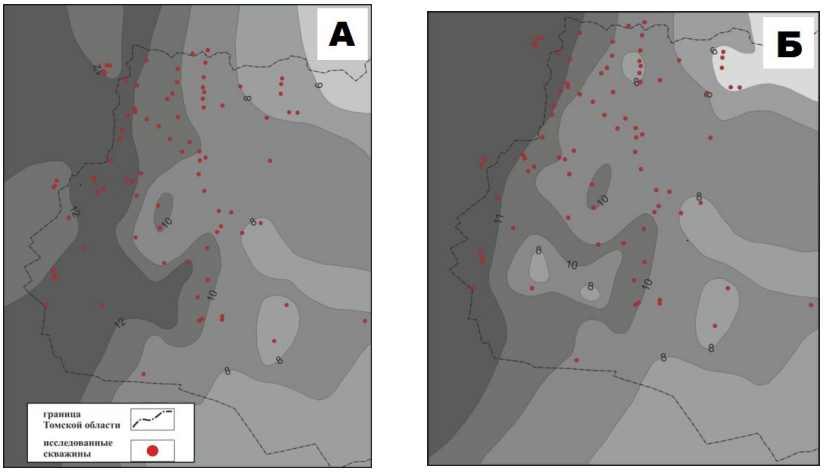


Рис. 2. Схема распределения исходного (А) и современного (Б) органического углерода в породах баженовской свиты на территории Томской области

Схемы распределения $C_{орг}$ в породах баженовской свиты Западной Сибири строятся на протяжении нескольких десятилетий, однако, результат настоящей работы принципиально отличается от предыдущих работ, которые базировались на характере распределения ОВ в отложениях баженовской свиты и ее аналогов. В то же время в основе ранее построенных схем лежали данные Сорг по единичным скважинам, охарактеризованных керном. В результате настоящей работы были обобщены данные пиролитических исследования пород баженовской свиты в разрезе 78 скважин, где керновым материалом представлено более 70 % разреза свиты. Кроме этого, впервые был учтен не только фациальный фактор, но и катагенез ОВ пород.

Литература

1. Нефтематеринские формации Западной Сибири: старое и новое видение проблемы / А.Э. Конторович, В.П. Данилова, Е.А. Костырева и др. // Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири: Тез. докл. науч. совещ. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – С. 10 – 12.
2. Генерационный потенциал органического вещества пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (Томская область) / И.В. Гончаров, С.В. Фадеева, В.В. Самойленко, Н.В. Обласов, Е.С. Бахтина // Нефтяное хозяйство, 2014. – №11. – С. 12 – 16.
3. Катагенез органического вещества пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (Томская область) / И.В. Гончаров, В.В. Самойленко, Н.В. Обласов, С.В. Фадеева // Нефтяное хозяйство, 2013. – №10. – С. 32 – 37.
4. Nedolivko N., Perevertailo T., Cunyi Li and Abramova R. Specific features of Bazhenov suite sediments in south-eastern Nurolsk sedimentary basin (Tomsk Oblast) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2015 – Vol. 27: Problems of Geology and Subsurface Development – [012014]. – 6 p.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА УГЛЕВОДОРОДОВ И МЕТАЛЛОПОРФИРИНОВ НЕФТЕЙ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНОВ

В.Ю. Берко*

Научный руководитель профессор О.В. Серебренникова*, *

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

*****Институт химии нефти, г. Томск, Россия***

В пределах территории исследована подборка из 18 нефтей 12 площадей (рис. 1, табл).

Таблица 1

Характеристика исследованных образцов нефтей

Шифр нефти	*Площадь*	*Скважина*	*Возраст (пласт)*	*Интервал отбора*	*Тпл., °С*
1	Лунгорская	30	J_2	3101-3144	
2	Ем-Еговская	1120	-	1553-1587	
3	Ем-Еговская	1142	-	2543-2640	
4	Ем-Еговская	500	J_2+ Pz	2443-2660	102
5	Талинская	115	J_2	2612-2624	
6	Талинская	103	J_2	2645-2652	85
7	Каменная	16	J_2+ Pz	2441-2496	120
8	Пальяновская	Р-53	Pz	3046-3074	135
9	Филипповская	9	Pz	1972-1983	
10	Убинская	335	Pz	1901-1908	83
11	Приразломная	114	K_1 (БС1)	2448-2456	
12	Ханты-Мансийская	5	J_1+Pz	3062-3152	108
13	Восточно-Толумское	1519	J_3 (П)	1833-1844	
14	Верхнешапшинская	10	-	2980-3029	99
15	Верхнешапшинская	1	K_1-J_3	2789-2817	
16	Талинская	127	J_1	2722-2730	101
17	Талинская	1900	J_2	2391-2397	88
18	Нижнесортымская	22	J_2	3017-3025	86



Рис. 1. Расположение исследованных площадей

Большинство исследованных нефтей содержат металлопорфирины в виде комплексов с ванадилам (VO-P). Только в нефтях нижней юры Талинской и верхней юры-нижнего мела Верхнешапшинской площадей, наряду с ванадиловыми, в подчиненном количестве присутствуют комплексы с никелем (Ni-P), а в одной из нефтей Ем-Еговской площади, залегающей на небольшой глубине, зафиксирован перилен (Per). Пигменты отсутствуют в глубоко залегающих нефтях восточного склона Красноленинского свода (Ханты-Мансийская и Пальяновская площади) и прогиба (Лунгорская площадь), а также в нефтях из коллекторов средней юры-палеозоя Каменной и верхней юры Восточно-Толумской площадей.

Отсутствие пигментов в нефтях может быть следствием их разрушения при воздействии повышенных пластовых температур, а наличие в нефтях преимущественно ванадиловых комплексов порфиринов указывает на морской бассейн, в котором происходило накопление исходного нефтематеринского вещества [1]. Наличие в одной из нефтей Ем-Еганской площади перилена свидетельствует о мелководности бассейна (прибрежная зона или озеро) на этом участке.

Состав стеранов указывает на источник большинства нефтей – органическое вещество осадков (ОВ), отлагавшихся в открытом море и вблизи береговой линии. Только нефть Приразломной площади генерирована органическим веществом, сформированным, видимо, преимущественно наземными растениями (рис. 2).

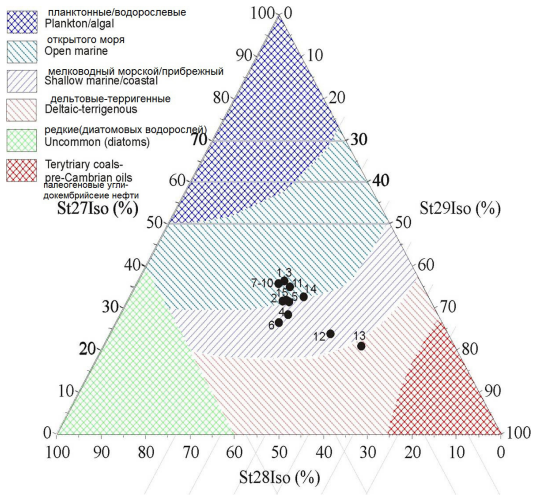


Рис. 2. Состав стеранов нефтей (интерпретация в соответствии с Huang & Meinshein, 1979): 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

В соответствии с особенностями состава гопанов, происхождение всех нефтей может быть связано с морскими осадками (рис. 3).

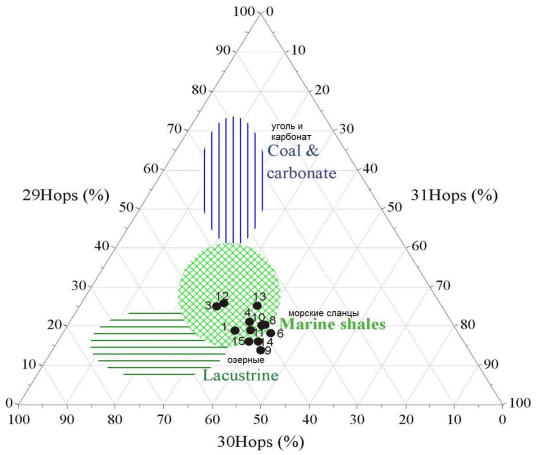


Рис. 3. Состав гопанов нефтей: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

По параметрам состава алканов практически все нефти относятся к группе «нормальных» нефтей. Среди них нет высоко парафинистых нефтей (рис. 4), происхождение которых может быть связано с преобразованием наземной флоры [2].

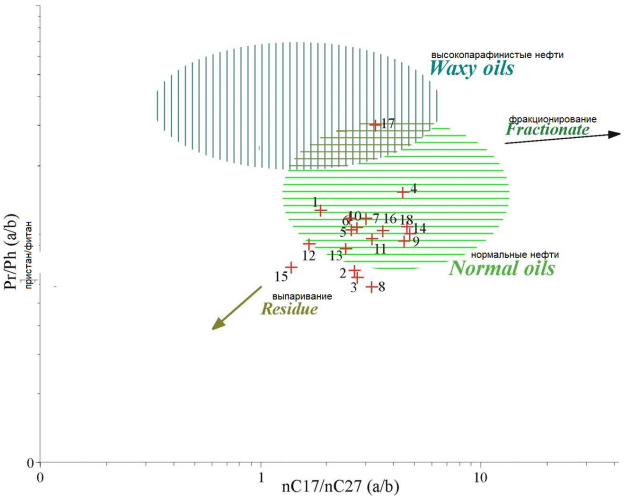


Рис. 4. Группировка нефтей по составу алканов: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

Только одна из нефтей средней юры Талинской площади может быть отнесена к группе смешанных нефтей, а отсутствие в ней ванадилпорфиринов при относительно низкой пластовой температуре указывает на ее возможный континентальный генезис.

Пониженные значения отношения nC17/nC27 при невысоких Pr/Ph, отмеченные для некоторых нефтей Ем-Еговской (2, 3) и Верхнешапшинской (15) площадей, указывают на возможный отток части флюида из соответствующих залежей. Это же может быть причиной повышенных концентраций в этих нефтях металлопорфиринов, которые за счет своей высокой полярности прочно сорбируются породой коллектора и накапливаются в остаточном флюиде.

Величины отношения Pr/Ph, не превышающие в большинстве 1,6, показывают на отсутствие, среди исследованных, нефтей, исходный органический материал для которых накапливался в окислительной среде. В то же время, соотношение стеанов (St29), гопанов (Tt30) и изопреноидов пристана (Pr) и фитанана (Ph) указывает на возможную генетическую неоднородность набора исследованных нефтей (рис. 5).

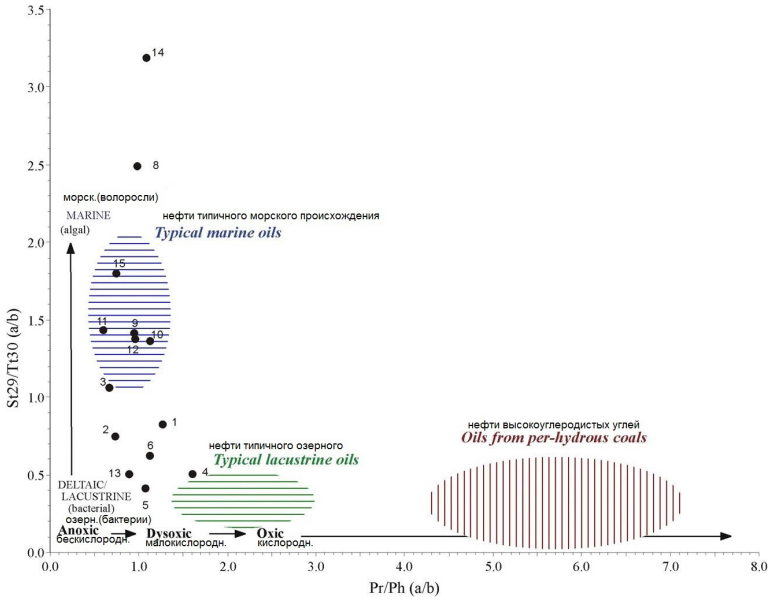


Рис. 5.Обстановка накопления исходного нефтематеринского вещества по соотношению стеранов, гопанов и изопреноидов: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

В зону нефтей, генерированных ОВ, отлагавшимся в озерах, попадает одна из нефтей средней юры Ем-Еговской площади. Остальные нефти этой площади, а также Лунгорской, Талинской и Приразломной ложатся в область обстановок, промежуточных между озерными и морскими.

Величина коэффициентов «нечетности» (CPI) всех исследованных нефтей находится в рамках, соответствующих ранне-зрелым и, частично, зрелым. Соотношение изопренодных и нормальных алканов показывает, что нефти находятся в промежутке между зрелыми и ранне-зрелыми (рис. 6).

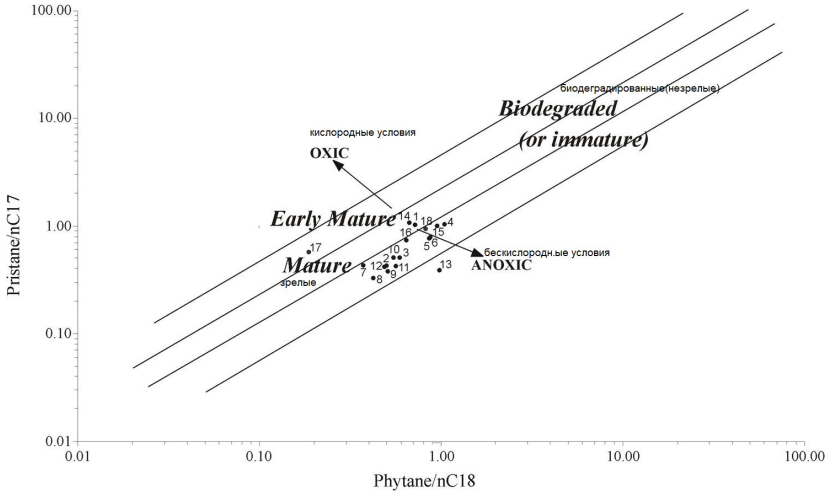


Рис. 6. Зрелость нефтей по соотношению изопреноидных и нормальных алканов: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

Параметры зрелости, основанные на составе гопанов, не согласуются с данными о составе алканов и характеризуют некоторые нефти как существенно термически преобразованные (рис. 7).

Следует отметить, что гопаны во многих нефтях присутствуют в невысоких концентрациях, часто представлены очень узким набором соединений, а в нефти Каменной площади они отсутствуют.

По составу стеранов высокой степени зрелости достигает только нефть Каменной площади, а триароматических стеранов – нефти Лунгорской и Пальяновской площадей. Параметры состава фенантренов, как и алканов, указывают на невысокую термическую преобразованность нефтей, соответствующую ранней и средней зрелости. В частности, расчетная отражательная способность витринита (рис. 8) соответствует началу и середине главной фазы нефтеобразования.

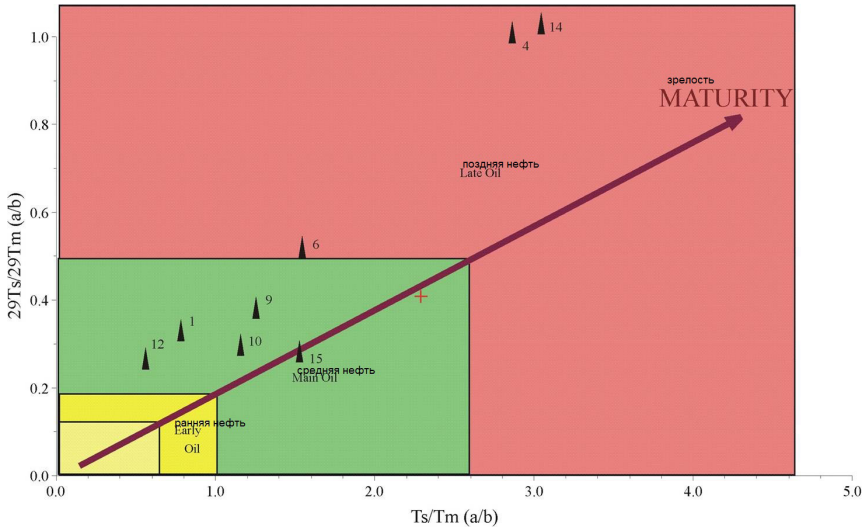


Рис. 7. Зрелость нефтей по соотношению гопанов: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

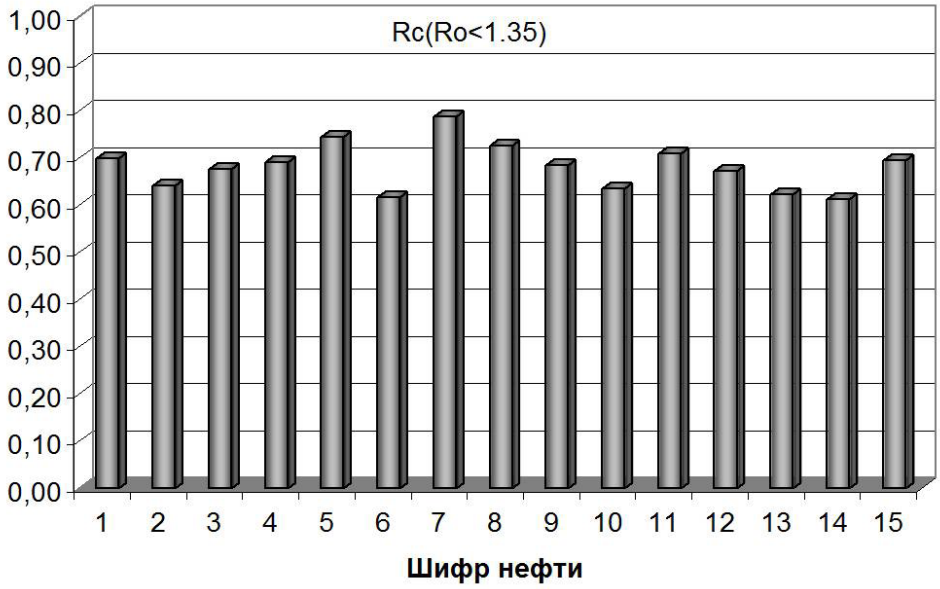


Рис. 8. Расчетная отражательная способность витринита для нефтей: 1-15 – см. шифр нефтей в табл. 1

Таким образом, нефти Красноленинского свода и прилегающих районов образовались из ОВ, сформированного, в основном, из фитопланктона, отлагавшегося преимущественно в морской восстановительной среде. Учитывая, что при эмиграции ОВ из материнской толщи, происходит снижение концентрации металлопорфиринов, несколько снижается величина Pr/Ph и увеличивается nC17/nC27, материнские толщи, генерировавшие рассмотренные нефти, должны характеризоваться ОВ с высокими концентрациями ванадилпорфиринов; наличием в пределах Красноленинского свода перилена; преобразованностью, соответствующей мезокатагенезу; значениями Pr/Ph, не превышающими 2,0; возможным отсутствием гопанов.

Литература

1. Деменкова П.Я., Захаренкова Л.Н. Порфирины нефтей и битуминозных компонентов органического вещества пород как показатель генетической связи // Геохимия рассеянного органического вещества. – Л.: Недра, 1971. – Т. 2. – Вып. 294. – С. 201 – 204.
2. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука. – 1984. – 264 с.

ОРДОВИКСКО-НИЖНЕДЕВОНСКИЕ КАРБОНАТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ В ПЛАНЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ТРЕЩИННОЙ ПРИРОДЫ

Е.С. Ваганова, И.В. Титов
Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время наиболее перспективными, но пока не достаточно изученными образованиями, для формирования пород-коллекторов и месторождений нефти и газа в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) являются палеозойские отложения, сформировавшие в палеозойском море комплекс вендско-карбонового возраста. В палеозойском море накапливались карбонатные, кремнисто-карбонатные и кремнисто-глинистые образования, к которым приурочены породы-коллекторы и месторождения нефти и газа. В конце карбона море прекратило свое существование, и территория перешла к континентальному периоду своей истории. В перми и триасе (рис. 1) произошло сближение двух участков развития байкалид (структуры докембрийской стабилизации), примыкающих к ЗСГ с запада и востока. Палеозойские образования ЗСГ по комплексу критериев подразделяются на 23 структурно-фациальных района (СФР) [4]. По ним, при их выходе на доюрскую поверхность, сформировался нефтегазоносный горизонт зоны контакта (НГГЗК) палеозойских и мезозойских отложений, к которому приурочены открытые в палеозойском комплексе месторождения нефти и газа [3]. По нашему мнению, НГГЗК подстилается зоной гидротермально-метасоматически измененных пород трещинной природы, сформированной при проявлении герцинской складчатости [2]. При ее проявлении палеозойские отложения были смяты в синклинорные и антиклинорные зоны (рис. 1А), в которых, как это видно из геологического разреза, синклинорным зонам соответствует максимально сохранившийся палеозойский разрез, а антиклинорные структуры характеризуются его уменьшением, вплоть до почти полного разрушения.

Синклинорные зоны сложены палеозойскими образованиями, смятыми в синклинали, аналогичными Межовскому срединному массиву (рис. 1В), и примыкающими к ним антиклиналями, где на доюрскую поверхность выходят протерозойские отложения фундамента.

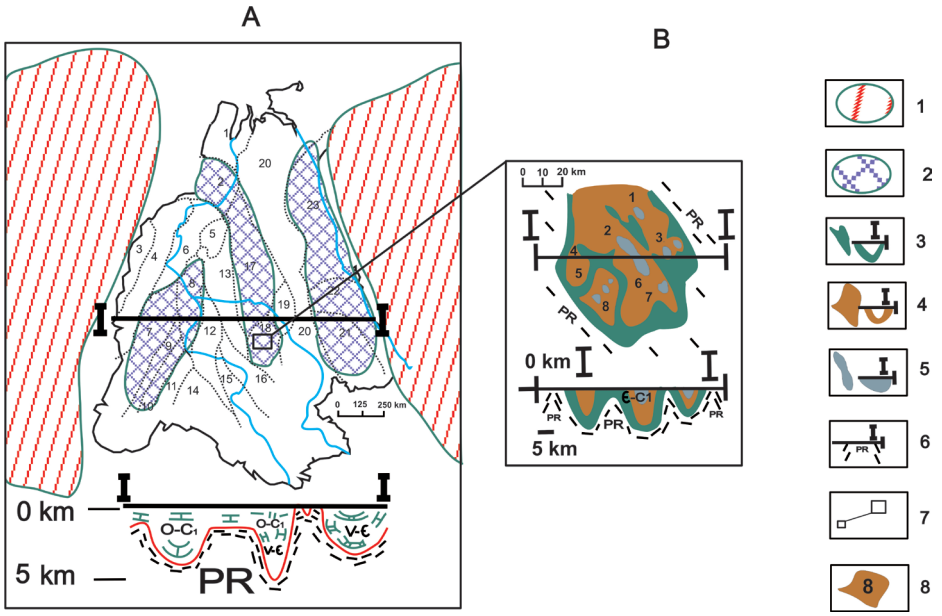


Рис. 1. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) [4], смятые в антиклинорные и синклинорные складки и схематический геологический разрез по линии I – I.
А: 1 – Участки с мощностью палеозойских отложений более 500 м; 2 – Участки развития байкалид. Структурно-фациальные районы (СФР): 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский.
В – Палеозойские отложения Межовского срединного массива Нюрольского СФР, смятые в синклинальную складку: 1 – области развития байкалид; 2 – синклинорные зоны герцинской складчатости. Породы: 3 – кембрийско-нижнедевонские; 4 – средне-верхнедевонские; 5 – нижне-среднекарбоновые; 6 – протерозойские; 7 – местоположение Межовского срединного массива в пределах Нюрольского СФР; 8 – месторождения: 1 – Северо-Останинское, 2 – Герасимовское, 3 – Останинское, 4 – Урманское, 5 – Арчинское, 6 – Северо-Калиновое, 7 – Калиновое, 8 – Нижне-Табаганское

Синклинорные зоны сложены структурами более мелкого порядка, перемежающимися с подобными же антиклинорными зонами. Участки сгущения синклинорных прогибов будут соответствовать синклинориям первого порядка, участки преобладания антинальных структур будут соответствовать антиклинорным зонам, в пределах которых синклинальные складки будут уничтожены процессами денудации частично или в значительной степени (Колпашевский СФР). Все палеозойчские отложения разбиты системой геологических разломов, имеющих северо-восточное и северо-западное простирание.

В палеозойских отложениях перспективными для формирования пород-коллекторов являются карбонатные породы, образующие массивы, которым в геологической литературе присвоено наименование карбонатные платформы. На построенных нами палеогеографических картах показано предполагаемое развитие карбонатных платформ в ордовике (рис. 2A), силуре (рис. 2B) и раннем девоне (рис. 2C).

При изучении коллекторских свойств установлено, что палеозойские образования карбонатного состава ордовика, силура и нижнего девона, развитые на территории Нюрольского СФР, имеют близкие петрофизические свойства, ввиду чего объединены по литологическим признакам в «доломито-известняковую» литолого-петрофизическую толщу, у которой геометризация пустотного пространства подчинена тектонической природе [1]. По тектоническим нарушениям происходила циркуляция гидротермальных растворов, ведущая к преобразованию карбонатных пород такими гидротермальными процессами, как доломитизация и выщелачивание. Оперяющие разлом тангенциальные трещины завершаются мелкими эффективными трещинами, окруженными порами и кавернами во вмещающей породе. Такую систему пустотного пространства можно назвать приразломной чересполосно-трещинной (древоподобной).

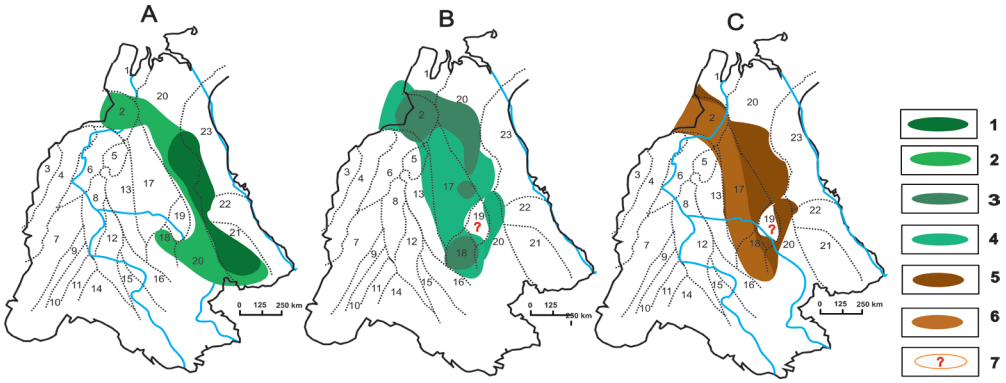


Рис. 2. Накопление образований карбонатных платформ в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы в: A – ордовике; B – силуре и C – раннем девоне. Отложения: 1 – нижнего ордовика; 2 – среднего и верхнего ордовика; 3 – раннего силура; 4 – позднего силура; 5 – раннего девона, лохкова; 6 – раннего девона, прагиена, эмса; 7 – бурением отложения не установлены

При этом тектонические нарушения будут соответствовать основным направлениям проявления тектонических напряжений, которые отчетливо просматриваются на рис. 1. Вероятно, подобная система проявлена в пределах всего синклинория (рис. 1), который начинается на юге Нюрольским и завершается на севере Новопортоским СФР (рис. 1, 2).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы:

В карбонатных породах ордовикско-раннедевонского возраста, развитых в пределах Нюрольского СФР. установлено развитие трещинных систем, сформированных при осуществлении герцинской складчатости, к которым приурочено проявление вторичных процессов (доломитизация, выщелачивание), ведущих к формированию пород-коллекторов. Сформировались приразломные чересполосно-трещинные (древоподобные) системы, приуроченные к сетке разломов северо-восточного и северо-западного простирания.

В образованиях карбонатных платформ ордовика, силура и нижнего девона на территории Западно-Сибирской геосинеклизы, смятых в складки при осуществлении герцинской складчатости, возможно широкое развитие подобных трещинных систем, пород-коллекторов и месторождений нефти и газа.

Литература

1. Ezhova, A.V. Pore space genesis and rock-fluid properties of Paleozoic reservoirs of Tomsk area fields/ GeologiyaNeftii Gaza Issue 3, 2007. – P. 20 – 24.
2. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
3. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538 – 547.
4. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТА $Ю_2$ ВЫНГАПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА

М.А. Викторова, Т.В. Шмелькова, А.А. Штырляева
Научный руководитель доцент Р.А. Щеколдин
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Вынгапуровское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в ЯНАО, в 20 км юго-западнее от города Тарко-Сале. Приурочено к субмеридиональному локальному поднятию размерами 15х25 км, осложняющему центральную часть Вынгапуровского вала. Амплитуда поднятия 200 м [1, 2].

Юрские пласты на территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна уже несколько лет являются приоритетными объектами изучения и разработки.

Однако в связи со сложностью и неоднородностью строения данных комплексов, до сих пор не решены проблемы определения не только морфологических, но и петрофизических характеристик юрских пластов. Это приводит к существенным сложностям в процессе построения карт и кубов распределения пористости, проницаемости и глинистости и в других аспектах и видах моделирования.

Фактический материал представлен: описаниями керна 7 скважин Вынгапуровского, месторождения, данными интерпретации геофизических исследований скважин (ГИС) и картой сейсмических атрибутов.

Цель:

реконструкция условий формирования пласта $Ю_2$ Вынгапуровского месторождения.

Задачи:

1. Описание керна скважин и выделение на его основе структурно-генетических типов слоев;
2. Интерпретация геофизических исследований скважин (кривых ГИС);
3. Выделение трансгрессивно-регрессивных циклов последовательности образования слоев;
4. Корреляция разрезов скважин на основе выделенных циклов;
5. Построение палеогеографических схем с использованием карты сейсмических атрибутов.

Описание керна произведено с применением структурно-генетического анализа [4]. В ходе описания выделены структурно-генетические типы слоев, представленные псаммитовыми, пелитовыми, алевролитовыми, углистыми отложениями.

Среди псаммитов выделены псаммиты устьевых баров и псаммиты конусов выноса [3].

Псаммиты устьевых баров крупнозернистые, с единичными сериями мелких трещин, с хорошей гранулометрической сортировкой, горизонтальной и косослоистой («приливно-отливные» движения) слойчатостью. Сформированы в условиях высокой энергии волн. Контакты слоев неровные, бугристые со следами просадок и размыва. Является хорошим коллектором. Мощность 3-5 м.

Псаммиты конусов выноса имеют тот же механизм формирования, что и псаммиты устьевых баров с той разницей, что флювиальный поток обладает меньшей гидродинамической активностью и впадает в застойный внутриконтинентальный водоем, а не в морской бассейн [2]. Таким образом, слои данного типа характеризуются увеличением гранулометрического состава к кровле. Слойчатость волнистая, прерывистая, в нижней части осложнена текстурами взмучивания и оползания.

В целом слои данного типа отличаются высокой степенью заглинизированности, большим количеством мелкого углефицированного растительного детрита и крайне небольшой мощностью (0,5-1,5 м). Такой неоднородный состав ухудшает коллекторские свойства (пористость, проницаемость).

В ходе интерпретации кривых ГИС были построены литологические колонки с выделением трансгрессивно-регрессивных циклов. Анализ последовательности слоев показал, что на территории выделяется 7 трансгрессивно-регрессивных циклов, в ходе которых происходило формирование пласта $Ю_2$. Выделенные трансгрессивные и регрессивные максимумы позволили провести корреляцию разрезов.

На основе трансгрессивно-регрессивных последовательностей было осуществлено построение палеогеографической схемы. Согласно данной схеме накопление пласта $Ю_2$ на этапе высокого положения уровня моря происходило в условиях открытого мелководного морского бассейна с формированием поясов подводных валов и лоскутных песков.

На этапе низкого положения уровня моря изучаемая территория представляла собой низменную равнину, в пределах которой располагались остаточные внутриконтинентальные озера с застойным режимом накопления осадков. Внутри остаточных озер происходило формирование конусов выноса в результате действия временных водотоков.

Анализ сейсмических атрибутов позволил уточнить границы выявленных фациальных зон и построить палеогеографические схемы, отражающие накопление пласта $Ю_2$ в период низкого и высокого положения уровня моря.

На карту атрибутов нанесен ряд скважин (рис.). Оконтурены обстановки формирования: устьевой бар, конусы выноса и застойные обстановки озерных отложений.

В скважинах 5 и 8 отмечены зоны высокой проницаемости. Причем в скв. 5 – песчаник дельтовый, а в скв. 8 – песчаник баровый. Скважина 1 расположена в области развития баровых песчаников. Скважины 4, 6, 7 пробурены в областях развития озерных отложений. Отличительной особенностью является то, что псаммиты конусов выноса входят в состав позднее сформированных циклитов.

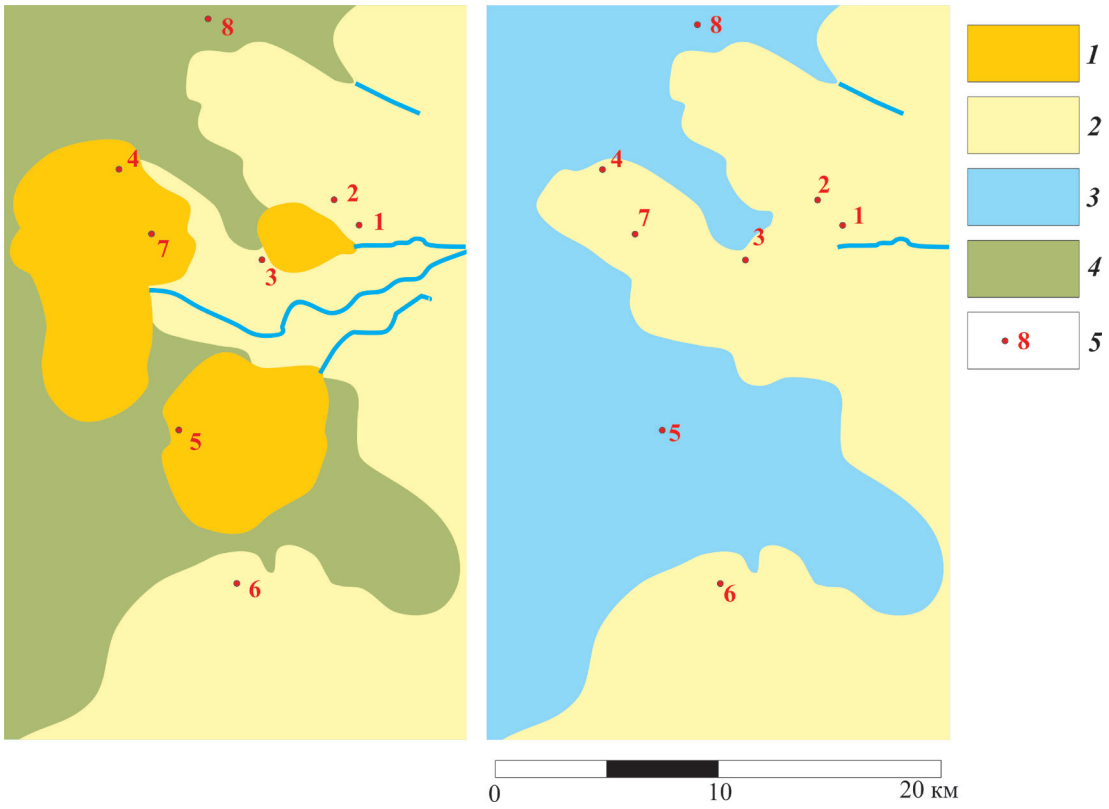


Рис. 1. Палеогеографические схемы, отражающие формирование пласта Ю$_2$ на этапе низкого стояния уровня моря (А) и на этапе высокого стояния уровня моря (Б): 1 – отложения конусов выноса; 2 – отложения подводных валов и баров; 3 – отложения глубоководных морских илов; 4 – отложения внутриконтинентальных озер и лагун; 5 – скважины

Вывод: в результате проделанной работы было выделено два структурно-генетических типа коллекторов. Первый тип образовался в условиях конусов выноса (неоднородный состав данного песчаника негативно сказывается на коллекторских свойствах), второй – в баровых (данный вид песчаника с хорошими коллекторскими свойствами образовался в восточной части Вынгапурского месторождения).

Литература

1. Вакуленко Л.Г., Ян П.А. Седиментогенез нефтеносного горизонта Ю$_2$ и его значение при поисках и разведке залежей углеводородов / Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2010. – Т. 316. – №1. – С. 61 – 66.
2. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде / Геология и геофизика. – Новосибирск, 2013. – Т. 24. – №8. – С. 972 – 1012.
3. Обстановки осадконакопления / Под. ред. Х. Рединга. Перевод с английского под. ред. П.П. Тимофеева. – М.: Мир, 1990. – Т 1. – 354 с.
4. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – С-Пб: СПГГИ им. Плеханова, 2010. – 276 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕФТЯХ И БИТУМОИДАХ БЕРЕЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.Т. Габдрахманов[1], О.С. Носова[2], И.П. Косачев [3]

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Г.П. Каюкова [1, 2, 3]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

[2]Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

[3]Институт органической и физической химии, г. Казань, Россия

Волго-Уральский регион, на территории которого находится гигантское многопластовое Ромашкинское нефтяное месторождение, был одним из главнейших нефтедобывающих регионов на протяжении нескольких десятков лет и в результате нефтепоисковых работ хорошо изучен. Однако до сих пор существуют различные точки зрения в вопросе источника генерации таких огромных объемов углеводородов [5]. Многие исследователи не отрицают возможности поступления углеводородов из фундамента [6]. Микроэлементный состав нефтей позволяет судить об условиях образования и миграции нефти [4, 9]. В нефтях микроэлементы в большинстве своем содержатся в смолисто-асфальтеновых соединениях. Асфальтены и смолы при взаимодействии с пластовыми водами за счет протекании процессов осернения и окисления обогащаются галогеновыми соединениями и металлами преимущественно группы железа и меди, но также в их составе могут присутствовать щелочные и щелочноземельные металлы [1].

Целью настоящего исследования являлось изучение распределения микроэлементов в нефтях и битумоидах из разновозрастных осадочных отложений Березовской площади, а также из пород фундамента Миннибаевской площади, которая прилегает к Березовской. Осаждение асфальтенов из нефтей проводилось в 40-кратном по объему количестве петролейного эфира в течение 24 часов. Далее асфальтены отфильтровывались и промывались бензолом в аппарате Сокслета. Сушка асфальтенов проводилась с помощью вакуумного насоса до постоянной массы. Микроэлементный состав асфальтенов нефтей определяли методом эмиссионного спектрального анализа на дифракционном спектрографе ДФС–458.

Больше всего микроэлементов содержится в асфальтенах из доманиковых отложений (1,17 мас. %), но более половины их содержания приходится на B (0,68 мас. %). По другим образцам содержание микроэлементов колеблется в интервале 0,10-0,61 мас. %. Однако нужно учитывать, что месторождение находится на поздней стадии разработки, нефти сильно обводнены и подвергались техногенному воздействию при проведении мероприятий по интенсификации добычи, поэтому содержание микроэлементов выше 1 % от массы асфальтенов не учитывалось при общем содержании микроэлементов. В основном высокие концентрации характерны для элементов, присутствующих в составе пластовых вод – Ca, Mg, Na. Однако даже в пробах из кристаллического фундамента содержания кальция (2,8 мас. %) и магния (3,8 мас. %) довольно высокие.

Кроме B в асфальтенах в больших количествах содержатся V (0,19 мас. %), Fe (0,18 мас. %), Ba (0,07 мас. %), Ti (0,054 мас. %), Zn (0,05 мас. %), Mn (0,05 мас. %), Ni (0,03 мас. %), Cu (0,01 мас. %). В асфальтенах битумоидов из пород фундамента и нефтей из доманиковых отложений почти все микроэлементы находятся в наивысших концентрациях, самые бедные микроэлементами – асфальтены нефтей ардатовского горизонта. Так, асфальтены из фундамента содержат в максимальных концентрациях Co, Cu, Ga, Ge, Mn, Ni, Pb и Zn, хотя общее содержание микроэлементов в асфальтенах из пород фундамента ниже среднего (0,27 мас. %). В свою очередь, нефти доманикового горизонта являются лидерами по содержанию B, La, Mo, Sn, Ti, V, Zr, Al и Fe. При этом наблюдается тенденция: если максимум содержания какого-либо микроэлемента приходится на доманиковые нефти, то его минимальное содержание, в большинстве случаев, отмечается в битумоидах, экстрагированных из пород фундамента, реже – в нефтях ардатовского горизонта.

При сравнении распределения микроэлементов в асфальтенах наблюдается переход от высоких концентраций в доманиковых нефтях к низким в битумоидах фундамента таких элементов, как B, Ti, V, Zr, Al, Fe, Sn, Mo. Обратная тенденция наблюдается в распределении Ni и Zn. В остальных случаях выявлены высокие концентрации и в пробах из фундамента и в образцах из доманиковых отложений при пониженном содержании в асфальтенах терригенного девона (Co, Cu, Mn, Pb, La) (рис.).

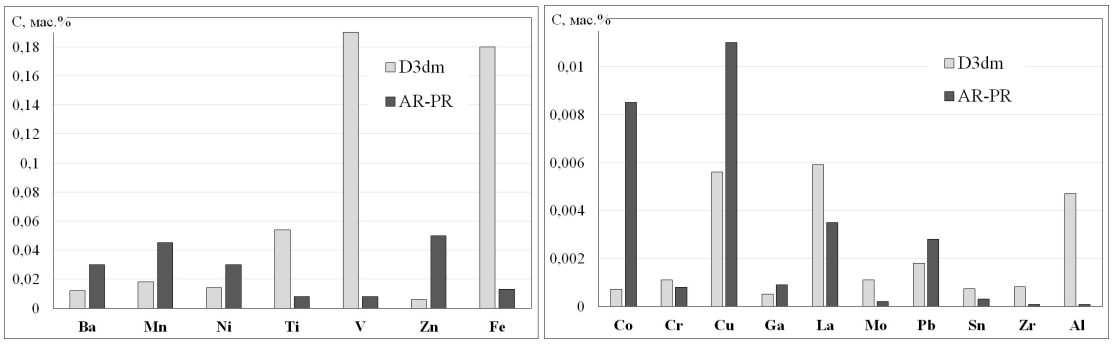


Рис. Распределение микроэлементов по разрезу Березовской площади

В асфальтенах нефтей терригенного девона наблюдается максимум содержания всего трех элементов – As, Ba и Cr; в каменноугольных отложениях ни одного максимума не выявлено. Также установлено, что единственный элемент, содержание которого во всех пробах одинаково, – кадмий, а германий содержится лишь в кристаллическом фундаменте и в терригенных отложениях верхнего и среднего девона, в вышележащих отложениях он не зафиксирован.

В асфальтенах нефтей из доманиковых отложений и из продуктивных пластов нижнего карбона концентрации всех микроэлементов выше, иногда выше на порядок, чем в пробах из мендымских отложений, но учитывая их взаимное расположение, причин этому нет.

Сопоставление распределения микроэлементов по турнейскому и бобриковскому горизонтам с доманиковыми отложениями показало, что их концентрации снижаются в направлении каменноугольных отложений, что свидетельствует о миграции нефти из доманиковых отложений. Исключением являются Ba и Ni, которые характеризуются даже большими концентрациями, чем в пробах из доманика.

Следовательно, существует как минимум два источника микроэлементов в нефтях данной территории: доманиковые отложения и кристаллический фундамент.

Аномально обогащенные микроэлементами (B, Co, Cr, Cu, Ga, La, Mn, Mo, Pb, Zr, Al, Ca, Na, Si) отложения доманика формировались в условиях сильного влияния эндогенных факторов. Активизация гидротерм означала поступление кремнезема и металлов, вулканическая деятельность способствовала обогащению формировавшегося осадка «мантийными» элементами. По литературным данным [2, 3], доманиковые отложения помимо перечисленных микроэлементов обогащены Re, U, Ag, Sb, Zn, Sn, V, Ni, As, Se и Cd. Отложения доманика относятся к богатым керогеном отложениям, который относят к природным геополимерам, имеющим тесную связь с металлами. Металлы не только входят в их состав, но могут выступать как катализаторы их синтеза. В горючих сланцах металлы содержатся в основном в керогене и во вмещающих породах, при этом они могут иметь различный генезис [5]. «Биогенные» элементы (I, Ni, V, Ti, Fe, Al) можно полагать, привнесены органическим веществом, а металлоносность, определяемая такими элементами, как Fe, Cu, Mn, Mg, V, Na, в значительной степени связана с металлами вмещающих горных пород. Также не исключена возможность привноса некоторых элементов (As, Sb, Hg) по трещиноватым зонам из пород фундамента [2, 9].

В сравнении с нефтями, в битумоидах из пород кристаллического фундамента обнаружено повышенное содержание Ni, Co, Cu, Mn и Zn, то есть микроэлементов, способных мигрировать в вышележащие толщи по зонам разуплотнения вместе с пластовыми водами. Нефти и битумоиды кристаллического фундамента отличаются по основному генетическому параметру микроэлементного состава V/Ni.

По сопоставлению отношений микроэлементов V/Ni, V/Cu, Ni/Cu и Ni/Pb все образцы образуют одну группу, т.е. обладают единым источником генерации; по соотношению La/Ge выделяется нефть из карбонатных мендымских отложений, это можно объяснить обогащением карбонатных толщ микроэлементами мантийного происхождения.

Проведенный анализ микроэлементного состава асфальтенов позволил установить основные источники формирования микроэлементного состава нефтей. Ими являются богатые органическим веществом и металлами отложения доманикового горизонта, особенности которых определялись, скорее всего, условиями формирования, и породы кристаллического основания, микроэлементы из которого привносятся в нефтяные залежи пластовыми водами по трещиноватым зонам. Также весомую роль играет техногенное воздействие на залежи нефти.

Литература

1. Батуева И.Ю., Гайле А.А., Поконова Ю.В. и др. Химия нефти. – Л.: Химия, 1984. – С. 283 – 298.
2. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. К вопросу о формировании нефтематеринских толщ // Георесурсы, 2006. – № 4 (21). – С. 6 – 10.
3. Карпузов А.Ф., Карпунин А.М., Соболев Н.Н., Мозолева И.Н. Минерально-сырьевой потенциал черносланцевых формаций платформенных комплексов России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2008. – № 2. – С. 12 – 18.
4. Каюкова Г.П., Курбский Г.П., Юсупова Т.Н. и др. Особенности состава и свойств нефтей по разрезу продуктивных толщ в Татарстане // Геология нефти и газа, 1993. – №5. – С. 37 – 43.
5. Каюкова Г.П., Романов Г.В., Лукьянова Р.Г., Шарипова Н.С. Органическая геохимия осадочной толщи и фундамента территории Татарстана. – М.: ГЕОС, 2009. – 487 с.
6. Муслимов Р.Х., Лобов В.А., Хаммадеев Ф.М., Аминов Л.З., Абдуллин Н.Г., Кавеев И.Х., Филипповский В.И. Обоснование заложения и основные результаты бурения скважины 20000 // Глубинные исследования архейского фундамента востока Русской платформы в Миннибаевской скв. 20 000. – Казань: Тат. кн. изд-во, 1976. – С. 3 – 14.
7. Маслов А.В. Методические аспекты использования редкоземельных и малых элементов для рекострукции условий накопления и последующего преобразования осадочных пород и углеводородов // Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов: материалы Междунар. научно-практической конф. – Казань: Изд-во «Фэн», 2007. – С. 397 – 400.
8. Пунанова С.А. Геохимические особенности палеозойских нефтей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Нефтехимия, 2002. – №6. – С.428 – 436.
9. Пунанова С.А. Микроэлементы нефтей, их использование при геохимических исследованиях и изучении процессов миграции. – М.: Недра, 1974. – 216 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЛОГИЯ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.А. Гаврилова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Баженовская свита является уникальным и наиболее изучаемым геологическим образованием Западной Сибири, который изучается более полувека. На данный момент баженовская свита является одним из стратегически важных объектов, позволяющих восполнять ресурсную базу нефтяной отрасли России.

Отличительной чертой одноименного горизонта, в который входит баженовская свита, является битуминозность пород. Состав пород свиты определяется соотношением терригенной и органогенной составляющих**.** Существует множество различных мнений об оценке ресурсов баженовской свиты от первых десятков миллиардов тонн, до сотен миллиардов тонн. Такой разброс связан с неопределенностями идентификации пласта-коллектора в разрезах скважин и распространения зон развития по площади [1]. Однако большинство исследователей сходится во мнении, что запасы нефти, аккумулированные в отложениях баженовской свиты, огромны.

Целью работы являлось изучение пород баженовской свиты месторождения и выявление особенностей их вещественного состава и битумоидов.

Методика исследований включала петрографический и люминесцентный анализы шлифов – баженитов из скважины ХХ3 месторождения Снежное. На поляризационном микроскопе Olympus BX53 изучено 22 образца пород свиты в интервале 2814,91-2826,1 м. Битуминологические свойства пород определялись на люминесцентном микроскопе Мик-Мед-II (аналитик М.И. Шаминова).

Результаты исследований

Изучаемые породы представлены преимущественно буровато-черными битуминозными аргиллитами, чаще тонкоплитчатого строения. Для пород характерны тонкослоистые и/или неяснослоистые текстуры, обусловленные субпослойным выделением органического вещества и прослоями различного гранулометрического и минерального состава (рис. 1, 2). Основной связующей массой является глинисто-кремнисто-гидрослюдистая с различными вариациями слагающих ее минеральных компонентов, реже с примесью фосфатов.

В породах встречаются раковины радиолярий, спикулы губок, макрофауна, которые фосфатизированы, кальцитизированы и пиритизированы (рис. 3, 4). Органическое вещество гелефицировано и является сингенетично захороненным (рис. 5). В верхней и нижней частях разреза преобладают радиолярии, в центральной части их количество уменьшается вплоть до единичных проявлений. Содержание макрофауны увеличивается к центральным и нижним горизонтам разреза.

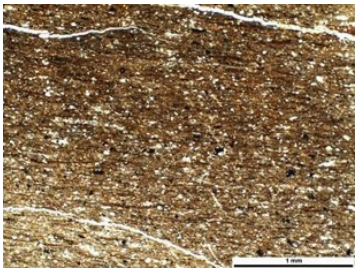


Рис. 1. Тонкослоистая текстура аргиллита с литогенетическими микротрещинами (без анализатора)

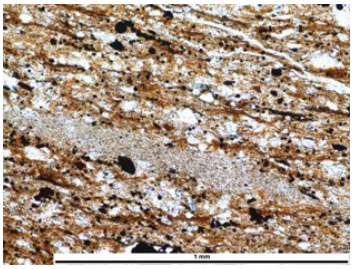


Рис. 2. Линзовидные обособления гидрослюдистого материала (без анализатора)

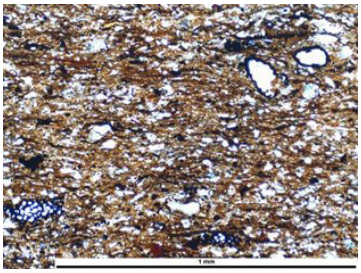


Рис. 3. Замещение пиритом детрита (раковин радиолярий) (без анализатора)

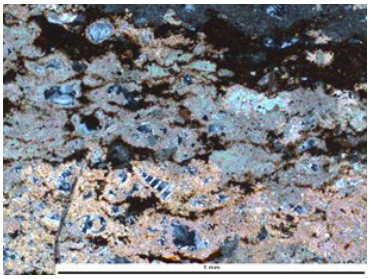


Рис. 4. Замещение раковин радиолярий опал-халцедоновым веществом в карбонатном прослое (с анализатором)

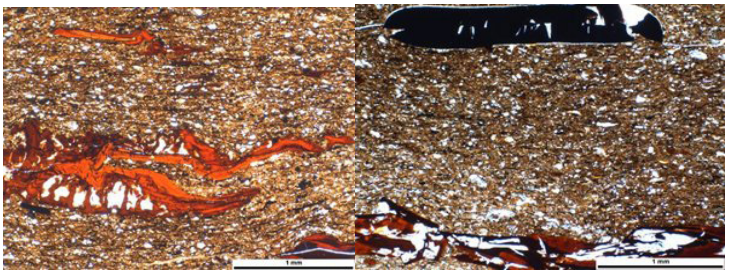


Рис. 5. Гелефикация и пиритизация органического вещества (без анализатора)

При люминесцентно-микроскопических исследованиях во всех изученных образцах отмечаются битумоиды, содержание которых варьирует в пределах 0,02-0,08 %. Наблюдается изменение состава битумоидов от легких (с характерным голубоватым свечением) до смолисто-асфальтеновых (темно-бурого свечения). Битумоиды выделяются в виде пятен в отдельных участках и в трещинах пород, что указывает на процессы миграции и перераспределения их в породах. Проявленные ореольные структуры, характеризующиеся ореолами с постепенным облегчением состава битумоидов вокруг включений темно-бурого органического вещества, характерны для нефтегазоматеринских пород. Присутствие в изучаемых шлифах ориентированных субпараллельно слоистости литогенетических микротрещин с эпибитумоидами маслянистого состава подтверждает миграцию битумоидов из пород в зоны дезинтеграции.

Укажем, что в породах с большим содержанием органического вещества отмечается и большее количество кремнистого материала, как правило, это характерно для верхних и центральных частей разреза. От центральной части к нижней отмечается преобладание глинисто-гидрослюдистого материала, что характерно для переходных обстановок образования пород. Карбонатные породы располагаются в самой нижней части исследуемого разреза. На основании структурно-текстурных особенностей, вещественного состава и состава битумоидов, среди отложений, слагающих разрез баженовской свиты, выделено 5 литотипов (табл.).

Таблица

Типизация пород баженовской свиты скважины ХХ3 Снежного месторождения

Тип	Особенности	Подтип	Состав битумоидов	Битуминозные текстуры и структуры
5	Переслаивание аргиллитов с примесью алевритового материала, битуминозных, кремнисто-гидрослюдистых с аргиллитами сложного кремнисто-глинисто-гидрослюдистого состава, с линзами глинисто-кремнистого вещества, с карбонатизированными, реже пиритизированными раковинами радиолярий и макрофауны	5-1	См., масл., масл.-см., легкий	Равномерно рассеянные, пятнистые, трещинные, ореольные
		5-2	См., масл.-см., см.-асф., масл., легкий	Равномерно- и неравномерно рассеянные, пятнистые, трещинные, ореольные
4	Аргиллиты с примесью алевритового материала битуминозные глинисто-гидрослюдисто-кремнистый и гидрослюдисто-кремнистые с прослоями кальцита, остатками фосфатизированных и карбонатизированных радиолярий, макрофауны	4-1	См., масл.-см., см.-асф., масл., легкий	Равномерно- и неравномерно рассеянные, пятнистые, трещинные, ореольные
		4-2	См., масл., см.-асф., масл.-см., легкий	Равномерно- и неравномерно рассеянные, пятнистые, микротрещинные с легкими битумоидами, ориентированными строго по напластованию, ореольные
3	Аргиллиты с терригенной примесью битуминозные кремнисто-гидрослюдистые (гидрослюдисто-кремнистые), глинисто-гидрослюдистые, с фосфатизированными и карбонатизированнымиостатками радиолярий и макрофауны		См., масл.-см., см.-асф., масл., легкий	Равномерно- и неравномерно рассеянные, пятнистые, трещинные, ореольные
2	Аргиллиты с примесью алевритового материала битуминозные глинисто-кремнистые с остатками карбонатизированных и фосфатизированных радиолярий и макрофауны	2-1	См., масл.-см., легкий, масл.	Равномерно рассеянные, пятнистые, трещинные
		2-2	См., масл.-см., масл	Равномерно рассеянные – в аргиллитах, в прослоях алевролита пятнистые, ореольные
1	Аргиллиты с терригенной примесью битуминозные кремнисто-гидрослюдистые, с линзами фосфатного и фосфатно-кремнистого вещества, остатками фосфатизированных радиолярий и макрофауны		См., масл.-см., масл., см.-асф.	Равномерно- и неравномерно рассеянные, трещинные, ореольные

Примечание: состав битумоидов: см.-асф. – смолисто-асфальтеновый; см. – смолистый; масл.-см. – маслянисто-смолистый; масл. – маслянистый. Битумоиды указаны в порядке убывания.

Сопоставление вещественного состава изученных пород баженовской свиты и проявленных в них битумоидов позволяет отнести данные отложения к типичным сингенетично-битуминозным (нефтегазоматеринским) породам из-за наличия в исследуемых образцах гелефицированного органического вещества с ореольными структурами, установленными как петрографическими методами, так и люминесцентным анализом, и присутствия всех фракций битумоидов.

Литература

1. Алексеев А.Д. Природные резервуары нефти в отложениях баженовской свиты на западе Широтного Приобья / Автореферат дис. канд. геол.-минер. наук. – Москва, 2009. – 27 с.
2. Бахтина Е.С. Перспективы сланцевой нефти баженовской свиты Томской области по данным пиролитического анализа Rock-Eval // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск:: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 131 – 133.
3. Проблемы и перспективы освоения баженовской свиты / В.П. Сонич, Ю.Е. Батурин, А.Г. Малышев и др. // Нефтяное хозяйство, 2001. – №9. – С. 36 – 68.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ МЕЛОВЫХ И ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕЛИЧАЕВСКО-КОЛОДЕЗНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

А.С. Гайворонская, И.А. Голованев

Научный руководитель доцент В.С. Исаев

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Объектом изучения послужили терригенные породы-коллекторы мелового возраста, вскрытые в интервале глубин 3065-3592 м скважиной 400 на Величаевско-Колодезном месторождении Ставропольского края.

В задачи исследования входило выяснение закономерностей изменения открытой пористости пород по разрезу скважины: по результатам лабораторных исследований керна открытая пористость пород изменяется от нескольких единиц до 30%. В работе предпринята попытка проанализировать, проинтерпретировать, научно обосновать, а главное найти, отчего так скачкообразно меняется этот важнейший коэффициент. Постановка вопроса также связана со слабой степенью изученности отрытой пористости в породах осадочных нефтегазоносных толщ в разрезе скважины.

В нефтегазопромысловой геологии очень важен этот параметр, т.к. от величины открытой пористости пород зависит емкость коллектора; объем углеводородов, которые способна вместить порода-коллектор; способность породы пропускать через себя флюиды и отдавать их при разработке, т.е. фильтрационные свойства [1]. На практике коэффициент открытой пористости определяется в лабораторных условиях по методу Преображенского или по данным геофизических исследований скважин (ГИС).

Для большей наглядности было решено изобразить графически зависимость открытой пористости от глубины залегания пород-коллекторов, чтобы убедиться или опровергнуть мысль о снижении коэффициента пористости с глубиной в терригенных породах меловой и юрской систем, которые имеют межзерновые поры (первичные поры). На рисунке по оси абсцисс отложим открытую пористость в (%), а по оси ординат – глубины залегания пластов-коллекторов и убедимся с правильным ходом нашихумозаключений о зависимости этих параметров [2].

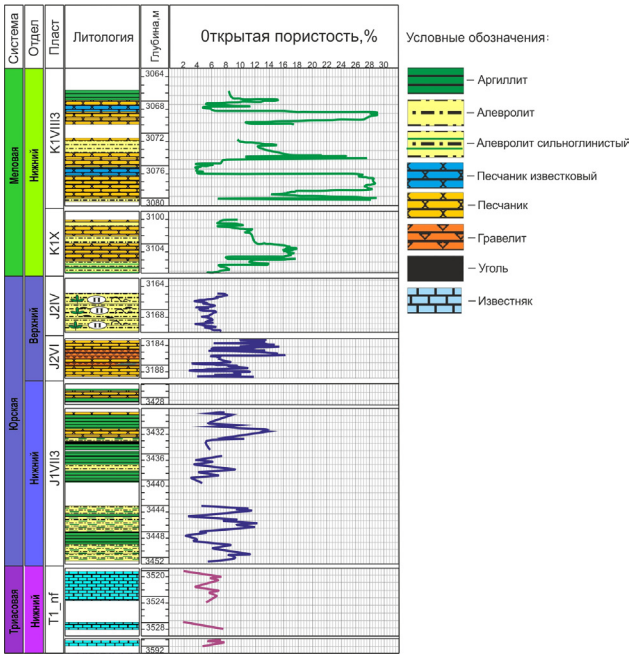


Рис. Зависимость открытой пористости от глубины по скважине №400 Величаевско-Колодезного месторождения Ставропольского края

Разрез скважины 400 сложен отложениями триасовой, юрской и меловой систем (рисунок).

Триасовая система (3519-3592 м), представленная известняками, пустотное пространство которых характеризуется трещинами и кавернами, а поры отсутствуют или слабо проявлены (значение открытой

пористости в них колеблется от 0 до 9 %) в настоящей работе не рассматриваются.

Интересующая нас терригенная часть разреза, сложенная песчаниками, алевролитами и аргиллитами, приурочена к меловой и юрской системам и находится в интервале глубин (3065-3453 м). Пласты-коллекторы в них сложены песчаниками различного гранулометрического состава.

Для подробного анализа табличных и графических данных сравним с литологической точки зрения пласты-коллекторы меловой и юрской систем.

Меловая система K1VIII3. Пласт-коллектор вскрыт на глубине 3077-3080 м. Он представляет собой средне-мелкозернистый, не известковистый песчаник светло-серого цвета. Коллектор имеет максимальную (по сравнению с другими коллекторами разреза) открытую пористость (29,4%). По всему слою на свежем сколе отмечается слабый запах углеводородов (УВ).

Меловая система K1X. Пласт коллектор находится на глубине 3104-3106 м. Коллектор представлен средне-мелкозернистым алевритовым, слабоглинистым, не известковистым, волнисто-слоистым, биотурбированным песчаником. Процессы биотурбации обусловлены следами жизнедеятельности организмов, которые выполнены песчано-алевритовым материалом серого цвета. Кроме того, по слою присутствуют следы подводного оползания и взмучивания осадка. Открытая пористость равна 18%. По всему слою на свежем сколе отмечается запах УВ.

Юрская система J2VI. На глубине 3184-3189 м вскрыт песчаник светло-серый, участками с кремовым оттенком, мелко-крупно-среднезернистый, гравелистый, алевритовый, глинистый, не известковистый, неслоистый. Гравийная и песчаная фракции в породе распределены неравномерно, часто послойно. Максимальные показания открытой пористости 16%. По всему слою на свежем сколе наблюдается неравномерный запах УВ.

Юрская система J1VII3. На глубине 3429-3435 м вскрыт песчаник светло-серый с кремовым оттенком, мелко-среднезернистый, гравелистый, алевритистый, глинистый, не известковистый, волнисто-косослоистый. По всему слою наблюдаются многочисленные стяжения пирита округлой формы размером до 1,5 см. Кроме того, в слое встречены единичные линзы угля черного цвета и мелкие включения углефицированной древесины. Открытая пористость данного коллектора равна 14%.

Таким образом, несмотря на то, что породы-коллекторы по текстурно-структурным особенностям отличаются между собой, устойчивой взаимосвязи между литологической изменчивостью коллектора и открытой пористостью пород не выявлено.

Вместе с тем, из рисунка видно, что одним из критериев, влияющих на понижение открытой пористости, а, следовательно, приводящая к ухудшению емкостных свойств, является глубина. С увеличением глубины залегания пород открытая пористость пород снижается от 29,4 до 14%. Вероятно, это связано с возрастанием плотности гранулярных коллекторов (к которым относятся изучаемые породы) под влиянием геостатического давления вышележащих толщ.

Не исключено, что наряду с процессами уплотнения, на формирование пористости в гранулярных коллекторах, вскрытых скважиной 400, оказывают влияние и другие процессы (вторичного минералообразования, цементации и др.), отрицательно влияющие на структуру порового пространства.

Кроме того, на больших глубинах (напомним, что изученные породы располагаются на глубине более 3065 м) могут протекать процессы, существенно улучшающие емкостно-фильтрационные свойства вследствие образования вторичной пористости (в результате выщелачивания и растворения карбонатного или карбонатно-глинистого цемента при воздействии агрессивных горячих вод, насыщенных углекислотой; растрескивание и т.п.). Установление вторично измененных пород очень важно и дает перспективы нахождения коллекторов на больших глубинах данного участка.

Литература

1. Головин К.Б., Головин Б.А., Калинникова М.В. Типы и виды коллекторов. – Саратов: Из-во Саратовского государственного университета, 2014. – С. 3 – 6.
2. Прошляков Б.К., Гальянова Т.И., Пименов Ю.Г. Коллекторские свойства осадочных пород на больших глубинах. – М.: Недра, 1987. – С. 108 – 110.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ МЕТОДОМ НАСЫЩЕНИЯ КЕРНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИМНЯЯ СТАВКА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

А.С. Гайворонская, И.А. Голованев
Научный руководитель доцент В.С. Исаев

Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Просматривая результаты лабораторных исследований керна, нас заинтересовал коэффициент открытой пористости, который определяют методом насыщения жидкостью. Так как эта величина в осадочных нефтегазоносных толщах имеет важное значение, мы решили провести тот же опыт с образцом керна, взятого из 400-й скважины месторождения Зимняя Ставка, и проанализировать этот важнейший коэффициент.

Керн служит основным материалом для изучения геологического строения разреза скважины, является главным прямым источником и носителем информации о свойствах горных пород, обеспечивая визуальное и непосредственное их изучение. Он используется для определения относительного и абсолютного возраста, вещественного состава, петрографических, физических, физико-химических и других характеристик горных пород на всех стадиях геологоразведочного и нефтепромыслового процесса. Керн для определения общей открытой пористости был предоставлен ООО РН-Ставропольнефтегаз.

Открытую пористость скальных грунтов можно определить методом насыщения их какой-либо жидкостью. В качестве таковой обычно используют чистый отфильтрованный керосин, так как он хорошо смачивает грунт и легко проникает в поры. Керосин инертен по отношению к грунту и поэтому не разрушает структурные связи погружаемых в него образцов. Открытая пористость будет равна объему керосина, израсходованного на насыщение образца [1].



Рис. Образец керна (кварцевый песчаник)

***Определение открытой пористости методом насыщения* жидкостью**.

Одним из наиболее важных параметров пород-коллекторов является коэффициент открытой пористости ($К_п$), характеризующий количество связанных между собой пор (пустот между зернами горной породы), в которые может проникнуть жидкость или газ:

$$К_п = V_{пор.} / V_{обр.}$$

где $V_{обр.}$ и $V_{пор.}$ – соответственно объем образца и суммарный объем его пор [2].

Различают также общую, эффективную, закрытую и динамическую пористости горных пород, которые оцениваются соответствующими коэффициентами. Коэффициент $К_п$ обычно измеряется по методу Преображенского для открытой и по методу Мельчера – для общей пористости.

По И.А. Преображенскому, объем открытых пор определяется объемом керосина, вошедшего в поровое пространство керна (по разности масс сухого и насыщенного жидкостью образца), а внешний объем образца – по разности масс насыщенного жидкостью образца в воздухе и насыщающей жидкости, т.е. гидростатическим взвешиванием насыщенного керосином образца в керосине.

Необходимое оборудование:

- весы технические со съемным приспособлением;
- мерный цилиндр емкостью 100 мл;
- стальной нож;
- фильтровальная бумага;
- суровая нить длиной 0,5 м.

1. Образец скального грунта объемом не менее 40 см^3 высушить в сушильном шкафу при температуре 120-250 ºС до постоянной массы, взвесить его на технических весах с точностью до 0,01 г (m).

2. Высушенный образец, обвязать нитью и погрузить в керосин для насыщения. Для полного насыщения стакан с погруженным в керосин образцом поместить под вакуум на 30 мин – 1 ч, после чего взвесить его в керосине (m_1).

3. Вынуть образец из керосина, просушить фильтровальной бумагой и взвесить на воздухе (m_2). Результаты взвешиваний записать в журнал

Описание полученных результатов

Данный образец керна является песчаником. Порода является слабо пористой. Включений как таковых не имеет.

Для данного образца по формуле:

$$\frac{2,4}{103,6} * 100\ \% = \frac{2,4}{103,6} * 100\ \% = \frac{2,4}{103,6} * 100\ \% = 2,3\%$$

определили открытую пористость методом насыщения. Результаты определения показаны в таблице.

Таблица

Результаты определения массы и пористости исходного образца

№ определения	Масса образца			Пористость, %	
	в сухом состоянии	насыщенного керосином		образца	средняя
		в керосине	в воздухе		
	m	m_1	m_2	n	$n_{ср}$
1	148	254	150,4	9,07	9,07

Макроскопическое описание образца:

1. Название породы: кварцевый песчаник;
2. Цвет: светло-серый;
3. Структура: мелкозернистая;
4. Текстура: массивная;
5. Минеральный состав: кварц, полевые шпаты;
6. Включения: не имеет;
7. Физические свойства: имеет высокую твердость и плотность;
8. Вторичные признаки: не реагирует с кислотой.

Песчаник – обломочная осадочная горная порода, представляющая собой однородный или слоистый агрегат обломочных зёрен размером от 0,1 мм до 2 мм (песчинок), связанных каким-либо минеральным веществом (цементом). Песчаники образуются в результате разрушения горных пород, переноса обломков водой или ветром и отложения их с последующей цементацией [1]. Степень окатанности обломков и степень отсортированности по величине зёрен указывают на дальность переноса обломков от места первоначального образования. В подавляющем большинстве разновидностей песчаников преобладает кварц, как минерал, наиболее устойчивый физически и химически.

При полном качественном анализе необходимо проверить присутствие возможно большего числа элементов. Так как для характеристики вещества необходимо, прежде всего, определить основные его компоненты и компоненты, содержащиеся в заметных количествах, то можно не стремиться к высокой чувствительности анализа. При полном качественном анализе используют методики, которые позволяют одновременно определить как можно большее число элементов при сравнительно невысокой чувствительности [3].

Литература

1. Лодочников В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. – М.: Недра, 1974. – 248 с.
2. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т. Пер. с англ. / Под ред. Х. Рединга. – М.: Изд-во Мир, 1990. – 352 с.
3. Фролов В.Т. Литология. – М.: Изд-во Московского университета, 1992. – Т. 1. – 336 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ПОРОД ФУНДАМЕНТА СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ПО ДАННЫМ КАРОТАЖА

А.С. Гарсия Бальса
Научный руководитель профессор В.Б. Белозеров
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основные перспективы нефтегазоносности отложений палеозоя юго-восточной части Западно-Сибирской плиты связаны с зонами доломитизации органогенных известняков среднего и верхнего девона, залегающих в кровле пород фундамента. Сложное тектоническое строение фундамента, обусловленное его складчатой структурой, многочисленными тектоническими нарушениями и наличием стратиграфического и углового несогласия в подошве осадочного чехла значительно осложняет поиск нефтеперспективных объектов. Наиболее эффективный поисковый критерий связан с картированием средне-верхнедевонских отложений в кровле фундамента с использованием данных сейсморазведки, каротажа скважин, кернового материала. Учитывая сложность отбора керна и несовершенство данных сейсморазведки в связи с большими углами наклона пород фундамента, наиболее актуально повышение информативности интерпретации данных каротажа на уровне литостратиграфического анализа. Такой анализ позволяет на качественном уровне провести интерпретацию литологического состава толщи и определить её стратиграфическую принадлежность. Это важно при построении геологической модели залежи углеводородов по данным эксплуатационных скважин в условиях отсутствия данных по керну и значительной стратиграфической неоднородности кровли пород фундамента по площади.

Формирование литолого-стратиграфического образа свит, выделяемых в составе палеозойского фундамента, проводилось на основе сопоставления литологического описания отложений палеозоя в скважинах Северо-Останинской площади по результатам анализа керна с данными каротажа (рис. 1, А). В соответствии с проводимым комплексом каротажа в скважинах, в качестве основы для литологической интерпретации пород фундамента были приняты каротажи гамма активности, нейтронный, индукционный, удельного электрического сопротивления. Петрографическая характеристика пород фундамента [1], где были проведены возрастные определения по фауне, сопоставлялась с описанием литологического состава свит, принятых при характеристике местных стратиграфических подразделений на стратиграфическом совещании по девонским отложениям Западно-Сибирской равнины в Новосибирске в 2014 году.

В соответствии с существующим расчленением палеозойских отложений Нюрольского осадочного бассейна в пределах рассматриваемой площади по данным описания керна и возрастным определениям пород фундамента можно выделить герасимовскую (скв. 2, 5, 7, 9, 13), лугинецкую (скв. 16) и табаганскую (скв. 6), а по литологическому составу пород – армичевскую (скв. 9, 15, 17) свиты.

Армичевская свита (нижний девон) представлена глинистыми известняками. Герасимовская свита (средний девон) в нижней части сложена известняками массивными биолитокластическими, в средней части – известняками массивными, органогенными иногда доломитизированными и в верхней – известняками слоистыми. Нижняя подсвита лугинецкой свиты (верхний девон) представлена илистыми известняками и известковыми аргиллитами, а верхняя подсвита – известняками, известковистыми аргиллитами. В табаганской свите (нижний, средний карбон) нижняя подсвита характеризуется известняками и кремнеизвестняками, средняя – аргиллитами и кремнеизвестняками и верхняя – глинистыми известняками. Средневасюганскую свиту среднего карбона слагают аргиллиты, алевролиты и песчаники, а елезаровскую – известковистые аргиллиты, мергели, алевролиты.

Значительную роль в составе выделяемых свит играют прослои интрузивных и эффузивных пород основного состава. Наибольшее развитие они получили в отложениях табаганской свиты, сформированной в финальную стадию развития геосинклинали.

Продуктивность палеозойского комплекса на Северо-Останинской площади связана с зоной доломитизации органогенных известняков герасимовской свиты, которые в результате активной блоковой тектоники геосинклинального и рифтового этапов развития территории и последующих процессов денудации были выведены на поверхность фундамента. На рисунке 1, Б представлена геологическая карта выхода пород палеозоя на кровлю фундамента. Как следует из рисунка, продуктивность на площади связана с зоной доломитизации органогенных известняков (скв. 3, 5, 7). В скважинах, вскрывших другие литолого-стратиграфические толщи, коллектор отсутствует. Зона развития доломита осложнена тектоническими нарушениями (св. 12), что отразилось в гипсометрических особенностях локализации залежи нефти (скв. 11). Аналогичные закономерности приуроченности скоплений углеводородов к зонам доломитизации органогенных известняков отмечаются и по другим месторождениями, выявленным в пределах Нюрольской впадины.

Учитывая значительную неоднородность вещественного состава палеозойских отложений в кровле фундамента, связанную с блоковой тектоникой его строения, литолого-стратиграфическая интерпретация пород кровельной части фундамента является определяющей в оценке перспектив нефтегазоносности территории. В поисковых и разведочных скважинах это может быть выполнено по данным анализа керна. При освоении месторождения эксплуатационным фондом скважин, такой анализ может быть осуществлён только по данным каротажа, чему и посвящена настоящая статья.

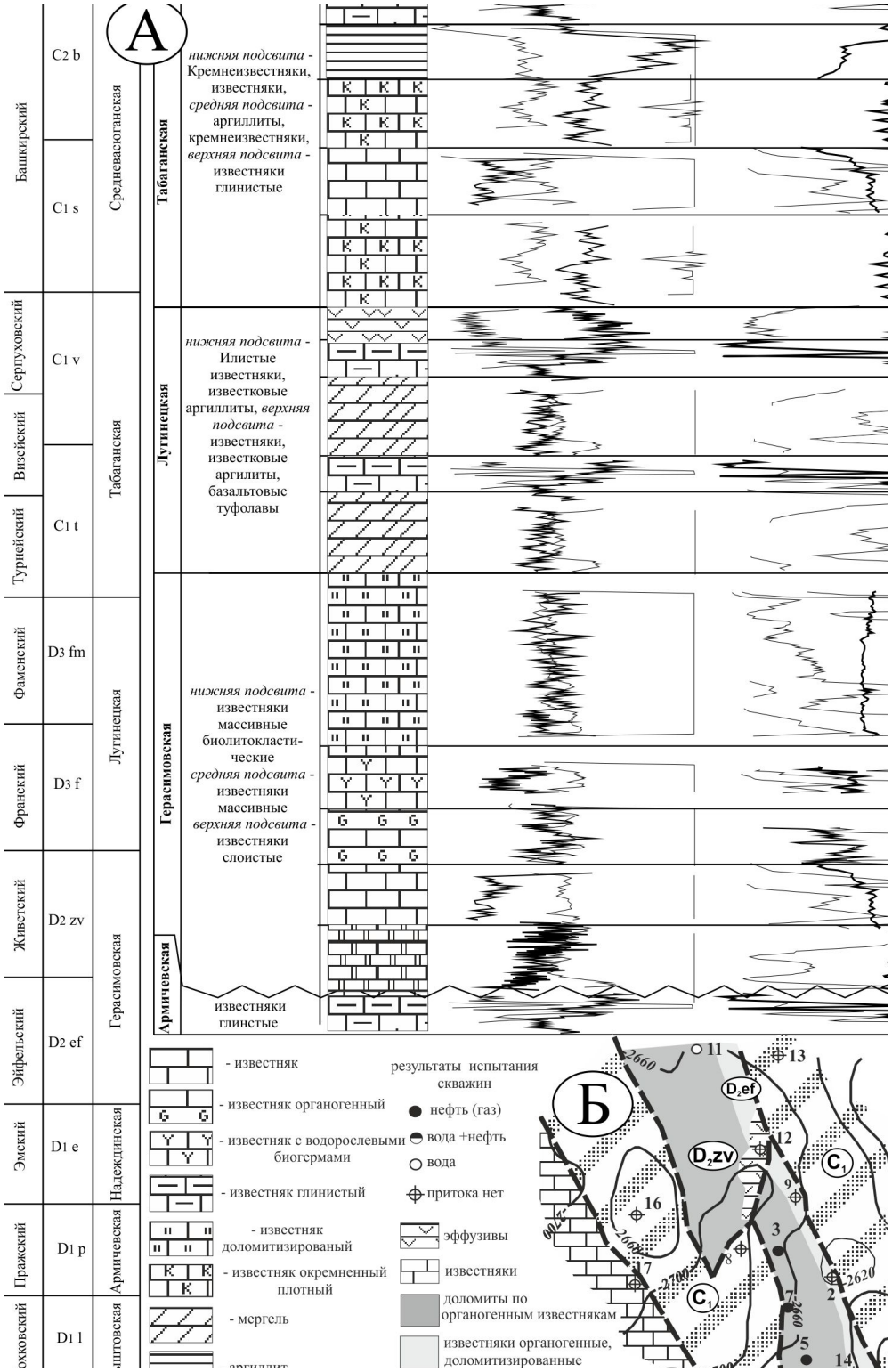


Рис. 1. Каротажная характеристика пород палеозоя (А) и геологическая схема кровли фундамента (Б) Северо-Останинской площади

Литература

1. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Методы изучения зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений на примере литолого-геофизических исследований Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Нефтегазовая геология, 2015. – № 21. – С. 53 – 63.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.С. Гарсия Бальса, Г.Ф. Ильина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северо-Останинское месторождение расположено в пределах Нюрольского нефтегазоносного района Томской области. В тектоническом отношении структура приурочена к структурному мысу, осложняющему юго-западную периклиналь Юбилейного поднятия в зоне его сочленения с юго-западным погружением Пудинского мегавала. За основу принята блоково-тектоническая модель, разработанная В.С. Сурковым, О.Г. Жеро и др. [3].

В геологическом строении месторождения принимают участие карбонатные палеозойские и терригенные мезозойско-кайнозойские отложения платформенного терригенного чехла.

Палеозойские отложения вскрыты в 17 скважинах и представлены преимущественно карбонатными (известняки, доломиты, доломитизированные известняки) и глинисто-кремнистыми породами.

Существует несколько мнений и взглядов на геологическое строение залежи палеозойских отложений месторождения. По мнению Тищенко Г.И. и др. (1985), Северо-Останинская структура приурочена к структурно-тектоническому блоку, расположенному в зоне сочленения северо-восточной части Межовского срединного массива и Васюган-Пудинского инверсионного антиклинория. В пределах залежи выделена антиклинальная складка северо-западного простирания, осложненная в замковой части двумя мелкими складками северо-западного простирания. По отражающему горизонту $Ф_2$ структура представляет собой моноклиналь, повышающуюся в направлении от Останинского и Западно-Останинского выступов в сторону Юбилейного поднятия. В пределах блока, где выявлена нефтеносность, на поверхности несогласия прослеживаются карбонатные отложения силурийского возраста и девона-раннего карбона.

По мнению А.Э. Конторовича и др. (1995), зоны углеводородов в пределах структуры приурочены к зонам дробления, сформировавшимся на пересечении разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Залежь углеводородов контролируется с запада и юга дизъюнктивными нарушениями, с востока – литологическим экраном образований раннего девона (глинистые известняки, аргиллиты). Складчатое и блоковое строение палеозойских отложений обеспечило выход на домезозойскую поверхность разновозрастных формаций от силурийского возраста до раннего карбона.

Палеогеографические и фациальные особенности позволяют высказать предположение, что в пределах акватория девонского моря могли существовать благоприятные обстановки для формирования рифов различного типа. Наиболее подходящие условия для их роста могли возникать на границе депрессионных и отмельных зон, на границе троговых систем и шельфа, а также внутри шельфовой области и отмельных зон.

По В.И. Краснову, Г.Д. Исаеву и др. (1988), наиболее древними, вмещающими промышленную нефть, на данной площади являются отложения силура. Северо-Останинская залежь приурочена к структурно-тектоническому блоку в зоне сочленения Нюрольской впадины и Пудинского мегавала.

В пределах рассматриваемого блока на поверхности несогласия прослеживаются карбонатные отложения в виде полос северо-западного простирания. В структурных построениях эти полосы разобщаются разломами, но, скорее всего, полосовидное распространение поверхности среза связано с денудацией складчатых структур палеозоя и выходом на поверхность разных по литологии и возрасту пород. Полосовидное строение Северо-Останинского блока отражается в поле граничных скоростей по данным корреляционного метода преломленных волн (КМПВ).

Продуктивная зона вскрыта скважинами № 3, 5, 7, и их продуктивность связана с кавернозно-трещиноватым типом коллектора, образованного при метасоматической доломитизации известняков [2]. Но данные по определению возраста продуктивной толщи не подтверждают силурийский возраст карбонатов. Вскрытые породы силурийского возраста не являются коллекторами, и притоков жидкости по ним практически не получено (скважина №2).

На данный момент фактически не существует однозначного мнения по поводу геологического строения месторождения, и автором предлагается возраст пород увязывать со структурно-тектоническим строением данного района.

Южнее и северо-восточнее основного продуктивного блока месторождения имеются зоны одновозрастных карбонатных пород, в пределах которых прогнозируются залежи УВ в виде «полос», приуроченных к карбонатным породам среднего девона.

Молодые отложения каменноугольного возраста и более древние раннедевонские и силурийские породы имеют большую глинистость и являются покрышкой для нефтяной залежи. Общий наклон кровли палеозойского фундамента обусловил сохранение залежи по восточной части выхода на поверхность продуктивных среднедевонских карбонатов. Зона развития одновозрастных пород в плане зависит от толщины продуктивной части (по продуктивным скважинам вскрытая толщина достигает 200 м и более), угла поверхности денудации, а также углов складчатости структуры. Соответственно площадь залежи в отдельных ее частях может изменяться в широких пределах [1].

Сделанные выводы основаны на анализе геолого-геофизического материала по проблеме нефтеносности месторождения, наработанные в разные годы, в том числе и по полученным данным по сейсморазведочным работам сейсмопартии 3/92-94, КМПВ, по результатам бурения скважин, а также определения возраста палеозойских пород.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что:

- тектонические нарушения в пределах месторождения образуют зону дробления пород без четкого вертикального смещения развития залежи;
- по породам-коллекторам нарушения играют роль зоны улучшения фильтрационно-емкостных свойств.

Литература

1. Ильина Г.Ф. Геологическая модель залежи углеводородов палеозойских отложений Северо-Останинского месторождения // Проблемы геологии и географии Сибири: материалы научной конференции, посвященной 125-летию основания Томского государственного университета и 70-летию образования геолого-географического факультета 2-4 апреля 2003 г. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – С. 268 – 269.
2. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 82 – 86.
3. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – Новосибирск, 1986. – С. 73.

ВЛИЯНИЕ ИНВЕРСИОННОЙ ТЕКТОНИКИ НА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

П.А. Горбунов
Научный руководитель С.В. Воробьев
Тюменский \индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

На протяжении мезозойского и кайнозойского этапов тектонического развития северная часть Западно-Сибирской плиты представляла собой область устойчивого погружения, сопровождавшегося заполнением осадочного бассейна терригенными породами. Заложение и развитие в триасе системы рифтов привело к раздробленности земной коры и возникновению серии межрифтовых блоков, к которым приурочены наиболее крупные и высокоамплитудные поднятия в отложениях осадочного чехла. В их пределах разрезы юры являются сокращенными по отношению к смежным рифтогенным прогибам. В меловое время, как рифты, так и межрифтовые зоны интенсивно погружались, в связи с этим в их пределах накапливались более мощные толщи осадков, чем на стабильных, удаленных от рифтов блоках. При этом заложение тектонических структур, контролирующих месторождения нефти и газа, произошло в позднетриасовое - раннеюрское время. Последующие тектонические и неотектонические движения мезозойского и кайнозойского времени обусловливали трансформации структур, определяя их морфологию, размеры и амплитуды.

На различных этапах развития осадочного бассейна периоды интенсивного прогибания неоднократно сменялись этапами воздымания, что нашло свое отражение в изменениях мощностей осадочных комплексов и в смещениях границ впадин и поднятий. При этом изменения направлений как вертикальных, так и горизонтальных тектонических движений были обусловлены блоковым строением доюрского комплекса.

По мнению М.Я. Рудкевича и др. исследователей [3], именно инверсионные тектонические движения, происходившие в процессе формирования и развития осадочного чехла, оказывали определяющее влияние на строение антиклинальных структур, контролирующих залежи многопластовых нефтяных и газовых месторождений, и на нефтегазоносность северной части Западно-Сибирской плиты в целом.

Для оценки влияния знакопеременных тектонических движений на нефтегазоносность в северной части Западной Сибири, авторами была разработана схема тектонической дислоцированности юрско-меловой части осадочного чехла. Построение схемы осуществлялось на основе комплексирования результатов сейсмических исследований и данных поисково-оценочного бурения. Авторами были построены региональные структурные карты масштаба 1:500000 по подошве осадочного чехла, а также по кровле средне-, верхнеюрских, неокомских, аптских, сеноманских и туронских отложений. На основании полученных данных по методике В.Б. Неймана [2] был построен набор карт изопахит, характеризующих накопление осадков в юрское, неокомское, аптское, альбское, сеноманское и постсеноманское время. Далее карты изопахит были перенормированы в интервале значений от -1 до +1. Первое число соответствует наиболее глубокопогруженным участкам палеовпадин, а второе – палеосводам положительных структур.

На следующем этапе выполнено последовательное суммирование всех преобразованных карт, с делением на количество сложений. В результате выполненных преобразований получена схема, характеризующая собой общую направленность тектонических движений в юрско-меловой этап тектонического развития северной части Западно-Сибирской плиты. При этом максимальные положительные значения интегрального параметра соответствуют областям, в пределах которых преобладали процессы воздымания территории, а минимальные – участкам погружения. Значения параметра, близкие к нулевым (от -0,1 до +0,1), отвечают областям инверсионного развития, характеризующимся наиболее частой сменой знаков тектонических движений в процессе развития седиментационного бассейна. Именно эти области характеризуются максимальной степенью тектонической дислоцированности в мезозойский этап развития территории. Анализ полученного распределения свидетельствует о том, что большинство месторождений УВ, открытых в северной части Западной Сибири, тяготеют к участкам с максимальной степенью тектонической дислоцированности отложений осадочного чехла.

Инверсионное развитие осадочного чехла Западно-Сибирского бассейна сопровождалось формированием макро- и микротрещиноватости горных пород. При этом тектонически ослабленные зоны представляли собой участки, предпочтительные для вертикальной миграции пластовых флюидов, сопровождавшейся перемещением нефти и газа в горизонтальных направлениях в процессе заполнения ловушек.

Характер площадного распределения газовых месторождений-гигантов, а также большинства месторождений нефти и газа, свидетельствуют о том, что в пределах северной части Западно-Сибирской плиты параметр тектонической дислоцированности юрско-меловой части осадочного может рассматриваться в качестве прогнозного критерия локализации залежей УВ в процессе проведения поисковых работ на нефть и газ [1].

Литература

1. Воробьев С.В., Горбунов П.А., Максименко О.В. Связь инверсионных тектонических движений и активированных ими флюидодинамических процессов с нефтегазоносностью севера Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Сборник научных трудов ООО «ТюменНИИгипрогаз» / Гл. ред. В.Н. Маслов. – Тюмень, 2017. – 198 с.
2. Нейман В.Б. Теория и методика палеотектонического анализа. – М: Недра, 1984. – 80 с.
3. Тектоническое развитие и нефтегазогеологическое районирование Западно-Сибирской провинции / М.Я. Рудкевич, Ю.М. Глухоедов, Е.М. Максимов и др. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1976. – 172 с.

УСТАНОВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ КАЙМЫСОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

А.М. Горшков, О.С. Ли-Ван-Хе
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Баженовская свита (БС) является уникальным и наиболее изучаемым геологическим объектом Западной Сибири. Залежи нефти в отложениях этой свиты рассматриваются как один из самых важных источников для восполнения ресурсной базы углеводородов России [4, 6]. Однако, несмотря на доказанную нефтеносность отложений баженовской свиты, на данный момент отсутствует единая методика поиска скоплений углеводородов в этой свите, способ геометризации ловушек, методика подсчета запасов и унифицированные способы разработки этих отложений [5].

Одной из основных причин является сложное геологическое строение БС. Характерной особенностью баженовской свиты является высокая степень неоднородности, как вещественного состава самой толщи, так и коллекторов в ней. Неоднородность вещественного состава связана с изменением содержания по разрезу глинистого, кремнистого, карбонатного и органогенного (до 10 – 25 %) вещества, обусловленного седиментационными факторами. В результате этого разрез представлен чередованием кремнистых, кремнисто-карбонатных, глинистых, карбонатно-глинистых и кремнисто-глинистых пород, в разной степени обогащенных органическим веществом [3, 7].

В работе [1] нами была показана возможность расчленения отложений БС в зависимости от распределения плотности пород по глубине залегания за счет применения метода GRI, реализованного в сланцевом пермеаметре SMP-200. Метод GRI [2] предписывает работу с дезинтегрированным керном, что позволяет использовать обломки пород и шлам для исследований петрофизических свойств отложений БС, а также достоверно определять фильтрационно-емкостные свойства ультранизкопроницаемых пород. Кроме того, в работе выявлено, что график зависимости изменения плотности пород с глубиной визуально коррелируется с радиоактивным каротажем на диаграммах ГИС.

В связи с этим, целью данной работы являлось установление корреляционных связей «ГИС–керн» для баженовской свиты в пределах Каймысовского нефтегазоносного района и определение уравнений регрессии.

Баженовская свита на данных ГИС отличается от вмещающего песчано-глинистого разреза по комплексу признаков (аномально-высокими показаниями методов сопротивления и гамма-каротажа, пониженными значениями плотности и повышенными – интервального времени и др.), отмечается и ярко выраженная изменчивость этих параметров по разрезу свиты. В связи с этим, несмотря на значительный объем проведенных исследований, для разреза баженовской свиты встречаются лишь единичные примеры корреляции физических параметров, полученных на каротажных диаграммах ГИС, и петрофизических свойств геологического разреза БС.

В качестве объекта исследования использовались образцы горных пород отложений баженовской свиты (пласт $Ю_0$), отобранные из поисковой скважины одного из месторождений юго-восточной части Каймысовского свода, а также диаграммы ГИС радиоактивного каротажа (гамма-гамма каротаж плотностной – ГГК-П, нейтронный гамма каротаж – НГК; нейтронный каротаж по тепловым нейтронам – НКТ). Кровля баженовской свиты в разрезе исследуемой скважины залегает на глубине 2662,0 м и перекрывается куломзинской свитой. Толщина баженовской свиты составляет 13 м.

Объемная плотность горных пород с естественной насыщенностью определялась модифицированным

методом жидкостенасыщения, разработанным в лаборатории «Геологии месторождений нефти и газа» (НИ ТПУ, г. Томск) для исследования дезинтегрированного керна. Все эксперименты по определению минералогической плотности на образцах с естественной насыщенностью проведены на сланцевом пермеаметре SMP-200, в основе которого лежит метод GRI [1, 2]. Открытая пористость рассчитывалась через значения полученных объемных и минералогических плотностей.

Для построения связи типа «ГИС–керн» на первом этапе проведена увязка глубины отбора образцов пород баженовской свиты с диаграммами ГИС (рис. 1).

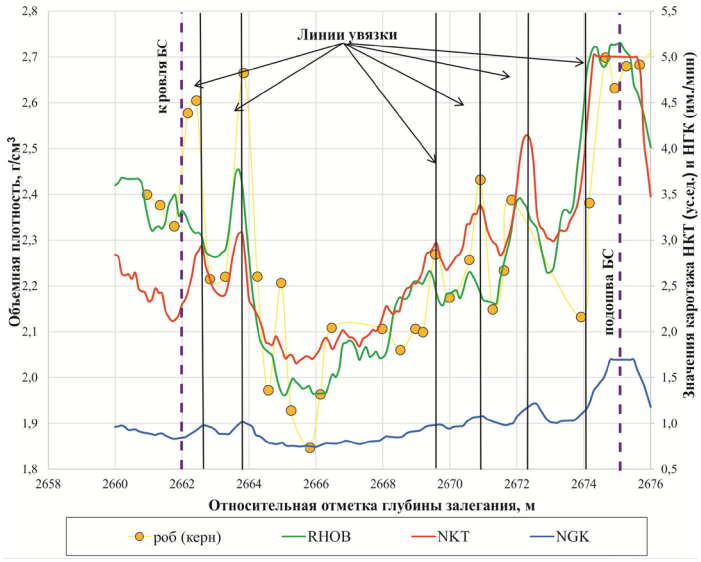


Рис. 1. Увязка значений объемной плотности керна с диаграммами ГИС

Среди всех используемых диаграмм методов ГИС, НКТ имеет более четкие локальные максимумы, в связи с чем, именно этот каротаж использовался в качестве основного для увязки керна по глубине. Из графика следует, что лабораторные данные объемной плотности достаточно хорошо коррелируются со значениями на диаграмме НКТ после совмещения. В результате интервалы взятия образцов керна были смещены на 1,4 м вниз по разрезу. Кроме того, на рис. 1 показано, что значения локальных максимумов на диаграммах ГИС (ГГК-П, НГК и НКТ) не совпадают между собой, что, вероятнее всего, связано с технологическими особенностями проведения ГИС и физическими особенностями методов (тип излучения, энергетический спектр регистрируемого излучения, конструкция измерительных зондов и т.д.).

На втором этапе проведен регрессионный анализ корреляционных связей «керн–керн» и «ГИС–ГИС» для повышения достоверности полученных результатов лабораторного и геофизического исследования горных пород баженовской свиты. Результаты анализа представлены в табл.

Таблица

Результаты регрессионного анализа корреляционных связей

Вид корреляционной связи	**Уравнение регрессии (достоверность аппроксимации, д. е.)**
Значения каротажа НКТ – значения каротажа НГК	$НГК$=0,18·$НКТ$+0,455 R^2=0,95
Значения каротажа НКТ – значения каротажа ГГК-П	$ГГК\text{-}П$=0,19·$НКТ$+1,734 R^2=0,53
Значения каротажа НГК – значения каротажа ГГК-П	$ГГК\text{-}П$=0,95·$НГК$+1,349 R^2=0,48
Объемная плотность – минералогическая плотность	$\rho_{мин}$=1,00·$\rho_{об}$+0,032 R^2=0,995

Из таблицы следует, что наиболее надежную корреляционную связь между собой имеют два нейтронных каротажа НКТ и НГК (достоверность аппроксимации R^2~1). Это объясняется тем, что коэффициент нефтенасыщенности баженовской свиты равен единице, следовательно, основной вклад в значения нейтронных методов ГИС вносят только водородосодержащие вещества (глинистые, органические), на которые оба каротажа реагируют одинаково. Единственное отличие этих методов в том, что метод НКТ сильно зависит от минерализации пластовой воды и химического состава промывочной жидкости, поэтому его проводят лишь в некоторых скважинах, удовлетворяющих данному ограничению. Таким образом, полученную зависимость можно будет использовать для дальнейшей интерпретации ГИС скважин, в которых проведен какой-то один из нейтронных методов каротажа. Также следует отметить, что ГГК-П удовлетворительно коррелируется с нейтронными методами, достоверность аппроксимации R^2~0,5. Из таблицы видно, что объемная и минералогическая плотности надежно коррелируются между собой (достоверность аппроксимации R^2~1). Этот факт указывает на корректность применения предложенных лабораторных методов для исследования ультранизкопроницаемых коллекторов баженовской свиты.

На следующем этапе были построены зависимости значений петрофизических свойств керна от значений радиоактивных методов ГИС для установления корреляционных связей «ГИС–керн» (рис. 2).

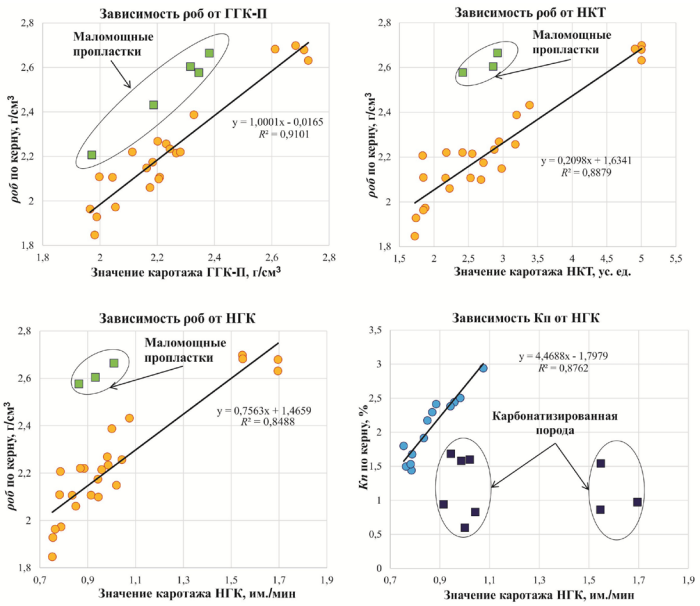


Рис. 2 График зависимостей петрофизических свойств керна от значений на диаграммах ГИС

На графике показано, что объемная плотность горных пород надежно коррелируется со значениями радиоактивных методов (достоверность аппроксимации $R^2 \geq 0{,}85$), что позволяет использовать эти зависимости для определения плотности пород баженовской свиты в пределах исследуемого месторождения. Однако на всех вышеупомянутых графиках есть несколько точек, значения которых выпадают из полученных зависимостей. Вероятнее всего, это связано с сильной неоднородностью геологического строения баженовской свиты, в результате чего маломощные карбонатизированные пропластки невозможно зафиксировать стандартными приборами, используемыми при записи радиоактивных методов ГИС.

Также в работе выявлена зависимость открытой пористости горных пород от значений на диаграммах НГК (достоверность аппроксимации $R^2 \geq 0{,}88$), однако данная зависимость работает только в узком диапазоне для относительно однородных по составу горных пород. Выпавшие значения соответствуют интервалу (2673,9 – 2676,9 м) горных пород баженовской свиты, представленных карбонатизированными аргиллитами. Карбонатизация пород и стала основным фактором уменьшения значения открытой пористости и отклонения от полученной зависимости.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что в исследуемом разрезе скважины были получены надежные корреляционные связи между петрофизическими свойствами (плотность, открытая пористость) горных пород баженовской свиты и значениями некоторых радиоактивных методов (ГГК-П, НГК и НКТ), которые могут быть использованы для интерпретации каротажных диаграмм ГИС. Следует отметить, что ввиду полиминеральности отложений БС, а также переменного содержания карбонатного и органического вещества полученные зависимости можно корректно применять лишь в небольшом диапазоне значений.

Для более детального изучения геологического разреза баженовской свиты в пределах Каймысовского нефтегазоносного района и выделения литотипов необходимо привлечение всей имеющейся геолого-геофизической информации (геохимические исследования, полный комплекс каротажных диаграмм ГИС), а также выявление и поиск новых нестандартных корреляционных связей «ГИС-керн».

Литература

1. Gorshkov A.M., Kudryashova L.K, Lee-Van-Khe O.S. Petrophysical rock properties of the Bazhenov Formation of the South-Eastern part of Kaymysovsky Vault (Tomsk Region) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. – Tomsk, 2016. – 012010, 6 p.
2. GRI–95/0496 Development of Laboratory and Petrophysical Technigues for Evaluating Shale Reservoirs/ Final technical report. – Gas Research Institute. Chicago, Illinois. October 1986 – September 1993.
3. N Nedolivko, T Perevertailo, Li Cunyi and R Abramova. Specific features of Bazhenov suite sediments in south-eastern Nurolsk sedimentary basin (Tomsk Oblast) // XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov ‘’Problems of Geology and Subsurface Development’’ 6–10 April 2015, Tomsk, Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015). – Tomsk, 2016. – 012014, 6 p.
4. Афанасьев И.С., Гаврилова Е.В., Бирун Е.М., Калмыков Г.А., Балушкина Н.С. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть», 2010.– № 4. – С. 20 – 25.
5. Карпов В.А. Еще раз о баженитах Западной Сибири (Об инвертном типе природного резервуара УВ в баженовской свите // Недропользование XXI век. – Москва, 2013. – № 3. – С. 70 – 77.
6. Лобусев А.В., Лобусев М.А., Вертиевец Ю.А., Кулик Л.С. Баженовская свита – дополнительный источник углеводородного сырья в Западной Сибири // Территория Нефтегаз, 2011. – № 3. – С. 28 – 31.
7. Павлова М.А., Сухорукова К.В., Глинских В.Н., Казаненков В.А. Интерпретация материалов геофизических исследований скважин нефтеносного разреза баженовской свиты: литотипы и их физические параметры // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2012. – Т. 1. – № 2. – С. 127 – 131.

.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАКТА ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ И БАРАБИНСКОЙ ПАЧКИ ПО ОБРАЗЦУ КЕРНА (СЕВЕРО-ПОКАЧЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Л.В. Губина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Северо-Покачевское нефтяное месторождение расположено на территории Ханты-Мансийского автономного округа в 110 км от города Нижневартовск. Относится к Вартовскому нефтегазоносному району Среднеобской нефтегазовой области. В тектоническом отношении месторождение приурочено к Северо-Покачевской моноклинали, осложняющей южную часть Северо-Вартовской мегатеррасы.

Объектом исследования данной работы является образец керна с хорошо распознаваемым контактом между васюганской свитой и барабинской пачкой. Особый интерес вызывают отложения трансгрессивной барабинской пачки, залегающие в подошве георгиевского горизонта. Основная особенность пачки – это формирование полного комплекса свойств осадка, характерного для ультрамелководных фаций, но на существенных глубинах [2].

Проведено поинтервальное макроскопическое описание образца. Всего выделено 5 интервалов (рис. 1).

Нижняя часть образца (васюганская свита) представлена чередованием слойков мелко- и крупнозернистого алевролитов черного и серого цвета.

Интервал 1. Алевролит мелко-крупнозернистый, достаточно хорошей сортировки. Слоистость отчетливая, пологоволнистая. В верхней части наблюдаются линзы размером 1,5 х 8 мм и 2 х 9 мм. Верхняя граница интервала ясная, неровная.

Интервал 2. Крупнозернистый алевролит, хорошо сортированный. Слоистость косоволнистая, непараллельная, слабосрезанная, однонаправленная. Толщина интервала увеличивается слева направо. Верхняя граница интервала четкая. Межслоевой диастемальный перерыв определен размывом ранее накопившихся отложений.

Интервал 3. Чередование слойков алевролита крупнозернистого серого цвета и мелкозернистого черного цвета. Сортировка хорошая. Слоистость пологоволнистая, в нижней части параллельная. Наблюдается канал отлива глубиной 5 мм (рис. 2). Границы слойков четкие, неровные, местами «махровые». Верхние слойки деформированы взмучиванием и представляют собой останец отложений васюганской свиты. Слоистость ясная, пологоволнистая, непараллельная, слабосмещенная. В правой части слоистость нарушена ходом *Skolithos* (рис. 2), заполненным отложениями барабинской пачки. Ближе к контакту расположены эллипсоидальные конкреции пирита со средним диаметром 4 мм.

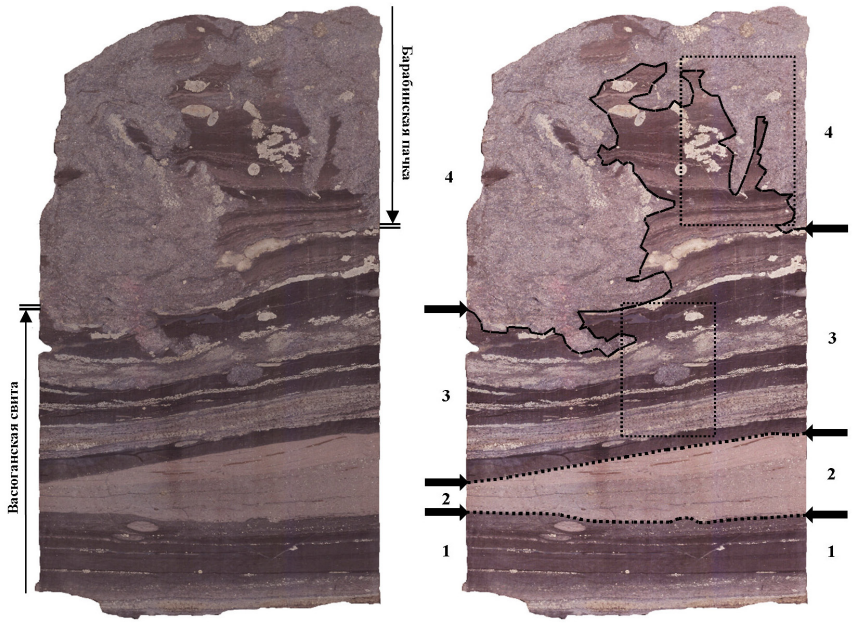


Рис. 1. Сканированное изображение образца. Слева – интервалы васюганской свиты и барабинской пачки; справа – выделение интервалов (контрастность +20%) и увеличенных фрагментов (прямоугольники) в образце

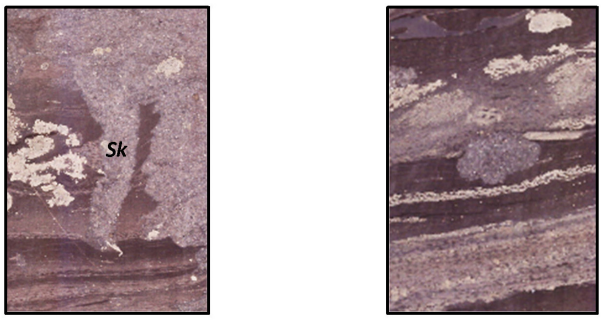


Рис. 2. Увеличенные фрагменты. Слева – ход Skolithos, справа – канал отлива

Интервал 4. Мелкозернистый песчаник барабинской пачки, среднесортированный, зеленовато-серого цвета. Текстура взмучивания.

Контакт между породами васюганской свиты и барабинской пачки резкий. Форма контакта неровная, вогнутая. Размыв ранее накопившихся осадков васюганской свиты связан с быстрым изменением обстановки. Перерыв в осадконакоплении довольно значительный.

Микроскопическое изучение показало, что породы относятся к аркозовым. Содержание минералов в шлифах: кварца – 53-67%,полевых шпатов – 28-42%,обломков пород – 2-5%.

Гранулометрический анализ производился путем измерения поперечников зерен в 3 шлифах. Для васюганской свиты произведено три подсчета, для барабинской пачки – два. Под микроскопом со 100-кратным увеличением в каждом шлифе подсчитано в среднем 500 зерен. По результатам анализа (таблица) средний размер частиц отложений васюганской свиты соответствует границе между мелкозернистой и крупнозернистой алевролитовой фракцией. Алевролит хорошо сортированный. Отрицательные значения асимметрии говорят о преобладании тонкозернистых классов, а более крупнозернистые составляют «хвосты» распределений. Отложениям барабинской пачки соответствует мелкозернистая псаммитовая фракция. Песчаник средне сортированный. Положительные значения асимметрии показывают, что преобладают классы с большей размерностью частиц, а тонкозернистые составляют «хвосты» распределений. Значения эксцесса во всех шлифах положительные и характеризуются значительной степенью выпуклости кривой распределения.

Таблица

Базовые величины интерпретации

Стратиграфическое подразделение	Хср (γ)	Хср (мм)	Коэффициент сортировки (σ)	Асимметрия (А)	Эксцесс (Е)
Васюганская свита	15,24-15,60	0,03	0,97-1,31	-1,69- -1,30	1,42-4,77
Барабинская пачка	7,10-7,60	0,17-0,19	1,91-2,57	0,71-1,00	0,86-1,23

По результатам исследования можно сделать вывод, что седиментация происходила в четыре этапа. В течение первого этапа формировались слоистые отложения васюганской свиты. Осадконакопление происходило в прибрежных, мелководных условиях. Слоистость образовалась вследствие приливно-отливного режима осадконакопления. Отложениям васюганской свиты соответствует фация глинисто-алевритовых осадков приливно-отливной зоны (ватты) (БПВ).

На втором этапе отложения васюганской свиты были нарушены вертикальной норкой представителя ихнорода Skolithos (рис. 2), которая образовалась в частично закрепленном плотном грунте. Поверхность ненакопления (omissionsurface)соответствует форме плотного дна (firmground) [1].

Во время третьего этапа произошел размыв уже консолидированных, но еще пластичных отложений васюганской свиты. Однозначно распознаваемый контакт между стратиграфическими подразделениями подчеркивается резким отличием их гранулометрических и макроскопических характеристик. Отложениям барабинской пачки соответствует фация подвижного приберегового мелководья (БММ).

Четвертый этап характеризуется проявлением вторичных процессов – пиритизацией, особенно интенсивной на контакте свит.

Литература

1. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геол. ин-т Ак. наук Чешской Респ., 2006. – 112 с.
2. О генезисе «базальных» пластов средне-позднеюрских трансгрессий в Западно-Сибирском осадочном бассейне / П.А. Ян, А.Л. Бейзель, Л.Г. Вакуленко и др. // Литологические аспекты геологии слоистых сред: мат-лы 7-го Уральского литол. сов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – С. 297 – 299.

ПРИРОДА АНОМАЛЬНО ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Е.С. Деева

Научный руководитель заведующий сектором М.В. Шалдыбин

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

Отложения баженовской свиты, развитые во внутренних районах Западно-Сибирского осадочного бассейна, занимают более 50 % его территории и изучаются с 1960-х годов. Несмотря на более чем полувековую историю изучения этих пород, место для новых открытий всё еще остаётся. В последнее время в связи с возросшим интересом к исследованию сланцевой нефти отложения баженовской свиты стали рассматриваться в качестве коллектора.

Стандартный комплекс первичных исследований сопровождается фотографированием керна в ультрафиолетовом освещении. В результате чего в разрезе баженовской свиты были обнаружены аномально люминесцирующие прослои преимущественно глинистого состава мощностью от нескольких мм до 1 см (рис. 1). Выделенные прослои были отмечены в разрезах многих скважин Томской области и ХМАО, вскрывших породы баженовской свиты. Более ранними исследованиями выявленные прослои изучены не были, что обусловливает актуальность проведенной работы.

Целью исследования является выяснение природы аномально люминесцирующих глинистых прослоев.

Основной задачей исследования являлось комплексное изучение состава глинистой фракции люминесцирующих прослоев. Образцы из выделенных участков исследовались методами рентгенофазового анализа, инфракрасной спектрометрии, термического и элементного анализа, методом пиролиза по технологии Rock Eval и петрографического анализа.



Рис. 1. Прослои в породах баженовской свиты с аномально люминесцирующим свечением в ультрафиолетовом свете

Первоначально характер и природа свечения связывались либо с нефтенасыщением, либо с возможным присутствием в породах карбонатного материала. По данным проведенного валового рентгенофазового анализа в составе изучаемых образцов содержание карбонатных минералов не превышает примесного содержания (не больше 5%). Для подтверждения причины свечения за счет углеводородов (УВ) было произведено экстрагирование образца. После экстрагирования свечение осталось, в связи с чем предполагается, что аномальное свечение не связано с присутствием УВ.

Далее для выяснения причин свечения был произведен ступенчатый нагрев образца в порошке с последующим фотографированием в дневном и ультрафиолетовом свете. Анализ фотографий показал, что свечение исчезает при нагреве 500-600ºС.

Свечения не обусловлено наличием карбонатных минералов или присутствием углеводородов, а предположительно связано с глинистой минеральной частью, т.к. пропадает с началом температурного разложения глинистых минералов: каолинита и иллит-смектита.

Для определения точного состава глинистой фракции пород, отобранных из прослоев с аномальным свечением, был проведен рентгенофазовый анализ. По результатам анализа глинистой части породы имеют следующий состав: каолинит, а также иллит, который на дифрактограммах имеет небольшое смещение от своего первоначального местоположения. Для иллита характерно первое базальное отражение на 9.98 Å (по справочным данным), а на полученных нами – 11.3 Å, что дает основание полагать, что кристаллическая решетка иллита изменена. При детальном изучении обнаружилось наличие группы смешаннослойных минералов иллит – смектит.

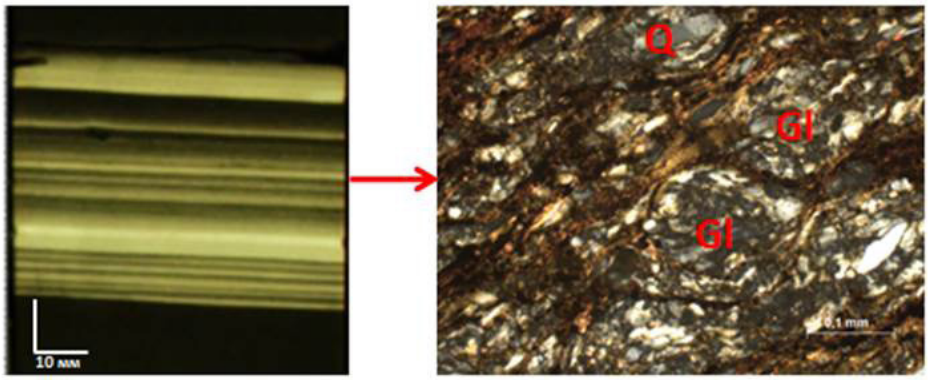


Фото в ультрафиолетовом свете Николи скрещены

Рис. 2. Микрофотография шлифа из аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты: Q – зерна кварца, GL – вулканическое стекло

Исследования глинистой части методами инфракрасной спектроскопии и термического анализа показали наличие в группе смешаннослойных минералов ряда иллит-смектит аммониевой группы, а также органоминеральных азотсодержащих соединений. Согласно результатам проведенного элементного анализа, содержание азота в образцах отличается при различных съемках одного и того же образца. Предположительно, это связано с неравномерным замещением ионов калия аммонием в структуре иллита (минерал тобелит).

На возможность нахождения аммониевой группы в структуре иллита существуют разные точки зрения. Одна из них связывается с высвобождением аммиака, выделяемого из органического вещества в процессе диа- и катагенеза [1]. По мнению Higashi, образование аммоний содержащего минерала тобелита происходит при гидротермальном изменении риолитового туфа [3]. Другие исследователи считают, что в горизонтах, отличающихся присутствием нефти в пласте, происходит миграция NH_3 из керогена в межслоевые промежутки смектита и иллита, где он затем необратимо фиксируется [2].

Природу образования люминесцирующих прослоев, предположительно, можно отнести к вулканической. В подтверждение теории о вулканической природе образования указывают данные проведенного петрографического анализа и пиролитического метода. Об этом свидетельствуют специфические микротекстуры и остатки вулканических стекол, видные под оптическим микроскопом (рис. 2). По результатам пиролитического метода Rock Eval отмечается низкое содержание углеводородов и керогена в исследуемых образцах, также для пород характерен повышенный кислородный индекс, что также может указывать на образование прослоев с тобелитом за счет накопления и преобразования пирокластического материала.

Подводя итог, можно сказать, что прослои с аномально люминесцирующим свечением в ультрафиолетовом свете выделены во многих скважинах Томской области. Природа свечения не связана с наличием карбонатных минералов или нефтенасыщением пород, а предположительно связана с наличием азотсодержащих соединений в составе глинистой минеральной части. Происхождение таких прослоев предположительно обусловлено вулканическими событиями и преобразованием пирокластического материала в диагенезе.

При дальнейших исследованиях проведение корреляции прослоев с аномальным свечением на территории Томской области и в целом Западно-Сибирского региона позволит использовать эти прослои как дополнительный региональный репер для восстановления палеогеографической истории формирования баженовской свиты в свете ее огромного значения как источника углеводородов.

Литература

1. Глинистые минералы – индикаторы нефтегазового потенциала меловых пород арктического бассейна / В.В. Крупская, А.А. Крылов, А.В. Гаршев, В.Н. Соколов // Естественные и технические науки, 2009. – №3. – С. 171 – 174.
2. Tobelization of smectite during oil generation in oil-source shales. Application to North Sea illite-tobelite-vermiculite / Drits V.A., Lindgreen H., Sakharov B.A., Jakobsen H.J., Salyn A.L., Daninyak L.G. // Clays and Clay Minerals, 2002. – Vol. 50. – P. 82 – 98.
3. Higashi S. Tobelite, a new ammonium dioctahedral mica // Miner. J. – 1982. – Vol. 11. – P. 138 – 146.

ОЦЕНКА МИГРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В БИТУМОИДАХ ПОРОД СЕМИЛУКСКОГО ГОРИЗОНТА МАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Дергунова

Научный руководитель заведующая лабораторией Ф.Ф. Носова

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

Углеводороды (УВ) нефти являются продуктами стадийного преобразования органического вещества (ОВ) в недрах. Поэтому для достаточного уровня и объема исследований ОВ пород и нефти должен быть использован широкий комплекс аналитических геохимических исследований [2]. В этой связи подробное изучение их состава и строения позволяет определить процессы и условия связанные как с образованием УВ нефтяного ряда, так с формированием залежей нефти и газа [3]. Всё это было использовано при изучении состава и строения соединений в составе битумоидов пород отложений Северо-Татарского свода.

Для исследования было взято 25 образцов битумоидов, экстрагированных из пород семилукского горизонта. Интервал отбора керна составил 1662,0-1685,0 м.

Цель исследования – выявление миграционных УВ в составе битумоидов пород семилукского горизонта.

Для выявления миграционных углеводородов в составе битумоидов ОВ сланцев была использована методика, основанная на оценке характера молекулярно-массового распределения (ММР) соединений, имеющих гомологические ряды широкого состава. Каждый из них имеет свой специфический характер, отражающий как генетические особенности нефтематеринского вещества и стадии его преобразования, так и миграционно-аккумуляционные условия формирования их в недрах. Как показали исследования, общая закономерность в ММР связана с равномерно убывающим характером н-парафинов в интервале C_{18}-C_{36} с увеличением их молекулярного веса. Всё это хорошо отражено на рисунке, где приведено распределение н-парафинов по 9-ти наиболее представительным образцам битумоидов. Кроме этого, в каждом гомологическом ряду присутствуют свои специфические особенности, что позволило сгруппировать образцы по следующим признакам:

- наличие в ряду концентрационного максимума, приходящегося на соединения состава C_{16} и C_{18};
- доминирование соединения состава C_{26} над сопредельными;
- отсутствие каких-либо закономерностей в распределении на фоне равномерного убывания членов ряда.

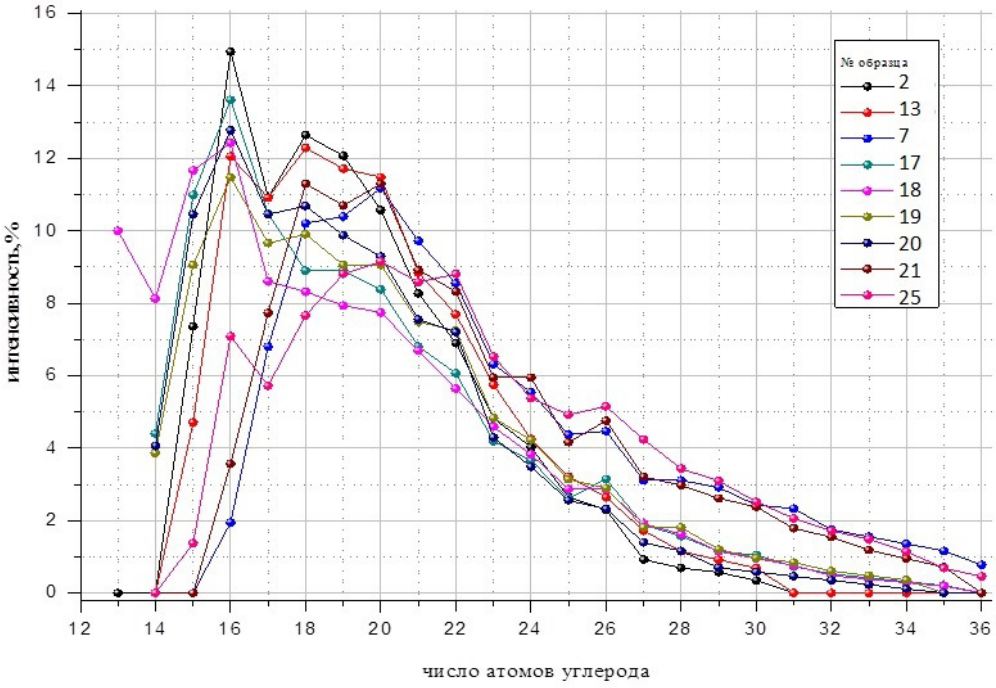


Рис. Молекулярно-массовое распределение н-парафинов в составе экстрактов пород

В молекулярно-массовом распределении гомологического ряда н-парафинов состава C_{14}-C_{36} наблюдаются две зоны разной генетической природы. Первую зону представляют соединения состава C_{14}-C_{18}. Вторая зона является наиболее представительной по составу от C_{18} до C_{30} и выше. Наиболее подробно они были исследованы на примере 9-ти образцов. Максимальное содержание н-парафинов состава C_{16} и C_{18} выявлено в образцах

№№ 2, 17, 20, где соединения C_{16} доминируют над соединениями C_{18}. Далее в образцах 18 и 19 содержание C_{16} и C_{18} уменьшается, но превышение C_{16} над C_{18} сохраняется. В образце 3 содержание C_{16} и C_{18} примерно равно, превышения C_{16} нет, а в образцах 7 и 8 в интервале C_{14}-C_{20} бимодальное распределение уже отсутствует вследствие низкого содержания C_{16} и C_{18}.

По наличию концентрационного максимума в ряду, приходящегося на соединения состава C_{16} и C_{18}, исследованные образцы расположились в следующем порядке: 2 – 17 – 20 – 18 – 19 – 13 – 25 – 7 – 21. В данном ряду наиболее резко отличаются друг от друга его крайние члены – образцы №№ 2 и 21. Различие в ММР н-парафинов указывает на наличие миграционного процесса, на привнос в породы семилукского горизонта углеводородов, которые генетически не связаны с сингенетичным органическим веществом данных пород, а также на наличие смешения миграционных и сингенетичных углеводородов в различных участках разреза изучаемых отложений.

Для подтверждения данного предположения были использованы результаты определения группового состава битумоидов и данные газожидкостной хроматографии (ГЖХ) битумоидов, а также пиролитические исследования пород семилукского горизонта.

По данным газожидкостной хроматографии, в высокоуглеродистых породах семилукского горизонта присутствует как минимум два типа углеводородов – сингенетичное ОВ и миграционные.

Разделение битумоидов по методике ММР и данным газожидкостной хроматографии хорошо согласуется с результатами определения их группового состава. Если по всем 25-ти исследованным образцам среднее значение содержания масляной фракции составляет 19,6%, то для образцов, содержащих миграционные углеводороды, оно равно 22,16%, а в образцах, где миграционная составляющая почти отсутствует, – 12,73%. В образце 2 доля масляной фракции достигла 31,13%, а в образце 21 – в два раза меньше, всего лишь 15,2%.

Различие битумоидов по наличию в них миграционной составляющей подтверждается также данными пиролитических исследований. Сравнение образцов по наличию в них миграционных углеводородов может быть осуществлено через коэффициент m, суть которого заключается в приведении объема легких миграционных УВ (удаленных при экстракции) к начальному значению TOC образца. Этот коэффициент позволяет оценить количество в образце легких УВ (которые легко удаляются при экстракции образца) независимо от содержания в породе общего органического углерода (поскольку с ростом TOC значение S_1 будет закономерно увеличиваться). Наибольшие значения коэффициента m не соответствуют образцам с высоким содержанием органического вещества, поскольку отражают миграционный характер легких УВ. Максимальные значения m отмечены в битумоидах образцов №№ 17 и 20, где по данным ММР присутствуют миграционные УВ. Минимальное значение коэффициента m отмечено для образца 21, где миграционных УВ согласно ММР практически нет.

Таким образом, дифференциация образцов по наличию миграционной составляющей в битумоидах, выявленная по данным ММР однозначно подтверждается результатами ГЖХ и пиролиза. Необходимо отметить, что установленный факт наличия миграционных УВ в породах семилукского горизонта, подтверждает предположения о масштабах миграции УВ в пределах Майского месторождения.

Соотношение суммы низкомолекулярных соединений к исходному C_{40} позволяет оценить миграционный характер данных соединений [1]. В исходном ОВ содержание C_{40} всегда высокое, что указывает на его сингенетичный характер. В процессе миграции низкомолекулярные соединения наиболее подвижные, что сказывается на значительном увеличении их в составе нефти или ОВ пород. В образцах с высоким содержанием миграционных компонентом молекулярного соединения C_{40} не отмечается, или присутствуют на фоновом уровне.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Выполненные исследования показали высокую эффективность использования закономерностей молекулярно-массового распределения углеводородов в комплексе геохимических исследований сложных природных объектов.
2. Использование методики ММР позволило дифференцировать битумоиды ОВ семилукского горизонта по наличию в них миграционной составляющей (УВ, генетически не связанные с ОВ семилукского горизонта). В породах семилукского горизонта присутствуют как сингенетичные битумоиды, так и миграционные углеводороды, имеющие иной источник генерации.
3. Результаты, полученные по методике ММР, хорошо согласуются с групповым составом битумоидов, а также с результатами ГЖХ и пиролитических исследований.

Литература

1. Бочкарев. В.А., Остроухов С.Б., Крашакова А.В. Изучение возможности полного извлечения трудноизвлекаемой нефти // Вестник Волгоградского университета, 2012. – Серия 10. – Вып. 7. – С. 57 – 61.
2. Каюкова Г.П., Романов Г.В., Плотникова И.Н. Геохимические аспекты исследования процесса восполнения нефтяных залежей // Георесурсы, 2012. – №5 (47). – С. 37 – 40.
3. Плотникова И.Н., Салахитдинова Г.Т., Носова Ф.Ф. Геохимические критерии локализации участков восполнения нефтяных залежей // Нефтяное хозяйство, 2014. – Вып. 3. – С. 84 – 87.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НЕФТЕНОСНОСТИ ТУРКМЕНСКОЙ ЧАСТИ АМУДАРЬИНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

Д. М. Джораев
Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Современное состояние начальных промышленных и перспективных запасов нефти, принятых на государственный баланс по Центральному и Восточному Туркменистану, включает 7 месторождений. Из них 4 (Йылаклы, Мыдар, Гутлаяк и Г.о. Кырк) расположены в Центрально-Туркменской газовой области, 1 (Яшылдепе-1) – в Туркменабатской (Чарджоуской) газонефтяной области и 2 (Тагтабазар-1 и Тек-Тек) – в Бадхыз-Карабильской области. Это в основном мелкие и небольшие по запасам нефтегазоконденсатные и нефтегазовые месторождения. Суммарные начальные запасы нефти по этим месторождениям составляют по категориям $A+B+C_1$ 35590/11783 тыс. т (геологоческие/извлекаемые) и C_2 – 9538/2846 тыс. т. Накопленная добыча нефти по состоянию на 01.01.2013 г. равна 2472,8 тыс. т.

Прогнозные ресурсы нефти платформенной части Туркменистана по состоянию на 01.01.1979 г. составляли величину 555 млн. т (геологические). Из этого количества извлекаемые ресурсы составляют 195 млн. т, при этом 76% прогнозных ресурсов приходятся на верхнеюрские отложения. В территориальном отношении основная часть ресурсов приходится на Мургабскую (32 %), Предкопетдагскую Центрально-Туркменскую (25 %) и Чарджоускую (20 %) газоносные области (таблица 1).

Таблица 1

Начальные запасы нефти, принятые на государственный баланс по месторождениям Амударьинской ГНО (Центральный и Восточный Туркменистан)

№	Год открытия	Наименование газонефтеносных областей и месторождений	Начальные запасы		Накопленная добыча, тыс. т.	Состояние место-рождения
			$A+B+C_1$	C_2		
1	1991	Центрально-Туркменская ГО: Йылаклы, НГК	4198 1313		68	в разработке
2	2001	Мыдар, НГ	15462 4638	6380 1914	52	в азработке
3	2002	Гутлаяк, НГК	1773 531	661 183		в разведке
4	1990	Юж. Кырк, НГК	860 258	2497 749		в разведке
5	1985	Туркменабатская (Чарджевская) ГНО: Яшылдепе-1, НГК	8520 3610		2348	в разработке
6	1999	Карабиль-Бадхызская ГНО: Тахтабазар-1, НГК	4106 1232		4,8	в разработке
7	1999	Тек-Тек, НГ	671 201			в разведке
		Всего:	**35590 11783**	**9538 2846**	**2472,8**	

Нужно учитывать то обстоятельство, что собственно нефтяные залежи и месторождения в пределах этих территорий на указанные даты не были выявлены. Это ограничивало возможности привлечения внутренних эталонов для расчета запасов традиционными методами, поэтому было принято решение об оценке ресурсов нефти, исходя из общегеологических соображений и аналогии с распределением средней плотности ее ресурсов, приходящихся на 1 км площади по месторождениям Западного Узбекистана. Для получения величины прогнозной оценки площадь каждого отдельно взятого района перемножалась на удельную плотность запасов нефти и поправочный коэффициент, взятые по аналогии с сопредельной территорией Западного Узбекистана. Суммарная прогнозная оценка геологических ресурсов нефти по категории $Д_2$, проведенная таким образом, составила цифру 561,8 млн. т.

Для контроля указанной величины прогнозных ресурсов был использован способ, ранее применявшийся в работе В.С. Вачегова и др. В этой прогнозной оценке при расчетах величины ресурсов нефти на рассматриваемой территории учитывалось соотношение газа и нефти, как один к девяти, исходя из статистики тех лет по нефтегазоносным провинциям бывшего Советского Союза. По данным О.П. Четвериковой, по Туранской плите выход углеводородов (УВ) составляет 220-260 млрд. т условного топлива. Выход газа, по их оценке, в среднем в пять раз выше выхода жидких УВ. Прогнозные геологические ресурсы, рассчитанные по этому соотношению, составили 624,8 млрд. т нефти.

Таким образом, по Амударьинской газонефтяной провинции (ГНП) – Центральный и Восточный Туркменистан – подсчитанные прогнозные ресурсы (геологические) составляют на 01.01.1979 г. 555 млн. т, на 01.01.1984 г. – 561,8 млн. т, по соотношению выхода газообразных и жидких УВ – 624 млн. т.

При этом следует отметить, что приведенные оценки ресурсов нефти были выполнены, когда на исследуемой территории не было открыто ни одного месторождения. Вместе с тем, открытие на границе Восточного Туркменистана и

Западного Узбекистана (Правобережье реки Амударьи) Кокдумаланского нефтегазоконденсатного месторождения (в 1985 г.) с запасами нефти в целом по последней оценке 54,299 млн. т (запасы нефти Туркменской части Яшылдепе-1 составляют 8,520/3,610 млн. т) свидетельствует о возможности выявления нефтяных залежей на различных участках и в Туркменской части Амударьинской ГНП. С другой стороны, отсутствие других характерных эталонных месторождений на большей части исследуемой территории исключает возможность проведения объективной оценки локализованных ($С_3$ и $Д_1$ лок.) ресурсов нефти.

В настоящее время в пределах платформенных территорий установлен ряд нефтегазоконденсатных и нефтегазовых месторождений (таблица 1), а также получены признаки нефтеносности из отложений Гаурдакской свиты (межсолевые доломиты – Ёлотенский горизонт) на площадях Гунорта Ёлотен и Сейраб. Это привело к пересмотру прогнозных ресурсов нефти. Было предложено два варианта подсчета запасов. По первому варианту начальные суммарные ресурсы нефти по Туркменской части Амударьинской ГНП составляют 818,53/234,86 млн. т (таблица 2), а по второму варианту (таблица 3) она приблизительно в 3 раза меньше и равна 270,13/82,21 млн. т. Как видно из приведенной таблицы, по второму варианту оценка ресурсов нефти представлена с занижением, а по Унгуской ГО и Мургабской ГО вовсе не представлена.

Необходимо отметить, что приведенная оценка прогнозных ресурсов нефти была выполнена по меловым, юрским и пермо-триасовым отложениям включительно до глубины 7,0 км.

Таблица 2

Перспективные и прогнозные ресурсы нефти по Амударьинской ГНП (Центральный и Восточный Туркменистан) – первый вариант

№	Элементы нефтегазогеологического районирования	Ресурсы млн. т (геологические/извлекаемые)			
		Перспективные	Прогнозные		Сумма
		$С_3$	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1+Д_2$
		на 01.01.2013	на 01.01.2001		
1	Центрально-Туркменская ГНО	42,0/12,64	68,0/20,56	40,0/12,0	108,0/32,56
2	Бовридешик-Хивинская ГО		5,8/1,74	26,75/8,02	32,55/9,76
3	Унгузская ГО			1,75/0,52	1,75/0,52
4	Туркменабадская (Чарджоуская) ГНО			33,9/10,17	33,9/10,17
5	Мургабская ГО			397,6/119,28	397,6/119,28
6	Бадхыз-Карабильская ГНО		17.6/5.3	100,0/30,0	117,6/35,3
	Всего по Амударьинскои ГНП:	**42,0/12,64**	**91,4/27,6**	**600,0/179,99**	**691,4/207,59**

Таблица 3

Перспективные и прогнозные ресурсы нефти по Амударьинской ГНП (Центральный и Восточный Туркменистан) – второй вариант

№	Элементы нефтегазогеологического районирования	Ресурсы млн. т (геологические/извлекаемые)			
		Перспективные	Прогнозные		Сумма
		Сз	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1+Д_2$
		на 01.01.2013	на 01.01.2006		
1	Центрально-Туркменская ГНО	42,0/12,64	44,2/13,23	23,6/7,1	67,8/20,36
2	Бовридешик-Хивинская ГО		5,8/1,74		5,8/1,74
3	Унгузская ГО				
4	Туркменабадская (Чарджоуская) ГНО			91,8/27,54	91,8/27,54
5	Мургабская ГО				
6	Бадхыз-Карабильская ГНО		17,6/5,3		17,6/5,3
	Всего по Амударьинской ГНП:	**42,0/12,64**	**67,6/20,3**	**115,4/34,64**	**183,0/54,94**

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

П.П. Дорогов
Научный руководитель главный специалист Е.А. Маркушина
ООО «НК «Роснефть» – НТЦ», г. Краснодар, Россия

Керновый материал является достоверным источником информации о свойствах пород-коллекторов. Комплексные исследования керна с выделением основных литолого-петрофизических единиц и с учетом интерпретации данных ГИС являются основой для успешного моделирования седиментационных систем резервуаров углеводородного сырья. Кроме того, аналитическая интерпретация полученных результатов позволяет спрогнозировать не только пространственное распределение крупных перспективных площадей, но и выделить маломощные седиментационные ловушки. Подобные исследования необходимы и для продуктивных горизонтов месторождений Ставропольского края, где развиты маломощные седиментационные ловушки с высокими рисками прогноза коллекторов.

Исходя из этого, объектом исследования стал керновый материал среднеюрских отложений из скважин № 400 и № 430 Величаевско-Колодезного месторождения и № 401 Зимне-Ставкинского месторождения. В научной работе была поставлена цель – выделить литологические единицы разреза и установить связь внутреннего строения пород с их фильтрационно-емкостными свойствами. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить литологический состав керна с выделением литотипов.
2. Оценить фильтрационно-емкостные свойства основных литотипов.
3. Обозначить основные литологические признаки, повлиявшие на формирование коллекторов.

Отложения изучаемого разреза представлены чередованием гравелитов и песчаников. В подчиненном количестве присутствуют прослои алевролитов и аргиллитов, а также карбонатизированные разности (гравелиты, песчаники и алевролиты в различной степени известковистые).

На основании проведенных литологических исследований в разрезе среднеюрских отложений было выделено 4 основных литотипа.

По генетическим признакам пород можно предположить, что изученные отложения сформировались на стыке подводной и надводной частей дельтового комплекса. Гравелиты и песчаники формировались, вероятно, в зоне активной волновой деятельности, в ходе чего происходило отделение обломочного материала от глинистого, а в некоторых образцах привело к практически полному отсутствию последнего.

На отобранных образцах кернового материала среднеюрского разреза были проведены петрофизические исследования. По полученным результатам гравелиты относятся к III – VI классу коллекторов и неколлекторам (по классификации Ханина А.А.). Коэффициент пористости (Кп) изменяется от 2,8 % до 16,2 %, в среднем составляет 9,4 %, коэффициент проницаемости (Кпр) изменяется от 0,03 мД до 415,23 мД, в среднем – 19,99 мД. Коэффициент остаточной водонасыщенности изменяется от 23,5 % до 64,2 %, в среднем составляет 38,8 %.

Песчаники также относятся к III – VI классу коллекторов и неколлекторам. Коэффициент пористости изменяется от 2,9 % до 16,7 %, в среднем составляет 10,5 %, коэффициент проницаемости изменяется от 0,01 мД до 100,66 мД, в среднем – 5,53 мД. Коэффициент остаточной водонасыщенности изменяется от 11,3 % до 72,0 %, в среднем составляет 31,3 %.

Алевролиты и аргиллиты лабораторными исследованиями не охарактеризованы. По данным профильного измерения проницаемости эти литотипы относятся к VI классу коллекторов и неколлекторам.

В целом среднеюрские отложения характеризуются невысокими коллекторскими свойствами.

Занижение фильтрационно-емкостных свойств пород произошло в результате постседиментационных процессов уплотнения [1]. Упаковка обломочного материала плотная, развиты конформные контакты между зернами и деформационные структуры. Многие седиментационные поры частично или полностью выполнены глинистым цементом (каолинитом). Наряду с этим в отдельных участках за счет уплотнения пород образуются щелевидные поры, также происходит «упрощение» пустотного пространства и, как следствие, отмечается некоторое повышение ФЕС.

При сопоставлении пористости и проницаемости (рис. 1) для пород среднеюрских отложений получены очень низкие коэффициенты тесноты корреляционной связи (КТС). КТС=0,01 характерен для гравелитов, КТС=0,13 характерен для песчаников. Причиной высокой вариативности проницаемости идентичных по пористости образцов служит наличие микротрещин в обломках гравийной размерности. Микротрещиноватость в меньшей степени оказывает влияние на пористость, чем на проницаемость.

На рисунке 2 приведено сопоставление коэффициента остаточной водонасыщенности и эффективной проницаемости. Здесь также отмечается высокая вариативность значений Кпр при небольшом диапазоне изменений остаточной водонасыщенности. Это объясняется наличием в образцах щелевидных пор, в результате чего отмечается низкая остаточная вода при низкой проницаемости.

Таким образом, среднеюрские отложения характеризуются в целом невысокими коллекторскими свойствами, что объясняется заложенными седиментационными структурно-текстурными особенностями пород. Кроме того, не малую роль в занижении фильтрационных свойств оказали эпигенетические изменения отложений, которые привели к уплотнению и образованию вторичного цемента. Однако отдельные образцы пород имеют завышенные

фильтрационные свойства за счет вторичной трещиноватости крупных обломков гравийной размерности, к которой привело катагенетическое уплотнение.

Основные аспекты данной работы очень важны и рекомендованы для построения адекватной петрофизической модели «Керн-ГИС».

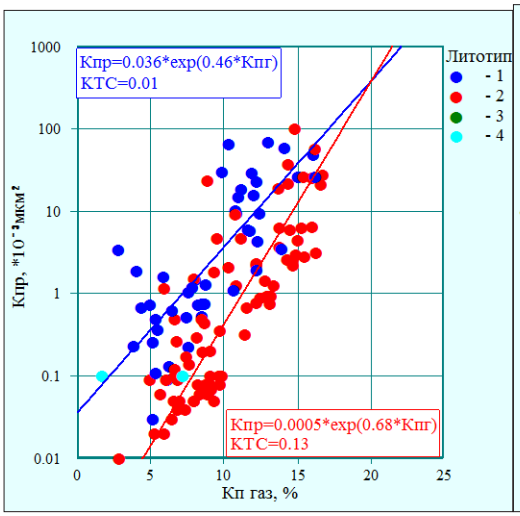


Рис. 1. Сопоставление коэффициента проницаемости и коэффициента пористости Кпр=f(Кп) для пород среднеюрских отложений

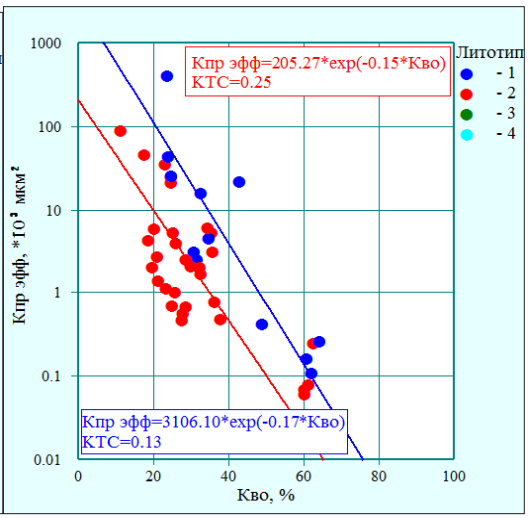


Рис. 2. Сопоставление коэффициента остаточной водонасыщенности и эффективной проницаемости для пород среднеюрских отложений

Литература

1. Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород. – Москва, ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 592 с.

СТРОЕНИЕ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯКОВЛЕВСКОЙ СВИТЫ НА ТАГУЛЬСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Ю.Н. Дубовик

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучено строение, литологический состав и условия формирования нижнемеловых отложений яковлевской свиты (K_1jak) на Тагульском нефтегазоконденсатном месторождении. Актуальность исследований связана со сложным геологическим строением яковлевского резервуара, которая, в первую очередь, обусловлена различием в условиях осадконакопления. Выявление условий формирования отложений позволит установить характер замещения пород в разрезе и по площади и выявить закономерности пространственной локализации продуктивных пластов. В качестве основных методов исследования использовались литолого-фациальный [3, 5] метод, основанный на изучении керна [5] и анализе электрометрических моделей фаций по кривой самопроизвольной поляризации [1, 2, 4].

Тагульское поднятие было выявлено сейсморазведочными работами в 1970 г., в 1986 г. на подготовленном объекте было начато глубокое поисковое бурение, в 1988 г. было открыто Тагульское месторождение. В административном отношении Тагульское месторождение располагается в Туруханском районе Красноярского края. В отношении нефтегазогеологического районирования площадь приурочена к Большехетскому нефтегазоносному району Пур-Тазовской нефтегазоносной области (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция). В тектоническом плане месторождение расположено в пределах Большехетской структурной мегатерассы.

Отложения яковлевской свиты (толщина которой на месторождении 605-651 м) стратиграфически приурочены к мезозойской эратеме, нижнему отделу меловой системы, апт-альбскому ярусам. Они согласно залегают на отложениях малохетской свиты (K_1mch), сформированных в лагунных условиях и в пределах подводной равнины дельтового комплекса, и перекрываются отложениями долганской свиты (K_{1-2}dl) прибрежно-континентального генезиса. Разрез яковлевской свиты представляет собой чередование глинисто-алевритовых и песчаных пород, невыдержанных по составу и мощности, и прослоев угля.

Песчаники светло-серого цвета мелко, реже среднезернистые кварц-полевошпатового состава, слюдистые, однородные и тонкослоистые. В них встречается рассеянная мелкая галька и гравий кварца и кремнистых пород. Глинистые породы имеют каолинит-гидрослюдистый состав, обладают волнистой, косой и линзовидной слоистостью, переслаиваются с алевролитами, и прослоями каменных углей, которые по разрезу распределены неравномерно и имеют толщину от нескольких сантиметров до 1-2 м.

В разрезе яковлевской свиты выделяется 8 песчаных пластов: от Як-VIII до Як-I. Залежи нефти и газа на месторождении приурочены к пластам-коллекторам верхней части разреза (пласты Як-V, Як-IV, Як-III, Як-II, Як-I). Толщина пластов колеблется от 5-8 до 15-20 м. Пласты испытаны, получены притоки нефти и газа.

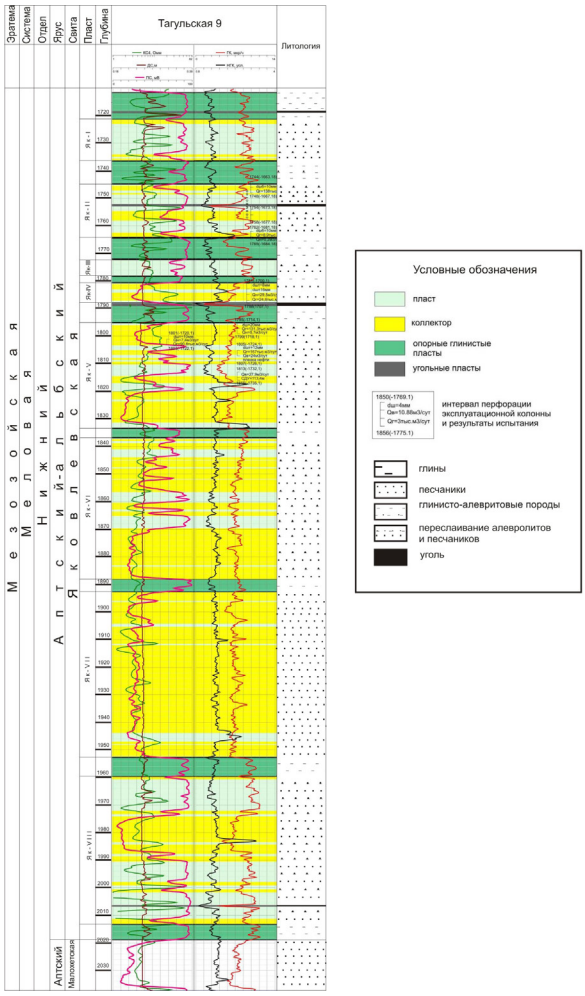


Рис. Литолого-геофизический разрез отложений яковлевской свиты скважина Тагульская-9

Пласт Як-V генетически связан с отложениями надводной дельтовой равнины, приустьевыми барами и отмелями. Основная часть приустьевых баров (отмелей) распространена в северо-западной части площади месторождения. Пласт литологически неоднороден, песчанистость варьирует в пределах 0,39-0,74. Толщина песчаников до 26,8-29,3 м.

Пласт Як-IV представлен преимущественно русловыми фациями, и только в восточной и северо-западной частях месторождения широкое развитие получили фации пойм. Пласт довольно однородный, песчанистость изменяется в пределах 0,81-1,0. Толщина песчаников до 5,6-14,8 м.

Пласт Як-III большей частью генетически связан с фациями русел и береговых валов. Озерно-болотные фации развиты в основном в восточной и северной частях месторождения. Речная долина с притоками имела северо-восточное простирание. Пласт довольно однородный в русловых фациях, где песчанистость изменяется от 0,87 до 1. В пойменных фациях песчанистость пласта достигает 0,3. Толщина песчаников 6,6-12,7 м.

Пласт Як-II представлен широким спектром осадков континентальной группы фаций: от русловых фаций до пойменных и озерно-болотных. Коллектор неоднородный по составу. В разрезах русловых фаций песчанистость достигает до 0,79, в пойменных – 0,31. Толщина песчаников руслового генезиса до 8,6-13,5 м.

Пласт Як-I генетически связан с песчаными отложениями внешней части поймы, русел и береговых валов. Русловые и связанные с ними фации береговых валов выделяются в центральной части Тагульской площади. В западной и восточной частях площади развиты в основном пойменные фации. Литологически пласт неоднородный, коэффициент песчанистости варьирует в широких пределах – от 0,24 до 1. Толщина песчаников 2,4-10,5 м.

Литература

1. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фациальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 11 – 23.
2. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 117 с.
3. Ежова А.В., Тен Т.Г. Литолого-фациальный анализ нефтегазоносных толщ: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 112 с.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геохимия песчаных тектонических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
5. Недоливко Н. М. Исследование керна нефтегазовых скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 158 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В СУРГУТСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РАЙОНЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

А.И. Евдокимова
Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

По количеству крупных многопластовых месторождений Сургутский нефтегазоносный район (НГР) занимает лидирующее место в Западно-Сибирской провинции. Здесь были открыты месторождения, в разрезе которых более 10 залежей. Несмотря на кажущуюся достаточно высокую степень изученности длительно разрабатываемых месторождений Западной Сибири, потенциал их не исчерпан.

На современном этапе геологоразведочных работ (ГРР) основную долю выявляемых объектов составляют малоразмерные залежи нефти и газа. Методика их разведки и подготовки к эксплуатации требует не только изменения и пересмотра комплекса методов ГРР, но и развития теоретических представлений о геологической природе и свойствах этих объектов, создания новых альтернативных моделей залежей нефти и газа.

С началом заложения грабен-рифтов, связаны формирования межрифтовых поднятий и накопление мощных осадочных толщ. В Широтном Приобье несколько грабен-рифтов широтного и меридионального простирания, а также сопутствующие разломы растяжения, дискордантно рассекающие структурно-формационные зоны доюрского фундамента в северо-восточном направлении, сформировали в том числе и Сургутское поднятие [4].

Формирование песчаных пластов в тектоническом отношении связано с прогибанием земной коры. В кимеридж-титонское время на большей части Западно-Сибирской плиты господствовал морской режим. Трансгрессия в основном происходила с северо-запада и запада, а основная часть осадков поступала в морской бассейн с востока и юго-востока. Обломочный материал распределялся на мелководье под действием волновых процессов и вдольбереговых течений. Более крупный материал откладывался в пределах прибрежной зоны, более мелкозернистый – в глубоководных областях. Часть материала транзитом выносилась с шельфа и, благодаря гравитационным процессам, откладывалась в пределах аккумулятивного склона. Этот этап развития территории длился до барремского века включительно. За это время накопилась толща терригенных отложений более 1000 м.

Базальным пластом морской трансгрессии для поздней юры являются отложения георгиевского горизонта кимериджского времени, которые вверх по разрезу сменяются преимущественно битуминозными отложениями баженовской свиты титонского времени.

Отложения баженовской свиты представлены морскими фациями с многочисленными остатками аммонитов. Самые большие массы органического вещества в верхнеюрских отложениях приурочены к внутренним впадинам Западно-Сибирской плиты, где их плотность достигает 7-15 млн. т/км^2. Скорости накопления органического вещества в этих впадинах (4-6 т/км^2 год) являлись максимальными для территории всей Сибири в раннеюрскую эпоху. Движущийся по разломам тепловой поток повлиял на катагенетическое преобразование рассеянного органического вещества.

Вверх по разрезу баженовские породы постепенно переходят в тонкоотмученные глины с редкими песчано-алевролитовыми прослоями сортымской свиты берриас-валанжинского времени, которые перекрываются песчано-глинистыми отложениями усть-балыкской (пласты группы БС$_{1-21}$) свиты, в составе которой открыто 17 залежей нефти. Однако стоит отметить, что на значительном удалении от зоны фациального замещения морских и существенно континентальных отложений в относительно глубоководных пластах, залежи углеводородов почти не встречаются (например пласт БС$_8$ Федоровского и Южно-Сургутского месторождений).

Глины сортымской свиты сменяются отложениями сангопайской свиты, в разрезе которой выделены песчаные пласты группы АС$_{1-12}$. Её мощность до 200 метров свидетельствует о формировании в условиях интенсивного погружения центральной части Западно-Сибирской плиты. Эти свиты являются основными промышленно продуктивными, в разрезе которых выявлено более 28 залежей нефти на территории Сургутского свода.

На границе барремского и аптского веков вновь происходит резкая смена фаций. Отложения аллювиальной аккумулятивной равнины сангопайской свиты с размывом перекрываются морскими образованиями алымской свиты.

Морские отложения алымской свиты постепенно вверх по разрезу сменяются прибрежно-континентальными образованиями покурской свиты. Несмотря на высокие значения ФЕС, в разрезе покурской свиты на территории Сургутского свода пока не выявлены залежи УВ, однако пласты группы ПК$_{1-24}$ характеризуются высокой водообильностью, и дебиты достигают 200-300 м^3 /сут.

Таким образом, продуктивные отложения осадочного чехла Сургутского района формировались на протяжении четырех этапов тектонического развития региона [1]. Самыми хорошими коллекторами считаются песчаники, образованные в прибрежно-морских регрессивных условиях. Пласты выдержаны по площади и более значительны по толщине. На территории Сургутского НГР такими коллекторами являются отложения раннемелового возраста. Все выявленные залежи по морфологии связаны с ловушками пластового сводового и клиноформного типов. По условиям формирования эти ловушки относятся к стратиграфическим структурным и литологическим (выклинивания или замещения пласта-коллектора).

В зависимости от условий формирования залежей в шельфовых песчаниках берриас-готерива выявлены закономерности изменения химического состава нефти на территории Сургутского НГР. Область распространения

нефти средней плотности (0,85-0,87 г/см^3) средней сернистости (от 0,5 до 1,0 %), расположенная в центральной части района (Алехинское, Нижне-Сортымское месторождения), охватывает кольцом область распространения тяжелой (плотность > 0,87 г/см^3) высокосернистой (<1,5 %) нефти (Савуйское, Быстринское месторождения). Распределение содержания серы в нефти подобно распределению плотности нефти: с увеличением плотности в нефти повышается содержание серы.

В северо-восточном направлении в нефти уменьшаются плотность, содержание серы и асфальтенов и увеличивается содержание твердых парафинов. Такие закономерности распределения физико-химических характеристик нижнемеловой нефти в значительной мере обусловлены генезисом исходного ОВ, а также связаны с усилением в этом направлении зрелости нефтематеринского ОВ [3].

Преобладание в нижнемеловых отложениях на севере бассейна легкой нефти с низкими концентрациями смолисто-асфальтовых компонентов связано со значительным влиянием факторов миграции.

Согласно классической теории, в Широтном Приобье выделяется 2 вида миграции нефти: вертикальная и латеральная. Ученые выдвигают новые гипотезы, связанные с вертикальной миграцией флюидов. Согласно одной из них, энергетическим фактором вертикальной миграции является разрядка механических напряжений различных слоев литосферы, обладающих аномально высокими пластовыми давлениями (по мнению Н.М. Кругликова и В.В. Нелюбина), вследствие чего возникают импульсные перетоки флюида.

Замечена важная закономерность в приуроченности неокомских клиноформных отложений к областям повышенной концентрации субвертикальных зон деструкции, создаваемых геосолитонным механизмом, который проявляется в виде геосолитонных импульсных возмущений над рифтогенными зонами в земной коре раннемелового времени. Сургутский свод находится в зоне сочленения грабен-рифтов меридионального и широтного простирания. Для выявления субвертикальных зон деструкции применяется обширный спектр геофизических методов: гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка. По данным магниторазведки, над геосолитонными трубками отмечаются отрицательные магнитные аномалии. Такая аномалия отмечена в восточной части Сургутского свода вблизи Колтогорского грабен-рифта.

Также следует отметить мнение других ученых (А.Э. Конторовича, В.М. Матусевича, О.Ф. Стасовой) о существовании латеральной миграции. Как отмечалось ранее, в центральной части Сургутского свода расположена зона высокосернистой нефти, кольцом охваченная зоной сернистой нефти. Высокая концентрация серы указывает на то, что именно в этом районе были сформированы первые залежи углеводородов. По мере погружения пластов и катагенетических процессов, легкая малосернистая нефть мигрировала в латеральном направлении из наиболее погруженных структур к крупным положительным структурам, а на месте формирования залежей осталась лишь тяжелая высокосернистая нефть [5, 6].

Таким образом, территория Сургутского свода отличается сложным геологическим строением. Для осложняющих ее структур характерны: сочетание различных по морфологии пликативных форм; блоковое строение фундамента; сложная сеть разновозрастных и разноамплитудных разрывных нарушений различной природы, влияющих на гидродинамическую связь пород и экранирующие свойства покрышек над залежами нефти.

Поиск и картирование других типов ловушек и в более древних комплексах пород (неантиклинальные ловушки типа «врез») могут быть эффективными только с применением современного рационального комплекса ГРР. Основным методом выявления ловушек является детальная высокоразрешающая сейсморазведка, которая в сочетании с другими методами полевой геофизики, литолого-фациальным и палеотектоническим анализами повышает качество и достоверность результатов работ.

Широкий интервал изменения нефтегазоносности, как и многопластовый характер месторождения, а также вертикальную и латеральную миграцию флюидов определяют разрывные дислокации и множество субвертикальных зон деструкции, пронизывающих осадочный чехол [2].

Литература

1. Архипов С.В. Тектонические циклы в развитии Сургутского свода, их базальные горизонты и нефтеносность // Вестник недропользователя, 2003. – № 12. – С. 13 – 18.
2. Бембель С.Р., Костеневич К.А., Федоров М.Ю. Западный склон Сургутского свода // Нефтяное хозяйство, 2012. – № 8. – С. 8 – 12.
3. Региональные закономерности изменения физико-химических свойств нефтей нижнего мела / Л.С. Борисова, Д.В. Косяков и др. // Геология нефти и газа, 2011. – № 5. – С. 56 - 63.
4. Геология нефти и газа Западной Сибири / Под. ред. А.Э. Конторовича. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
5. Матусевич В.М. Геохимия подземных вод Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. – М.: Недра, 1976. – 157 с.
6. Органическая геохимия мезозойских нефтегазоносных отложений Сибири / А.Э. Конторович и др. – М.: Недра, 1974. – 192 с.

СОЗДАНИЕ СПОСОБА НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ НЕФТИ В МИКРОТРУБКАХ

А.Д. Ермак
Научный руководитель доцент Ю.В. Коржов
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Одним из направлений извлечения высоковязких остаточных нефтей является воздействие на нефтенасыщенный пласт различными парообразными или жидкими реагентами [1]. Решается комплекс задач по снижению поверхностного натяжения на границе нефть-вода, уменьшению адсорбции нефти на породе и др. Нужно отметить, что почти всегда, не учтенными остаются эффекты, которые на фоне других кажутся не значимыми – это парциальное давление паров нефти, воды, вводимых в пласт реагентов, градиенты концентраций веществ в поровом и трещинном пространстве, скорость взаимодействия реагентов в капиллярах и открытых объемах и т.п. Не учет множества второстепенных факторов приводит к ситуациям, когда одна и та же технология обеспечивает нефтеотдачу на одном месторождении и не срабатывает на другом.

Предлагаемый в работе подход к изучению поведения нефти в пористой среде очевиден: если парами и жидкостями воздействуют на капиллярную нефть, то и исследование нужно выполнять в капиллярах. Для изучения влияния паров углеводородов и воды на поведение микрообъемов нефти было использовано простое оборудование: капилляры стеклянные диаметром 0,5 и 0,3 мм и длиной 100-200 мм, эксикаторы, чашки Петри, пробирки, средства цифровой микрофотосъемки в отраженном и проходящем рассеянном свете. Геометрические параметры капилляров определяли точно по микрофотографиям на основании оцифрованного изображения специального «Калибровочного слайда». Исследования проводятся в капилляре, расположенном горизонтально и вертикально под различными углами наклона.

В данном исследовании рассматривается влияния паров н-гексана на микрообъём капиллярной нефти.

В горизонтальном капилляре, помещенном в пары н-гексана, нефть движется от края к центру из-за разности давления паров в капилляре и вне его (рис. 1). Направленное движение микрообъёма нефти продолжается, пока не установится равновесие в давлении газовой фазы с обоих краев капилляра. Если внутреннюю поверхность капилляра смочить нефтью и поместить в пары н-гексана, то через некоторое время нефть соберется в капли и устремится к центру капилляра.

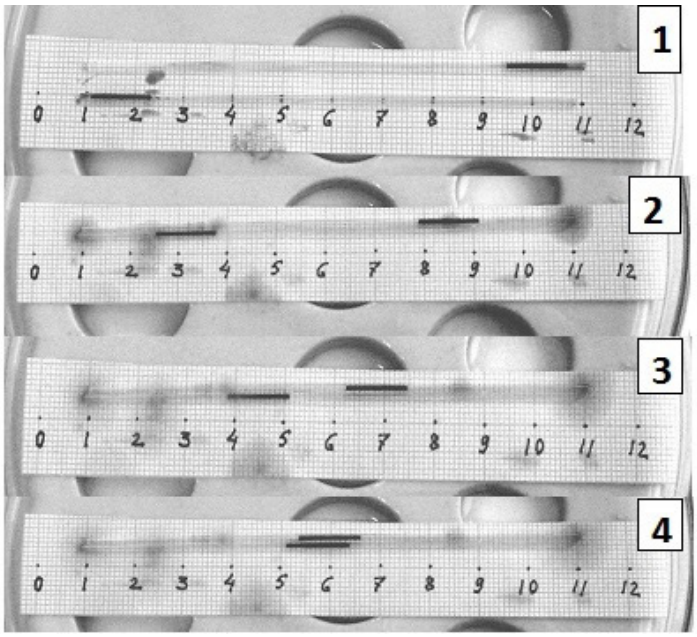


Рис. 1. Движение нефти в капиллярах от края к центру в результате действия паров н-гексана: 1 – начало опыта; 2 – положение капель через 5 мин; 3 – 15 мин; 4 – 30 мин

В случае влажного капилляра (насыщенного парами воды) наблюдается обратное движение нефти, от центра к краю, что, по-видимому, можно объяснить складыванием давления пара воды и н-гексана, поэтому внутри капилляра давление газовой фазы оказывается выше, чем снаружи, где присутствуют только пары н-гексана. Нефть вытесняется из капилляра в сторону ближайшего выхода, даже преодолевая действие гравитации, если капилляр расположен под наклоном с небольшим углом к горизонту. Для подтверждения возникновения движения нефти в капилляре под действием давления насыщенных паров веществ один конец капилляра был помещен в пары н-гексана, а другой находился вне емкости. В этом случае нефть активно вытеснялась из капилляра в открытое пространство.

В капилляре, расположенном вертикально или под углом, появляется возможность оценить влияние паров н-гексана на физико-химические характеристики нефти, такие как вязкость, подвижность, поверхностное

натяжение. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2 в виде отдельных кадров, соответствующих моментам началу опыта, движения в течение 5 с, 15 с и 35 с. Слева расположена контрольная пробирка, а справа с парами н-гексана. Можно видеть, что в вертикально расположенном капилляре с парами н-гексана столбик нефти, опускаясь под действием гравитации, движется быстрее, чем на воздухе. Наблюдаемое снижение вязкости нефти происходит практически мгновенно, что нельзя объяснить эффектами разбавления нефти н-гексаном. Мы считаем, что увеличение подвижности нефти в капилляре происходит как результат нарушения пленки поверхностного натяжения нефти парами н-гексана, что приводит к изменению величины капиллярных сил и началу пленочного течения нефти.

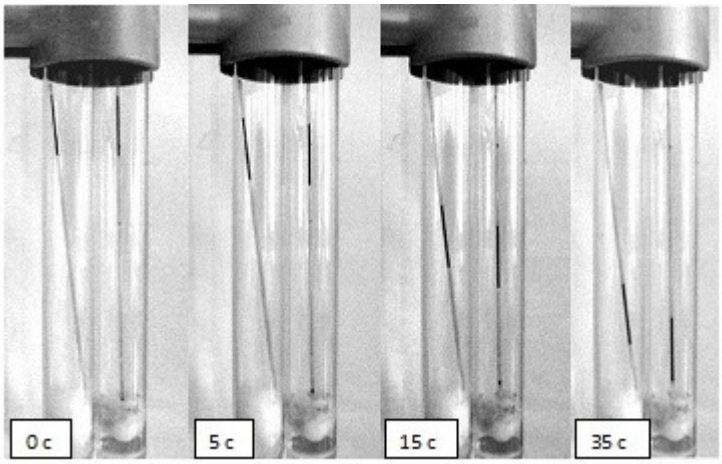


Рис. 2. Кадры видео, показывающие различие в движении одинаковых микрообъёмов нефти в капиллярах в интервале 35 секунд. Слева расположена контрольная пробирка без н-гексана, а справа – с н-гексаном

Приведенные опыты по наблюдению поведения микрообъемов нефти в парах н-гексана и воды показывают, что движение микрообъёмов нефти в капилляре под влиянием парциального давления паров веществ может быть не только обнаружено, но и оценено количественно. Действие паров изменяет поведение нефти в капилляре почти мгновенно, в результате нарушения пленки поверхностного натяжения. Прозрачность капилляра позволяет фиксировать фазовые переходы в пленках нефти на внутренней поверхности капилляра. Результаты опытов указывают на возможность пленочного течения нефти под действием паров н-гексана в капиллярах.

В дальнейшем планируется создать лабораторные установки с регулируемым углом наклона капилляра, вращением препаративного стола, что позволит менять скорость и пробег нефти по капилляру.

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ и ХМАО – Югра. Вид проекта: р_урал_а Региональный конкурс Урал: инициативные.

Выражается благодарность доценту кафедры экологии Института природопользования ЮГУ Углеву В.В. за помощь в разработке и проведении экспериментов.

Литература

1. Буря Е.Г. Исследование агрегативной устойчивости нефтей при взаимодействии с углеводородными растворителями // Дисс. и автореф. канд. техн. наук по ВАК 25.00.17. – М., 2002.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТА $АВ_1$ РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА НА СОВЕТСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Б. Жамсаранова, Е.Н. Осипова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие нефтяной промышленности в Томской области началось в 1962 году с открытием Советского месторождения. В 1966 году оно введено в опытно-промышленную разработку. Месторождение многопластовое, нефтегазоносность доказана 18 залежами, по количеству запасов относится к категории крупнейших. Стоит отметить, что месторождение находится на четвертой стадии разработки, и обводненность скважинной продукции составляет более 80%.

Залежь нефти пласта $АВ_1$ содержит более 70,9% остаточных извлекаемых запасов от первоначально утвержденных по категории $С_1$ (01.01.2006). Нефтенасыщенный горизонт $АВ_1$ на Советском месторождении

характеризуется ярко выраженными низкими фильтрационно-емкостными свойствами, повышенными неоднородностями строения, а значит низкими дебитами и низким коэффициентом продуктивности. Горизонт $АВ_1$ представляет собой частое тонкослоистое линзовидное переслаивание глинистых песчаников, алевролитов и глин. Нефтенасыщенная толщина по скважинам изменяется от 4,8 до 24,9 м, в среднем составляет 15,6 м. В горизонте $АВ_1$ выделено пять нефтенасыщенных песчаных пропластков: $АВ_1^1$, $АВ_1^{2а}$, $АВ_1^{2б}$, $АВ_1^3$ и $АВ_1^4$ (рис. 1). Залежь нефти пластовая сводовая [3].

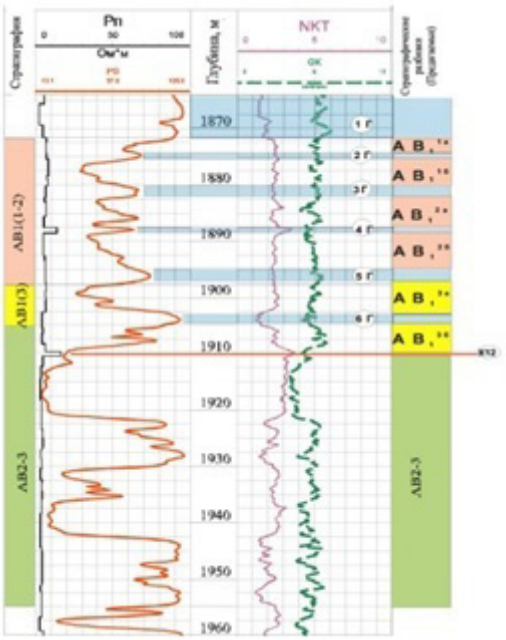


Рис. 1. Стратиграфические разбивки горизонта $АВ_1$ Скважина-стратотип Советской площади

Горизонт $АВ_1$ часто геологи-производственники называют «рябчик» за счет своего характерного внешнего облика и линзовидного строения. Исследованиями в лаборатории физики пласта установлены низкие значения фильтрационно-емкостных свойств: проницаемость от 0 до 107 мД, пористость от 0 до 10%, что практически характеризует пласт как неколлектор, поэтому он считался бесперспективным. Также не было методик подсчета запасов нефти, а так как залежь не открыта и нет подсчета запасов, следовательно, ее не вводили в разработку. Но с появлением технологии гидроразрыва пласта появилась возможность добывать нефть из этого объекта.

Сам генезис формирования «рябчиковых» песчаников может быть объяснён с позиции их текстурных особенностей. В соответствии с работами по особенностям формирования осадочных толщ, «рябчиковый» облик текстурной характеристики песчаников можно отнести к прерывистой слоистости. Формирование такого типа слоистости седиментология связывает с последовательным частым чередованием этапов спокойной и активной гидродинамической деятельности, в результате чего происходит деформация первичной слоистой текстуры [3].

Учитывая, что рассматриваемый комплекс отложений формировался в морском бассейне, наиболее приемлемой моделью является модель «штормовых» песчаников. Это объясняет, с одной стороны, обширное площадное развитие «рябчиковых» песчаников, а с другой – их текстурные особенности. Штормовые песчаники являются одним из широко распространённых элементов песчаной составляющей шельфовой зоны. Их формирование связано с участками побережий, подверженных воздействию штормов (рис. 2). Разрушение вдольбереговых баровых построек в условиях сильной гидродинамической активности, способствует транспортировке грубообломочного материала на значительное расстояние в удалённые шельфовые участки морского бассейна.

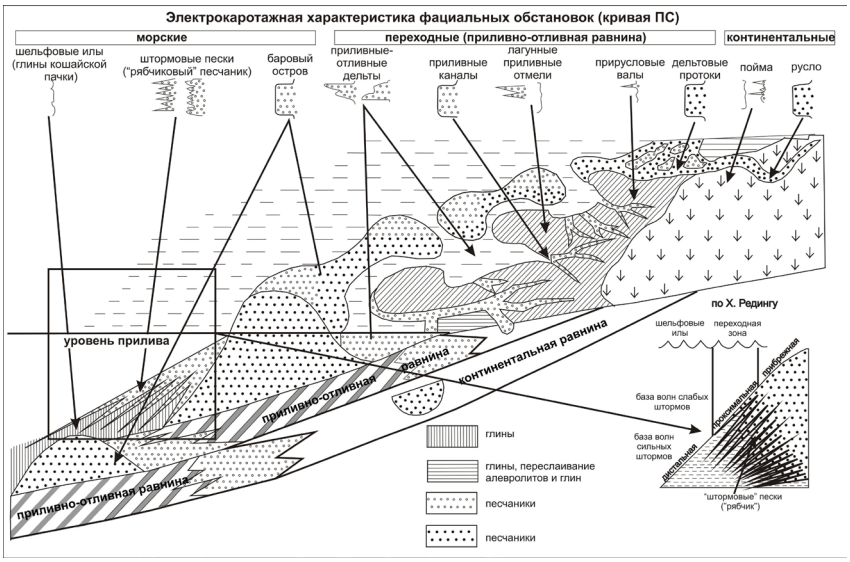


Рис. 2. Палеогеографические условия формирование «рябчиковых» песчаников

Чередование проявлений штормовых периодов со спокойными этапами седиментации благоприятны для переслаивания хорошо отсортированного песчаного и глинистого материала. Однако глинистые прослои в «штормовых» песчаниках шельфовой зоны не сохраняют литологически однородную среду. Это связано с тем, что на сформированный в период спокойной седиментации маломощный глинистый покров оказывает сильное

гидродинамическое воздействие последующая штормовая обстановка. При этом глинистый материал смешивается с песчаными разностями, образуя песчано-глинистый прослой с волнистой прерывистой «рябчиковой» текстурой. Одной из важных особенностей штормовых песчаников является значительное латеральное развитие отдельных маломощных песчаных прослоев [1].

В соответствии с рисунком 2, пачки штормовых слоёв формируются в результате периодического разрушения баровых построек, в результате чего хорошо отсортированный песчаный материал за короткий промежуток времени транспортируется на значительное удаление от береговой линии в сторону моря, выстилая дно осадочного бассейна маломощным, но обширным по площади (десятки квадратных километров), песчаным покровом. Последующее «затишье» способствует накоплению перекрывающего прослоя глин, а дальнейшая активизация волновой деятельности возобновляет процесс транспортировки грубообломочного материала. Усиление гидродинамической активности способствует дроблению сформировавшегося глинистого прослоя и внедрению отдельных его частей в подстилающие песчаные отложения, что приводит к формированию прерывистой слоистости [1].

На примере стратиграфической разбивки скважины-стратотипа (рис. 1) можно сделать вывод, что пласт имеет сложное строение, это прослеживается в объёме маломощных прослоев карбонатизированных песчаников. Являясь единым стратиграфическим уровнем разобщения коллектора, постседиментационные карбонатизированные песчанки могут быть использованы в качестве реперных горизонтов при корреляции песчаных пластов морского, прибрежно-морского и континентального генезиса. В совокупности с глинистыми прослоями они представляют собой надёжные внутрирезервуарные флюидоупоры, разделяющие коллектор на гидродинамически обособленные системы.

Многократная смена усиления и ослабления гидродинамических процессов способствует формированию значительных по мощности и протяженности переслаивающихся толщ в виде «слоёного пирога», который может иметь и различную литологическую «начинку» (рис. 2).

В прибрежной зоне, в непосредственной близости от баровой постройки, разрез преимущественно песчаный и имеет градационную структуру. По мере продвижения в сторону моря количество глинистых прослоев увеличивается, и в наиболее глубоких зонах накопление глин является преобладающим.

Береговые штормовые пески представляют собой литологически однородный разрез штормовых отложений мощностью от 5 до 130 см ограниченных поверхностями эрозии без сланцевых прослоев.

Проксимальные штормовые пески (слои толщиной от 5 до 100 мм) обычно сохраняют литологические и структурные признаки, свидетельствующие об их одноактном образовании из единого потока.

Дистальные штормовые пески выделяются в зоне шельфовых иловых фаций. Они являются тонкозернистыми образованиями обычно мощностью менее 50 мм с горизонтальной или косой слоистостью [1].

Принадлежность изучаемых отложений к «штормовым» песчаникам подтверждается следующим:

- широкое площадное развитие и аналогичность промыслово-геофизической характеристики слагающих её пачек на всей территории изучения;
- «рябчиковый» облик отдельных пачек, который можно связать с развитием прерывистой слоистости;
- значительное количество в разрезе прослоев карбонатизированных песчаников (до семи), формирующихся по эрозионным поверхностям, образованным в результате воздействия на осадок штормовых процессов;
- значительное присутствие в разрезе глинистой составляющей, что свидетельствует об удаленности территории от береговой линии во время формирования осадка [2].

Исходя из рассмотренной модели строения горизонта $АВ_{1,}$ можно сделать вывод, что выделяемые межрезервуарные покрышки, представленные как глинистыми пропластками, так и прослоями карбонатизированного песчаника, могут служить локальными гидродинамическими разделами для пластов $АВ_1^1$, $АВ_1^{2а}$, $АВ_1^{2б}$. В этой связи каждый из выделенных пластов следует рассматривать как самостоятельную гидродинамическую систему.

На примере Советского месторождения Томской области рассмотрен пласт $АВ_1$, его литология и фациальные условия формирования.

Проведенный анализ основных факторов условий седиментации пласта $АВ_1$ позволил обосновать литологически сложное строение его коллектора, что затрудняет корреляцию и оценку площадного распространения песчаных нефтенасыщенных прослоев по площади.

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Нежданов А.А. Типы карбонатных конкреций и их роль в изучении нефтегазоносных формаций Западной Сибири // Труды ЗапСибНИГНИ. – Новосибирск, 1985. – Вып. 201. – С. 95 – 103.
3. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Х. Рединга. – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 352 с.

ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТА $АВ_1$ РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Б. Жамсаранова, Е.Н. Осипова
Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие нефтяной промышленности в Томской области началось в 1962 г. с открытием Советского месторождения. В 1966 г. оно введено в опытно-промышленную разработку. Месторождение многопластовое, нефтегазоносность доказана открытием 19 залежей и по количеству запасов относится к категории крупнейших. Стоит отметить, что месторождение находится на четвертой стадии разработки и обводненность скважинной продукции составляет более 80%. В связи с этим возникла необходимость пересмотреть геологию и экономическую рентабельность разработки низкопродуктивных пластов в разрезе месторождения.

В тектоническом отношении Советское месторождение находится в центральной части Западно-Сибирской плиты, приурочено к Советскому, Соснинскому, Медведьевскому и Нижневартовскому поднятиям, осложняющим Сосновско-Медведьевский вал юго-восточного склона Нижневартовского свода.

Залежь нефти пласта $АВ_1$ содержит более 70,9% остаточных извлекаемых запасов от первоначально утвержденных по категории $С_1$. Пласт $АВ_1$ представляет собой частое, тонкослоистое, линзовидное переслаивание глинистых песчаников, алевролитов и глин. Продуктивный пласт $АВ_1$ характеризуется ярко выраженными низкими фильтрационно-емкостными свойствами, повышенными неоднородностями строения, при этом по всей толщине нефтенасыщен, характеризуется низкими дебитами, а значит и низким коэффициентом продуктивности. Нефтенасыщенная толщина по скважинам изменяется от 4,8 до 24,9 м, в среднем составляет 15,6 м. В пласте $АВ_1$ выделено пять нефтенасыщенных песчаных пропластков: $АВ_1^1$, $АВ_1^{2а}$, $АВ_1^{2б}$, $АВ_1^3$ и $АВ_1^4$. Залежь нефти пластовая сводовая [1].

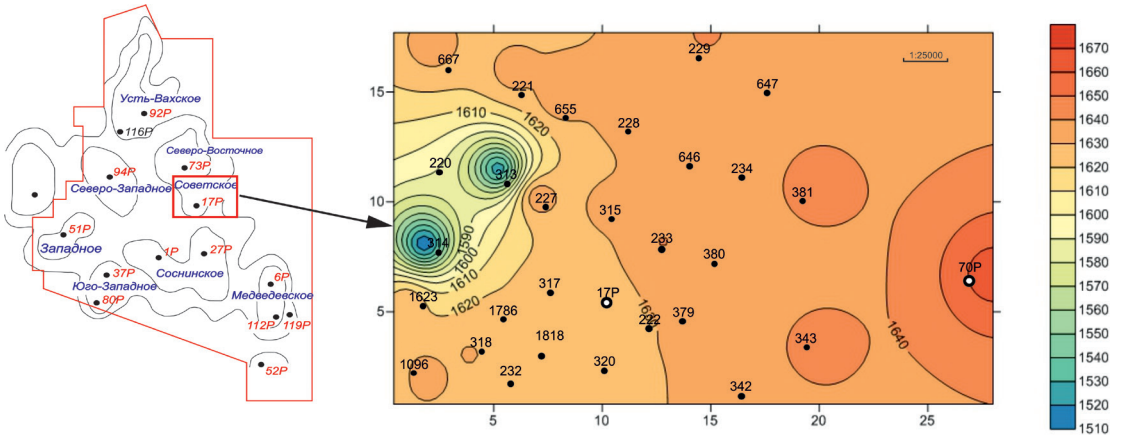


Рис. 1. Схема локальных поднятий Советского месторождения и карта толщин пласта $АВ_1$ центрального участка Советского поднятия

В наших исследованиях проведен анализ палеотектонических условий формирования пласта в северо-восточной части Советского месторождения. Палеотектонический анализ показал, что неравномерность распределения толщин пласта $АВ_1$ обусловлена разными тектоническими и фациальными условиями формирования. Наиболее интенсивное прогибание происходило в восточной части участка в сторону Колтогорского прогиба. К центральной части свода скорость погружения была менее интенсивна, следовательно, на этих участках формирование пород происходило в разных фациальных условиях.

Анализируя диаграммы ГИС, можно выделить пропластки, разные по литологическому составу. Это связано с чередованием периодов прибрежно-морской обстановки осадконакопления. Однако, глинистые прослои в «штормовых» песчаниках шельфовой зоны не сохраняют литологически однородную среду. Это связано с тем, что на сформированный в период спокойной седиментации маломощный глинистый покров оказывает сильное гидродинамическое воздействие последующая штормовая обстановка. При этом глинистый материал смешивается с песчаными разностями, образуя песчано-глинистые линзы с волнистой прерывистостью, «рябчиковой» текстурой. Одна из важных особенностей штормовых песчаников – значительное латеральное развитие [2].

Согласно рисунку 2, пачки штормовых слоёв формируются в результате периодического разрушения баровых построек, следовательно, песчаный материал за короткий промежуток времени транспортируется на значительное удаление от береговой линии в сторону моря, выстилая дно осадочного бассейна маломощным, но обширным по площади, песчаным покровом. Последующее «затишье» способствует накоплению перекрывающего прослоя глин, а дальнейшая активизация волновой деятельности возобновляет процесс

транспортировки грубообломочного материала. Усиление гидродинамической активности способствует дроблению сформировавшегося глинистого прослоя и внедрению отдельных его частей в подстилающие песчаные отложения, что приводит к формированию прерывистой слоистости [1].

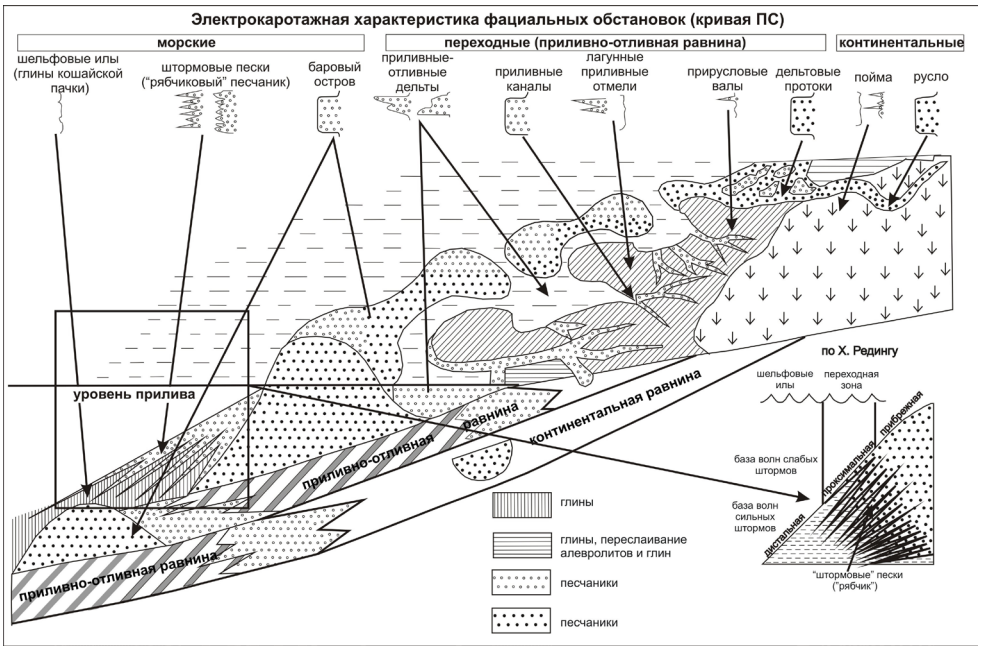


Рис. 2. Палеогеографические условия формирование «рябчиковых» песчаников

По данным ГИС, проведенных в скважинах центральной части Советского поднятия, изучены ФЕС пласта $АВ_1$. Исследования показали (рисунок 3), что пористость практически по всему участку одинаковая. В то время как проницаемость изменяется, существенно увеличиваясь в районе скв. 379, 381, 646, т.е. фильтрационные свойства пород улучшаются в северо-восточном направлении (рисунок 4).

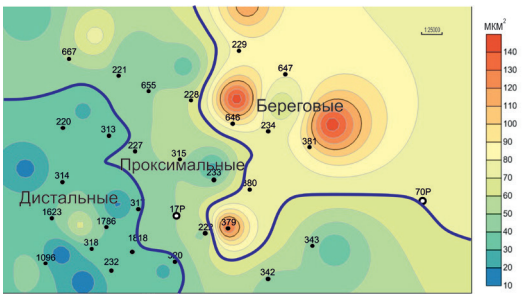


Рис. 3. Карта пористости участка исследований

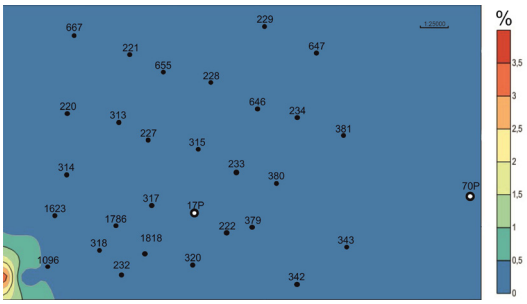


Рис. 4. Карта проницаемости участка исследований

В результате исследования установлено, что формирование пласта $АВ_1$ происходило в прибрежно-морской трансгрессивной обстановке осадконакопления. Береговая зона с такими тектоническими условиями имеет широкое площадное распространение по всему Нижневартовскому своду, особенно высокие коэффициенты проницаемости отмечаются в восточном направлении, в сторону Колтогорского прогиба.

По результатам исследований фильтрационно-емкостных свойств и палеотектонического анализа в центральной части Советского поднятия, можно сделать вывод, что при разработке залежи $АВ_1$ наиболее рациональным методом увеличения нефтеотдачи является технология гидроразрыва пласта.

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Х. Рединга – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 352 с.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПОРОД БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА РАЗЛИЧНОГО КАТАГЕНЕЗА

А.В. Жердева[1], В.В. Самойленко[1], М.А. Веклич[1]
Научный руководитель профессор И.В. Гончаров[1,2]
[1]Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа,
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Геохимические работы являются неотъемлемой частью современных геологических исследований, направленных на поиск нефти и газа. Одной из основных задач геохимии нефти является выявление условий формирования залежей и месторождений. Зарекомендовавшим себя параметром, позволяющим с высокой точностью решать вышеуказанные задачи, является изотопный состав углерода (ИСУ), который используют в построении корреляционных отношений нефть-нефть, нефть-нефтематеринская порода (НМП)

В настоящее время исключительно важную роль в снабжении России нефтью играет Западная Сибирь, причем около 85% добываемой на этой территории нефти генетически связано с органическим веществом (ОВ) пород баженовского горизонта. Геологоразведочные работы в регионе ведутся непрерывно, и ИСУ в силах дать ответы на многие вопросы, возникающие при их планировании.

В целом, по опубликованным данным можно констатировать, что в экстрактах из пород баженовской свиты ИСУ меняется от -34‰ до -28‰ при наиболее часто встречаемых значениях -32‰…-30‰ [3]. Этому диапазону соответствуют и нефти, генетически связанные с породами баженовской свиты, для которых ИСУ определяется в диапазоне от -30,1‰ до -32,6‰ [4]. Однако в подавляющем числе данные приводятся для отдельных объектов разработки без сопоставления с фациальными условиями накопления и уровнем катагенеза ОВ пород, оказывающим непосредственное влияние на конечный ИСУ флюидов. Очевидно, что для правильной интерпретации данных необходимо понимать принципы формирования, знать диапазон изменения и факторы, контролирующие ИСУ.

Нами были выполнены геохимические исследования битуминозных пород баженовской свиты центральной части Западной Сибири и битуминозных пород в составе её аналогов (тутлеймская, марьяновская, яновстанская, гольчихинская свиты) из периферийных районов Западной Сибири, с целью проследить изменения изотопного состава экстрактов из пород баженовского горизонта и дать оценку зависимости ИСУ от условий осадконакопления ОВ пород и степени его катагенеза.

Результаты выполненных определений позволили установить, что для экстрактов ИСУ находится в диапазоне от -32,5‰ до -30,2‰ и имеет выраженные зависимости от условий осадконакопления и катагенетической преобразованности пород.

Окислительно-восстановительный режим осадконакопления исходного ОВ оценивали по количественному отношению изопреноидов пристана и фитана Pr/Ph. Значения менее 0,6 свидетельствуют о резко восстановительной обстановке, более 3 – о существенно окислительной. Влияние условий осадконакопления отслеживали по молекулярным параметрам экстрактов из пород невысокой степени зрелости (Tmax < 435 °C). Для этих образцов ИСУ имеет хорошую корреляцию с отношением Pr/Ph, диапазон изменения которого от 0,7-1,0 для пород баженовской свиты в центральных районах Западной Сибири до 1,8-2,1 для битуминозных пород её аналогов (яновстанская, гольчихинская) в периферийных районах (рис. 1).

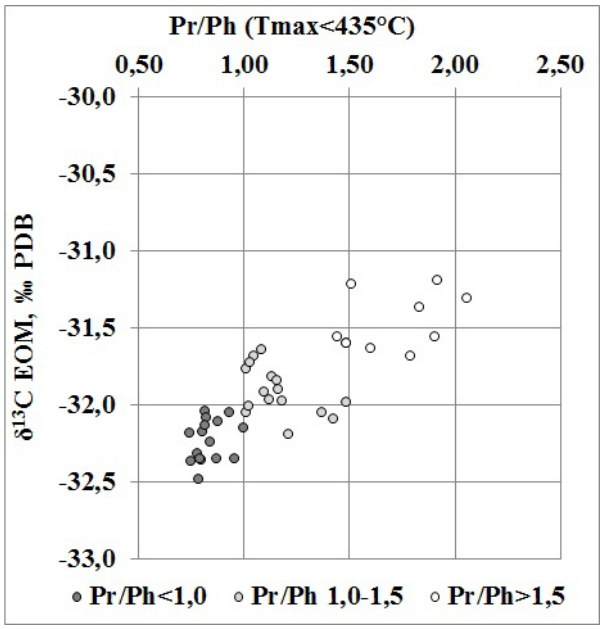


Рис. 1. Зависимость ИСУ экстрактов из пород баженовской свиты невысокой степени катагенеза от окислительно-восстановительной обстановки осадконакопления

Для оценки уровня катагенеза ОВ пород использован пиролитический параметр Tmax – температура максимума выхода углеводородов в методе Rock-Eval. Его значения для исследуемых пород изменяются от 425^0 до 460^0. Уровень термической зрелости ОВ пород находит существенное отражение на ИСУ. Так, для битумоидов пород баженовской свиты центральных районов Западной Сибири, где ОВ накапливалось в близких и резко восстановительных условиях, ИСУ изменяется от -32,4 -32,1 ‰ в начале фазы нефтеобразования (Tmax 425-430°C, район Восточно-Сургутской террасы) до -30,7 -30,5 ‰ на стадии практически полной реализации породами нефтегенерационного потенциала (Tmax 455-460°C, район Салымского мегавала) (рис. 2).

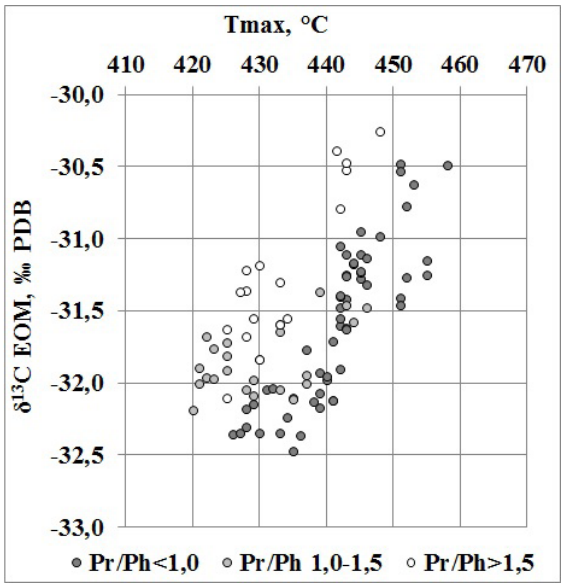


Рис. 2. Зависимость ИСУ экстрактов из пород баженовской свиты различных фациальных районов от степени катагенетической зрелости ОВ

Примечательно, что групповой состав экстрактов из пород имеет различный характер изменения ИСУ с ростом катагенеза. Для насыщенных углеводородов и смол отмечается устойчивое утяжеление ИСУ во всем диапазоне значений Tmax. ИСУ компонентов ароматической фракции экстрактов, утяжеляясь во всем исследованном диапазоне катагенеза, наиболее существенно увеличивается со значений Tmax 440°C (главная фаза нефтеобразования). Для асфальтенов ИСУ остается практически неизменным до значения Tmax 445°C (конец фазы нефтеобразования) и лишь с этого этапа начинает увеличиваться. Характер изменения ИСУ для отдельных групп компонентов объясняет и определяет изменение типа изотопной кривой (насыщенные – ароматические – смолы – асфальтены) для битумоидов пород баженовского горизонта на различных этапах катагенеза [2] (рис. 3).

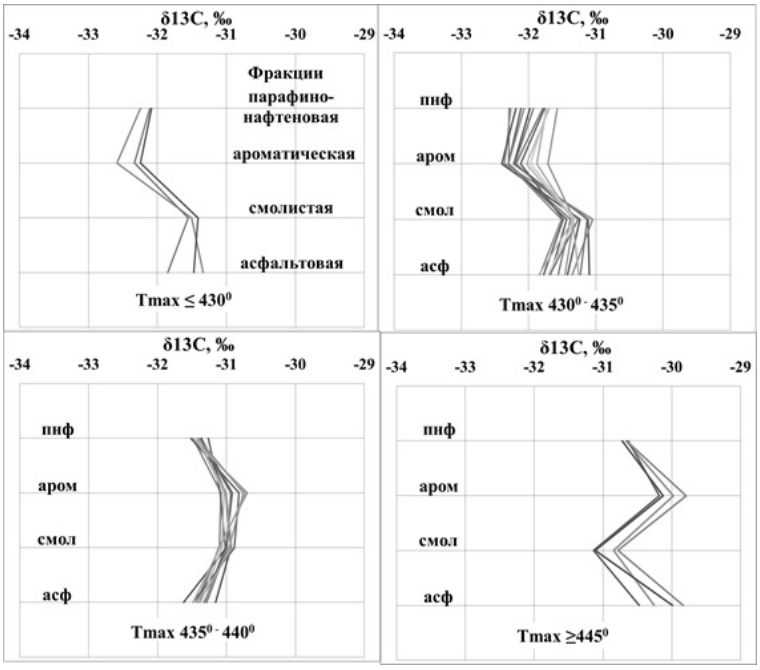


Рис. 3. Распределение ИСУ в зависимости от катагенетической зрелости генерировавшей породы между хроматографическими фракциями экстрактов

Таким образом, показано, что катагенез ОВ пород в большей степени утяжеляет ИСУ экстрактов, чем режим осадконакопления (диапазон изменения ИСУ составил около 2‰), причем ароматическая фракция наиболее ярко отражает воздействия высоких температур на ОВ (диапазон изменения ИСУ составил около 2,4‰). Менее выраженное, но хорошо фиксируемое утяжеление ИСУ битумоидов происходит при изменении режима осадконакопления с восстановительных условий в сторону окислительных (диапазон изменения ИСУ составил около 1,5%).

Полученные данные существенно дополняют выводы других исследователей и дают новую важную характеристику продуктов генерации ОВ пород баженовского горизонта.

Литература

1. Galimov E.M. Isotope organic geochemistry // Organic Geochemistry, 2006. – V. 37. – P. 1200 – 1262.
2. Лопатин Н.В. и др. Об изотопно-геохимической характеристике нефтей и органического вещества глин тюменской свиты Западно-Сибирского бассейна // Геология нефти и газа, 1992. – № 4. – С. 24 – 28.
3. Конторович А.Э. и др. Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества и битумоидов и некоторые спорные вопросы теории образования нефти // Геология и геофизика, 1986. – № 5. – С. 3 – 13.
4. Peters K.E. et al., Multiple oil families in the Western Siberian basin // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. – V. 78. – № 6. – P. 893 – 909.

РОЛЬ ХЕМОКЛИНА И ГАЛОКЛИНА В ОБРАЗОВАНИИ УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦЕВ

Я.Е. Жичко

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Хемоклин (от греч. *Chemeia* – химия, *klino* – наклоняю, изменяю) – граница резкого изменения гидрохимических параметров. Одним из его примеров в природе служит Чёрное море (рис. 1, а), в котором он разделяет поверхностный обитаемый слой (С-слой) и слой с повышенным содержанием сероводорода (далее H_2S). В статье [1] проведен анализ распределения активно-подвижных форм зообентоса, обнаруживаемого в месте контакта хемоклина водной толщи со склоном черноморской бентали.

Результатами исследований стали выводы о том, что в Чёрном море скопления глубоководного микро- и мейобентоса сосредоточены преимущественно в границах периферийной бентальной полосы черноморского хемоклина, причём их основная часть располагается несколько выше верхней границы сероводорода. Однако во всех случаях местообитания глубоководного бентоса в Чёрном море отличаются, пусть и гипоксическими, но аэрированными условиями среды (субоксидная и редокс зоны) [1].

В статье [3] авторы считают Чёрное море гигантским резервуаром не только H_2S, но и метана, который выделился, предположительно, в процессе деятельности микроорганизмов из трещин на дне моря, а также из внешних источников — подводных грязевых вулканов и холодных метановых сипов (рис. 1, б). В данном случае, зона хемоклина является одним из факторов утяжеления метана, выходящего на поверхность.

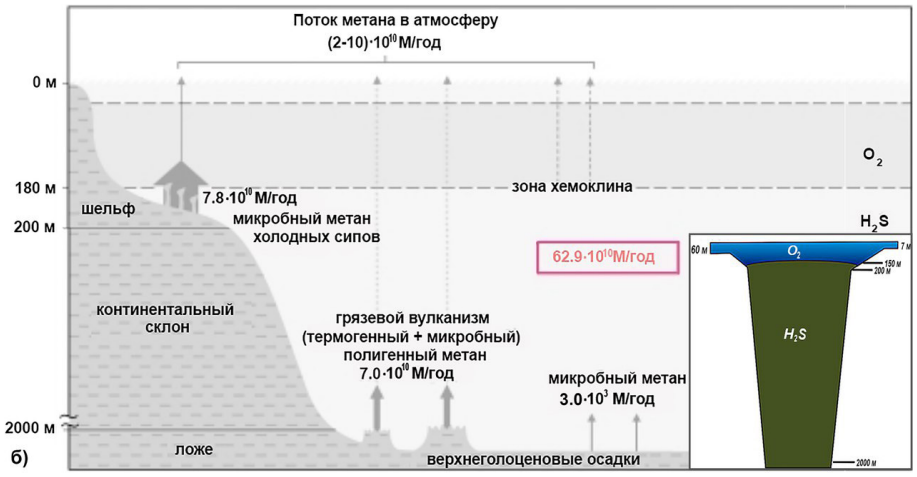


Рис. 1. А – Схема зональности Чёрного моря; Б – Баланс метана в Черном море. Цветом показана ежегодная микробная продукция CH_4 в водной толще [3]

Зарубежные исследователив статье [5], на примере формации Green River предполагают, что явление хемоклина способствует обогащению H_2S-бассейнов углеводородсодержащими породами. Это происходит благодаря бентосу, живущему на границе хемоклина, который при отмирании опускался на дно. Так как в водах, обогащенных H_2S, миграция затруднена, он уплотнялся и входил в состав пластовых нефтяных сланцев (рис. 2).

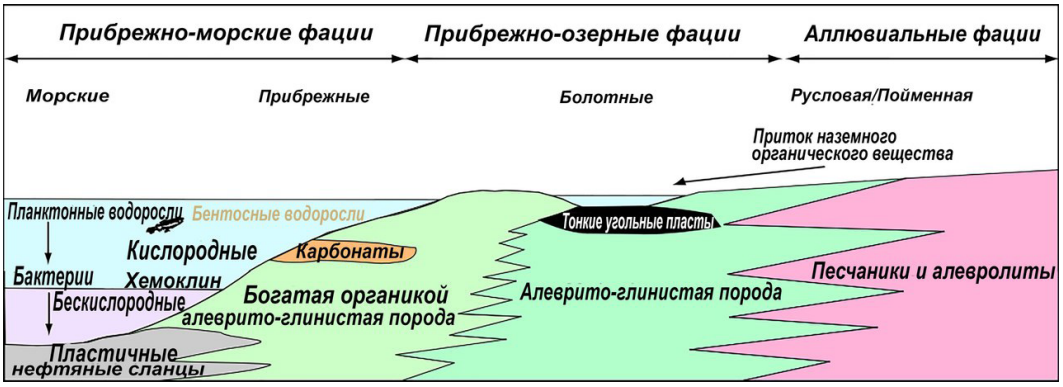


Рис. 2. Схема озерных и аллювиальных обстановок осадконакопления формации Green River [5, с дополнениями]

В то же время следует рассмотреть явление галоклина, который является одним из видов хемоклина. Он характеризуется резким изменением солености по вертикали, повышающей плотность воды и влияющей на её вертикальную стратификацию. По данным [6], при описании происхождения органического вещества в нефтематеринских породах, отмечено, что в субаэральных условиях органическое вещество легко уничтожается с помощью химических и микробиологических реакций вскоре после окисления, осаждения. Нефтематеринские породы хорошего качества могут быть сформированы в морях или озерах, в условиях кислородного голодания (явления хемоклина/галоклина). Такие условия называются анаэробными. Благодаря анаэробным условиям отсутствуют бентосные организмы, которые питались бы органическим веществом, необходимым для образования нефтематеринских пород. Вместе с тем, анаэробные условия предотвращают окисление этих веществ. Некоторые анаэробные бактерии, живущие в порах осадка, частично потребляют органическое вещество и уменьшают содержание SO_4, вырабатывая H_2S. В условиях осадконакопления растворенное железо с сероводородом образует пирит (FeS_2). В средах, где оседают карбонатные породы, как правило, отсутствует растворенное железо. Содержание сульфидов будет выше нормы, что в конечном итоге приводит к образованию нефти богатой серой, которая является низкокачественной.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что явления хемоклина и галоклина являются весьма благоприятными для образования нефти и газа. Рассмотрим это явление на примере баженовской свиты (Западная Сибирь). Известно, что большая часть пород баженовской свиты представлена битуминозными аргиллитами, или, как их по-другому их называют, углеродистыми (черными) сланцами. На ранних стадиях изучения углеродистых сланцев было замечено, что в условиях кислородного голодания, или полного отсутствия кислорода, разложение органики замедляется. В работе [2] на примере Черного моря описывается формирование углеродистых сланцев. Как указано выше, примерно на глубине 200 м существует зона раздела вод с нормальным/пониженным содержанием кислорода (повышенным содержанием H_2S). Формируемые породы представлены кремниевыми обломочными турбидитами, чередующимися с тонкослоистыми, обогащенными органикой известняками. В настоящее время происходит осаждение тонкослоистых известняков кокколитового состава. Но, больший интерес для оценки формирования черных сланцев имеет накопление в погруженных частях сапропелевых осадков.

Авторы описывают две модели формирования сапропелевых осадков – Страхова (1971) и Дьюсера (1974). Н.М. Страхов и его последователи рассматривают накопление сапропелевых масс, как результат резкого повышения «продуктивности» вод, обусловленной достижением некой критической отметки, в результате долгого накопления питательных веществ в обедненной кислородом части бассейна. Согласно этому механизму, существенные количества ОВ в сапропелевых глинах накапливались в условиях обогащенного кислородом столба воды. Дьюсер предположил, что благодаря галоклину, формирующему застойные условия, резко возрастает сохранность органического углерода глубоководных осадков.

Но в результате измерения содержания в сапропелевой толщи I/Br, а так же при обнаружении повышенного содержания Mn, было установлено, что формирование сапропелевых осадков происходило в условиях нормального содержания кислорода [2], что ставит под сомнение эти модели. В их защиту стал П.Б. Вигналл, высказавший предположение о существовании обогащенных металлами «микротурбидитов», которые переносили осадок с обогащенных кислородом склонов на дно бассейна [2]. Кислород в них содержится вместе с алюминием (Al_2O_3). Его содержание может достигать 10%. Это явление могло быть вызвано резким уменьшением осаждения других осадочных компонентов ($C_{орг}$ и Si_{bio}) [4].

Несмотря на явные противоречия, очевидна взаимосвязь хемоклина и образования углеродистых сланцев. Несомненно, этот вопрос заслуживает дальнейшего исследования и изучения, так как хемоклин может являться одним из факторов формирования нефтематеринских пород.

Литература

1. Гулин М.Б. Батиметрическое распределение живых активных форм зообентоса в хемоклине Чёрного моря // Морской экологический журнал. – Севастополь, 2013. – № 1. – С. 5 – 17.
2. Джафаров И.С. и др. Применение метода ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс] //petrogloss.narod.ru: Хрестоматия по петрофизике и интерпретации. URL: http://petrogloss.narod.ru/NMR07.pdf (дата обращения 24.12.2016).
3. Леин А.Ю., Иванов М.В. Крупнейший на Земле метановый водоем // ПРИРОДА. – Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”, 2005. – № 2. – С. 19 – 26.
4. Цветков Л.Д., Цветкова Н.Л. Некоторые вопросы теории тонкой слоистости сланцев // Сланцевые углеводороды. – Ярославль: Аверс Плюс, 2012. – 297 с.
5. Dubiel R.F. Chapter 5 Geology, Depositional Models, and Oil and Gas Assessment of the Green River Total Petroleum System, Uinta-Piceance Province, Eastern Utah and Western Colorado // Petroleum Systems and Geologic Assessment of Oil and Gas in the Uinta-Piceance Province, Utah and Colorado. – Denver: U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2003. – 41 с.
6. Leythaeuser D. Origin, migration and accumulation of petroleum // Encyclopedia of hydrocarbons. – Roma, 2005. – С. 65 – 84.

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР И РАЗВЕДОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ТАДЖИКИСТАНА

Дж.Ш. Зияев, Н.С. Сафаралиев, Ш.А. Одинаев
Научный руководитель доцент Н.С. Сафаралиев
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Для гидрогеологической оценки перспектив нефтегазоносности территории Таджикистана нами учитывались существующие гидрогеологические классификации показателей нефти и газа, а также в комплексе принимались общие гидрогеологические, гидрохимические, гидродинамические условия, воднорастворенные газы, органический состав воды, геотермические палеогидрогеологические условия бассейна, коэффициенты-показатели $\frac{rNa}{rCl}, \frac{rSO4}{Cl}, \frac{rK}{rNa}, \frac{rCl}{rBr}, \frac{rCl-rNa}{rMg}$ радиоактивность подземных пластовых вод. В данной статье гидрогеологические перспективы нефтегазоносности Таджикистана рассматриваются отдельно по бассейнам.

Вахшский бассейн. На территории Вахшского бассейна открыты 3 месторождения – Кичик-Бель, Акбаш-Адыр, Кызыл-Тумшук. Месторождение нефти Кичик-Бель бурением изучено до K_2, и в пределах изученности установлены I и II горизонты залежи нефти (бухарские слои палеогена $Р_1$bh). Пластовые воды $Р_1$bh и $Р_1$ak (акджарские слои палеогена) – высокоминерализованные, тип воды хлоридно-кальциевый, минерализация доходит до 226 г/л. В контактирующих водах с залежами в растворенном состоянии повышено содержание тяжелых углеводородов.

Пластовые воды K_2cm также обогащены углеводородами и такими микроэлементами как I, Br, B, NH_4, Sr и др. Водонасыщенный комплекс относится к эллизионному водонапорному комплексу с хорошими гидродинамическими условиями для сохранения залежей углеводородов. Поэтому верхнемеловые отложения на месторождении Кичик-Бель мы относим к числу перспективных горизонтов на нефть и газ.

Месторождение Акбаш-Адыр. Здесь перспективными горизонтами являются $Р_2$al, $Р_1$bh (палеоцен) и K_2m-km. В гидрогеологическом разрезе, начиная с алая, в водах повышается содержание брома с максимумом в туроне (K_2) – до 691,6 мг/л (скв. 41, интервал 1940-1960 м). Повышенные концентрации бора связаны с водами, контактирующими с залежами нефти. Таким образом, по показателям гидрохимии микрокомпонентов и др. K_2 отложения на месторождении Акбаш-Адыр являются перспективными на залежи углеводородов.

Месторождение Кызыл-Тумшук. Первый эоценовый водоносный комплекс представлен слабо минерализованным водами, тип воды сульфатно-натриевый, гидрокарбонатно-натриевый, инфильтрационного происхождения. Начиная с $Р_2$al, повышается минерализация, тип воды – хлоридно-магниевый и хлоридно-кальциевый, повышается содержание микроэлементов. Здесь, в маастрихте, установлен V-горизонт газовой залежи. Поэтому состав растворенных газов месторождения Кызыл-Тумшук отличается от растворенных газов месторождения нефти Кичик-Бель и Акбаш-Адыр. На Кызыл-Тумшуке в составе растворенного в воде газа метан, бутан, легкие углеводороды, тяжелые углеводороды нефтяного ряда почти отсутствуют, а на Кичик-Бель и Акбаш-Адыре, наоборот, в состав газов входят тяжелые углеводороды. Начиная с $Р_1$bh ниже K_2, в разрезе месторождений Кызыл-Тумшука увеличивается минерализация, повышается содержание микроэлементов: аммония – 583 мг/л, брома – 652 мг/л (скв. 37, интервал 1024 – 992 м), тип воды – хлоридно-кальциевый.

Разведочные площади Кичик-Донгоуз. На разведочной площади Кичик-Донгоуз содержание йода по разрезу изменяется от 7 мг/л до 45 мг/л, максимальное содержание бора отмечается в K_2 отложениях. В $Р_1$bh содержание нафтеновых кислот доходит 3,4 мг/л (скв. 3, интервал 840-845), в водах отложений K_2sm содержание брома 785 мг/л, йода 45 мг/л. Растворенные газы в K_2m – с глубиной увеличивается метан – до 74 % и этан – 125 % (скв. 115, интервал 2468-2535 м).

Разведочная площадь Кара-Дум. На этой площади изучены пластовые воды от $Р_1$bh до K_2t включительно. В бухарских ($Р_1$bh) водах содержание йода доходит до 22,34 мг/л (скв. 71, интервал 860-1080 м, открытий ствол), содержание брома в этом интервале 569 мг/л, хлор-бромный коэффициент – 293. Пластовые воды по всему разрезу вскрытых отложений – хлоридно-кальциевого типа. На площади Кара-Дум в растворенных газах содержание жирных углеводородов (C_3H_8, C_4H_{10} и др.) в маастрихт-туроне повышается. Например, (скв. 4к, в интервале 790-1050 м) содержание C_2H_6 – 7,4 %, C_3H_8 – 0,4 %, C_4H_{10} – 0,4 %, в этом интервале содержание газов (O_2, N_2, CO_2) незначительно.

Разведочная площадь Кара-Бура. В разрезе площади Кара-Бура изучены пластовые воды от алая ($Р_2$al) до маастрихта. Максимальное содержание йода имеется в пластовых водах акджарских слоёв ($Р_1$ak), – 104 мг/л (скв. 156, интервал 2648-2655 м). В бухарских слоях палеогена содержание брома повышено – 686 мг/л (скв. 156, интервал 2592-2575 м). По всему разрезу площади Кара-Бура хлорбромный коэффициент изменяется от 200 до 280, т.е. меньше 300, минерализация этих вод высокая.

Исходя из геолого-гидрогеологических и гидрохимических данных, можно заключить, что в Вахшском бассейне перспективными площадями являются Кичик-Донгоуз, Кара-Дум, Кара-Бура. Поиски и разведку на нефть и газ можно проводить на этих площадях, а также на уже открытых месторождениях с целью обнаружения новых залежей нефти и газа в нижележащих меловых и юрских отложениях.

Таким образом, на месторождениях Кичик-Бель, Акбаш-Адыр, Кызыл-Тумшук и площадях Кичик-Донгоуз, Кара-Дум возможно выделить перспективные эоценовые ($Р_2$al), палеоценовые ($Р_1$bh), верхнемеловые (K_2m-km, K_2s), нижнемеловые (K_1alb, K_1g, K_1v) и юрские отложения (J_3gr).

Душанбинский бассейн. На территории Душанбинского бассейна выделены три зоны антиклинальных поднятий: Северная, Центральная и Южная.

В геологическом строении Душанбинского бассейна участвуют осадки Mz-Kz, а также кристаллические породы палеозойского фундамента, на которых с угловым стратиграфическим несогласием залегают отложения P-T и терригенные породы, проблематично J_2 возраста, которые перекрываются нерасчлененными J_1 отложениями, представленными толщей пород переслаивания карбонатов, ангидритов с пропластками песчаников и алевролитов. Мощность отложений юры колеблется в пределах от 200 до 350 м.

На территории Душанбинского бассейна выявлены три месторождения – Шаамбары, Комсомольское и Андыген, в которых установлено 28 залежей нефти, газоконденсата и газа. На месторождении Комсомольское – 11, Шаамбары и Андыген – 14 залежей [2]. Скопления нефти рассматриваемой территории связаны с коллекторами эоцена ($Р_2$al) и валанжина, скопления газа и газоконденсата – с коллекторами K_2s, K_1alb, K_1ap, K_1g и J_3gr. Наличие многочисленных дизъюктивных дислокаций создаёт благоприятные условия для образования тектонических ловушек экранированного типа. Такой ловушкой в пределах Душанбинского бассейна можно назвать структуру Западные Шаамбары, перспективную на нефть и газ.

Месторождение Комсомольское. В разрезе этого месторождения можно выделить четыре водоносных комплекса. Для первого водоносного комплекса характерны инфильтрационные воды, которые являются бесперспективными на нефть и газ. Бухара-акджарский водоносный комплекс приурочен к карбонатным породам. Пластовые воды этого комплекса различны: хлоридно-кальциевые, хлоридно-магниевые и сульфатно-натриевые с минерализацией от 4,3 до 50,6 г/л. Месторождение Комсомольское сильно разбито тектоническими нарушениями, поэтому иногда инфильтрационные воды проникают вглубь до нижнемеловых отложений.

Верхнемеловой водоносной комплекс представлен маастрихт-кампан-турон-сеноманскими водоносными горизонтами, сложенными терригенно-карбонатными породами. Воды этого комплекса высокоминерализованные – от 65 г/л до 232 г/л, тип воды хлоридно-кальциевый. Нижнемеловой комплекс имеет различные типы вод – от хлоридно-кальциевых до сульфатно-натриевых и гидрокарбонатно-натриевых.

Юрский водоносный комплекс сложен терригенно-карбонатными и гипсовыми породами. Пластовые воды в основном хлоридно-кальциевые, минерализация от 35 г/л до 144,6 г/л. Сульфатно-натриевые воды вскрыты скважиной 189 в интервале 1865-1856 м, минерализация – 14,9 г/л. Эти воды не присущи юрским водам. На месторождении Комсомольское имеются залежи газа в K_1alb, K_1ap и J_3gr отложениях. Здесь перспективными горизонтами на газ являются кампан-маастрихт-сеноманские слои.

Месторождение Андыген. В гидрогеологическом разрезе месторождения можно выделить следующие водоносные комплексы: эоцен-палеогеновый, маастрихт-туронский, сеноман-баремский, готерив-валанжинский и юрский. В низах первого комплекса выделяются акджарский водоносный горизонт, который содержит рассолы с минерализацией 63 мг/л, тип воды хлоридно-кальциевый.

В Душанбинском бассейне по результатам изучения геологии и гидрогеологии перспективными на нефть и газ являются месторождения Шаамбары, Комсомольское, Андыген – K_2 и J_3gr, а из разведочных площадей перспективными являются Рохати, Южний Гумбулак, где в растворённых газах в воде повышено содержание аммония (70 мг/л) и бора (43 мг/л) и др.

Кулябский бассейн. На территории Кулябского водонефтегазоносного бассейна выявлено более 40 локальных структур, они сгруппированы в 10 групп структур. Многие из них отличаются крупными размерами и характеризуются по данным геологии, геофизики, гидрогеологии и структурного бурения хорошей закрытостью и потенциально продуктивными горизонтами. В пределах Кулябского бассейна до настоящего времени открыты 3 месторождения (нефтегазовая Бештентяк, газовые Сюльдузи и Ходжа-Сартез).

В первую группу структур входят Кангуртская, Яфучская, Нуранчская. Сводовая часть этих структур гипсометрически высоко поднята и сильно разбита разрывными нарушениями, что привело к разрушению залежи нефти и газа. Здесь перспективными на газ является только верхнеюрские отложения.

Северный Таджикистан (ЮЗ Ферганского бассейна). Как известно, в части Ферганского бассейна, находящейся на территории Таджикистана, выделяются три зоны антиклинальных поднятий: Северная, Центральная и Южная. До настоящего времени в Северном Таджикистане открыто 12 месторождений. Залежи углеводородов в основном приурочены к палеогеновым отложениям южного борта Ферганской впадины и центральной мегаграбен-синклинали. Региональными нефтегазоносными горизонтами являются IX, VII, V и II пласты $Р_{1-2}$. XIV, XV пласты в меловых отложениях IXa, VIII, VIIa, VI, IV, IVa, IIa в Р, в связи с литологической изменчивостью и невыдержанностью по региону, представляют интерес лишь на отдельных площадях.

По результатам геолого-гидрогеологического изучения состояния месторождений в Северном Таджикистане перспективными отложениями на нефть и газ можно назвать отложения Р, K_2 и J_3, из разведочных площадей перспективными являются Махрамская, Восточно Ниязбекская, Патарская, Кировская и Северный Каракчикум.

Таким образом, перспективными на нефть и газ являются палеогеновые, верхнемеловые и верхнеюрские отложения. Нижнемеловые отложения могут быть перспективными в том случае, если происходит миграция углеводородов по тектоническим нарушениям из нижележащих юрских газоносных отложений.

Литература

1. Зияев Дж.Ш. Приведенные давления и направление возможного движения подземных вод в Вахшском нефтегазоводоносном бассейне / Дж.Ш. Зияев, Н.С. Сафаралиев // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Междунар. симпозиума им. ак. М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания ТПУ. – Томск: Изд-во Томского политехнического университ
2. Зияев Ж. Гидрогеологическая оценка перспектив нефтегазоносности Вахшской впадины // Геология и геоэкологические проблемы использования горючих полезных ископаемых Таджикистана: Материалы республиканской конференции. – Душанбе: Изд-во Таджикского национального университета, 2011. – 59 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЧВОРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ГЕОТЕРМИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

И.В. Иванов, В.А. Смирнов
Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность. Преобразование осадка в горную породу – составная часть литогенеза – контролируется термодинамическими условиями. Параллельно происходит и преобразование органического вещества [3]. Основным источником формирования залежей углеводородов (УВ) в ловушках верхнеюрского и мелового нефтегазоносных комплексов (НГК) Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции является рассеянное органическое вещество (РОВ) баженовской свиты (J_3tt bg). Оценить готовность материнской свиты генерировать нефть актуально для нефтегазовой геологии. Задача наших исследований – восстановить термическую историю баженовских отложений в разрезе Чворового месторождения, оценить время вхождения баженовской свиты в главную зону нефтеобразования (ГЗН) и длительность нахождения материнской свиты в ГЗН.

Чворовое месторождение в тектоническом плане приурочено к одноименному локальному поднятию, осложняющему северный залив Нюрольской мегавпадины, разделяющий Каймысовский свод и Средневасюганский мегавал (рис. 1). Как поисковый объект, структура выявлена в 1975 г. (Стрелкова В.В.), подготовлена к бурению в 1977 г. (Рубинштейн В.И.). По отражающему горизонту IIа (подошва баженовской свиты) представляет собой антиклинальную складку северо-западного простирания, осложненную тремя куполами, оконтуренную сейсмоизогипсой -2740 м (рис. 2).

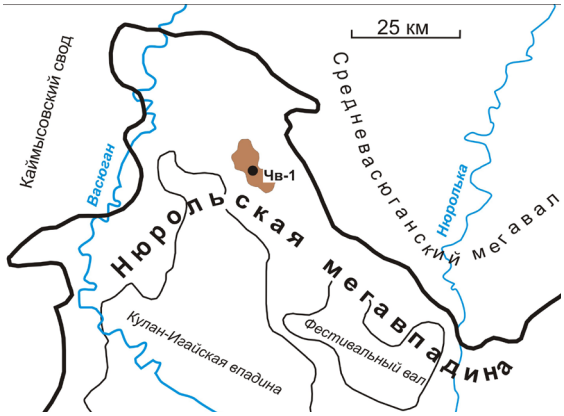


Рис. 1. Обзорная схема

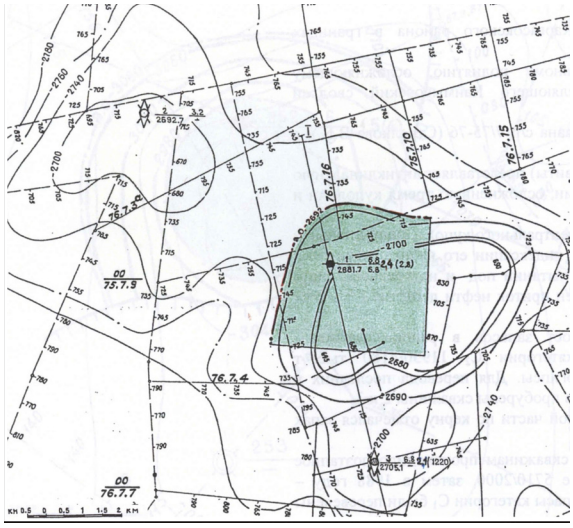


Рис. 2. Структурная карта по отражающему горизонту IIа и подсчетный план

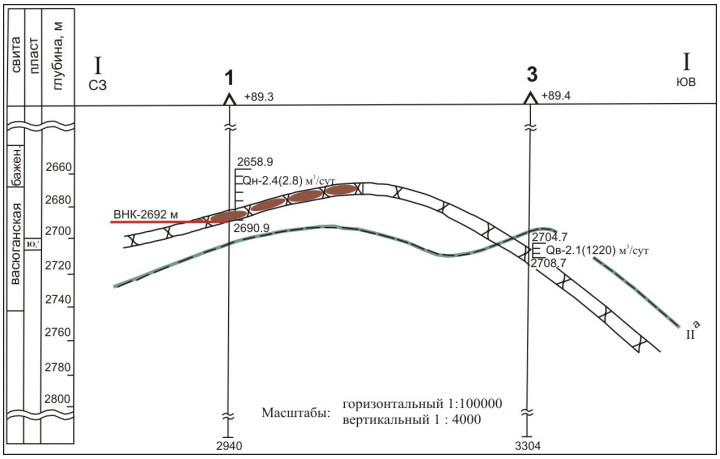


Рис. 3. Геологический профиль по линии I-I Чворового месторождения

В бурение структура введена в 1979 г. Продуктивный пласт $Ю_1^3$ верхней юры вскрыт скважиной 1 в центральном куполе (рис. 3). Приток нефти дебитом 2,4 м^3/сут. на штуцере 2,8 мм получен с применением различных методов интенсификации. По этим результатам в 1980 г. посчитаны запасы в районе скважины

первооткрывательницы. Для перевода запасов в промышленную категорию в 1982-83 гг. в пределах двух других куполов пробурены скважины 2 и 3. Скважина 2 по техническим причинам не опробована, хотя в надугольной части по керну отмечался запах углеводородов, в скважине 3 получена пленка нефти. Месторождение находится в нераспределенном фонде недр и состоит в группе законсервированных.

Исходные данные приведены в таблице. Для палеотектонической реконструкции применена стратиграфическая разбивка по скважине. При палеотемпературном моделировании использованы пластовые температуры, измеренные при геофизических исследованиях скважины и палеотемпературы, рассчитанные по отражательной способности витринита (ОСВ).

Таблица

Характеристика разреза скважины Чворовая 1

№ п/п	Характеристика	
1	Забой, м	2940
2	Отложения на забое (свита)	тюменская свита, 120 м
3	Кровля баженовской свиты, м	2727
4	Толщина баженовской свиты, м	23
5	Толщина меловых отложений, м	2146
6	Толщина палеогеновых отложений, м	535
7	Толщина неогеновых и четвертичных отложений, м	45
9	Результаты испытаний (интервал; тип флюида; пластовая температура)	2744-2756; нефть/газ; 97 °С 2765-2772; нефть/газ; 97 °С
10	Температура, рассчитанная по отражательной способности витринита (ОСВ)	115 °С – 2917 м

Методика исследований. Восстановление термической истории отложений баженовской свиты выполнено на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования [1]. Осадочная толща описывается: мощностями стратиграфических комплексов (hi), для каждого из которых заданы теплопроводность (λi), температуропроводность (ai), плотность тепловыделения радиоактивных источников (fi) в породах осадочного разреза и время осадконакопления (ti). По распределению температур в скважине рассчитывается тепловой поток (q) через поверхность подстилающего основания, таким образом, решается обратная задача геотермии. Затем решается прямая задача геотермии – по известному значению q рассчитываются температуры в заданных точках осадочной толщи на любые моменты геологического времени, соответствующие моментам завершения формирования свит. Пороговая температура вхождения в ГЗН для баженовской нефтематеринской толщи, содержащей РОВ сапропелевого типа, принята 85 °С [2].

Результаты исследования. Рассчитанный тепловой поток из «основания» осадочного чехла в скважине Чворовая 1 составил 52 мВт/м^2. С помощью палеотемпературного моделирования восстановлена термическая история баженовских отложений на двадцать ключевых моментов геологического времени. Интенсивное нефтеобразование началось в сантон-кампане 73,2 млн. лет назад на завершающем этапе формирования славгородской свиты (K_2 sl). Максимум палеотемператур в очаге баженовских нефтей приходится на время максимального прогрева осадочной толщи, что соответствует геологическому времени в 37,6 млн. лет назад [1]. Очаг интенсивного нефтеобразования баженовских нефтей в разрезе скважины «работает» до настоящего времени.

Литература

1. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
2. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) / Л.М. Бурштейн, Л.В. Жидкова, А.Э. Конторович и др. // Геология и геофизика, 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070 – 1078.
3. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.

ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ ТАДЖИКИСТАНЕ

М.Х. Ишанов, Д.М. Ишанов
Научный руководитель доцент М.Х. Ишанов
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Усовершенствование методики поисков скоплений нефти и газа, разработка оптимальной схемы ведения поисково-разведочных работ применительно к геологическим условиям ЮЗ Таджикистана являются важнейшими задачами нефтегазопоисковых работ. Эффективность геологоразведочного процесса на поиски месторождений углеводородов определяется не только качеством подготовки площадей (структур) под бурение, количеством пробуренных скважин на каждую залежь, но и выявлением закономерностей формирования и размещения месторождений нефти и газа. А это в свою очередь зависит от выбора рациональной методики поисково-разведочных работ. Решение этих задач особенно важно не только для ЮЗ Таджикистана, но и для всей Таджикской депрессии и прилегающих нефтегазоносных регионов, где отмечается низкая эффективность нефтегазопоисковых работ. Это обусловливает необходимость создания новых высокоэффективных научных разработок в области методики поисков, разведки и внедрения их в производство.

Некоторые особенности геологического строения ЮЗ Таджикистана, влияющие на выявление залежей нефти и газа. Перспективные земли для поисков месторождений нефти и газа в ЮЗ Таджикистане занимают от 28 до 30 тыс. км^2. В тектоническом отношении это крупная впадина (или отрицательная структура). В строении рассматриваемого региона принимают участие геосинклинальные, платформенные и постплатформенные орогенные отложения. Промышленная нефтегазоносность связана с J, K и Ꝑ отложениями. Современный структурный план Таджикской депрессии, куда входит и ЮЗ Таджикистан, был сформирован в N-Q_4 этап развития региона. В ЮЗ Таджикистане выделяются две крупные антиклинальные зоны Кафирниганская и Обигармская и три синклинальные зоны – Кулябская, Вахшская и Предгиссарская (Душанбинский прогиб). В антиклинальных зонах наблюдается наличие мощного (до 15 км) [8] нарушенного осадочного чехла, интенсивно смятого в складки и надвиговую структуру. В синклинальных зонах отмечается несоответствие структурных планов надсолевых K-Ꝑ-N и подсолевых юрских структур. Большинство антиклинальных структур осложнено тектоническими нарушениями. Здесь развит соляной диапир, связанный с тангенциальными движениями с востока со стороны Памиро-Алайской тектонический зоны и имеющий различную морфологию складок. Амплитуда горизонтального движения достигает до 17 км [7, 8]. Выявленные к настоящему времени в ЮЗ Таджикистане месторождения нефти были сформированы как залежи в платформенный период развития региона, поэтому они сохранились в синклинальных зонах в виде отдельных залежей, которые были частично разрушены последующими тектоническими процессами. В антиклинальных зонах большинство ранее сформированных залежей были либо полностью разрушены, либо сохранились в виде небольших скоплений (например, Северная Курганча, Южный Кум в Кафирниганской зоне).

Разломы в осадочных породах ЮЗ Таджикистана. На территории ЮЗ Таджикистана выделяются три вида разломов. Разломы – глубинные ЮС простирания, пронизывающие Q, N, Ꝑ и K образования и теряются в гаурдакских солях верхнеюрских отложений: глубинные разломы также ЮС простирания, пронизывающие Q, N, Ꝑ и K отложения и гаурдакские соли J_3. Третий вид разрывных нарушений имеет простирание в ВЗ направлениях. Они пронизывают Q, N, Ꝑ и частично K образования. Эти разломы выявлены при дешифрировании космических снимков, они короткие, но частые. Первые два вида глубинных разломов своим образованием связаны с платформенным этапом развития Таджикской депрессии и продолжают существовать и в настоящее время. Разрывные нарушения ВЗ направлений своим происхождением связаны с постплатформенным этапом развития Таджикской депрессии и образованы в результате тангенциального давления со стороны Памиро-Алая на Таджикскую депрессию. По этим разрывным нарушениям, вероятно, происходит надвигообразование в антиклинальных зонах ЮЗ Таджикистана и сокращение площади Таджикской депрессии не менее чем на 90 км с востока на запад (П.К. Азимова и др., 1986 г.). По глубинным разломам ЮС простирания, которые пронизывают гаурдакские соли J_3 и достигают верхнеюрские карбонатные толщи, вероятно, происходит вертикальная миграция углеводородов из нижнего юрского структурного этажа в верхний K-Ꝑ этаж.

Методика геологоразведочных и нефтегазопоисковых работ в ЮЗ Таджикистане. Геологоразведочные работы на изучение структур и поиски месторождений нефти и газа на территории ЮЗ Таджикистана проводились по единым методикам и положениям [1, 3, 8, 10, 11, 12]. По этим методикам и положениям в ЮЗ Таджикистане на 85 пробуренных площадях было открыто около 13-15 месторождений. Коэффициент успешности составлял 0,2. В среднем в 8, из 10 опоискованных, ловушках в K-Ꝑ отложениях залежей углеводородов в продуктивных горизонтах не обнаружено [8]. С целью выявления причины, препятствующей обнаружению и открытию крупных нефтегазовых месторождений в ЮЗ Таджикистане, нами [4, 5, 6, 7] были проведены исследования по тематике «Причины, препятствующие открытию крупных нефтегазовых месторождений в ЮЗ Таджикистане», где были рассмотрены вопросы закономерностей формирования и размещения месторождений нефти и газа в Таджикской депрессии, Амударьинской и Мургабской впадинах. Исследования показали, что история геологического развития Душанбинского прогиба ЮЗ Таджикистана во многом аналогична истории развития Амударьинской впадины на платформенном этапе развития. В этих регионах соли гаурдакской свиты (J_{3gr}) либо отсутствуют (Душанбинский прогиб), либо характеризуются небольшими мощностями (Амударьинская впадина), что способствует вертикальной миграции углеводородов из нижнего (юрского) структурного этажа в верхний надсолевой этаж. В то же время в Мургабской впадине также как и в Кулябской, Обигармской, Кафирниганской,

Вахшской и Сурхандарьинской зонах Таджикской депрессии, между нижним и верхним структурными этажами залегает мощная толща солей гаурдакской свиты (J_{3gr}). Так, например, мощность (J_{3gr}) солей, вскрытых на площади Южный Каратау (Обигармская зона), составила более 3 км, а на площади Ходжа-Сартез, по данным Г.С. Волоса [2, 3], было выжато соли из гаурдакской свиты на поверхность Земли около 1 млрд. т. В то же время мощность солей в Байрамской зоне составляет около 1600-1800 м, и они, согласно исследованиям В.Я. Соколова и Э.Л. Рошкова [14], препятствуют вертикальной миграции углеводородов из юрских отложений в меловые. Эти авторы также указывают, что в структурах, которые не имеют связи через глубинные разломы между меловыми и юрскими отложениями ловушки их в меловых отложениях пустые, а те, которые такую связь имеют, заполнены углеводородными газами, что указывает на вертикальную миграцию углеводородов из юрских отложений в меловые. На вертикальную миграцию углеводородов из J отложений в K, по геохимическим исследованиям, указывают И.С. Старобинец [13] и В.Е. Нарышная [9].

Применение прямых методов поисков месторождений нефти и газа в нефтегазовой геологии. В последние годы в практику нефтегазопоисковых работ начали внедряться прямые методы поисков залежей нефти и газа – это геохимические и геофизические методы поисков залежей углеводородов [15]. Сущность предлагаемых прямых методов поисков месторождения углеводородных газов заключается в том, что в погребенных структурах, связанных с глубинными разломами, которые проникают из верхнего ₽-K структурного этажа в нижний юрский структурный этаж, проводят поисково-разведочное бурение на поиски месторождений газа, как в меловых, так и в юрских отложениях. Как показало поисково-разведочное бурение на ЮЗ Таджикистана, на 8 (из 10 пробуренных) скважинах ловушки структур на этих площадях по палеогеновым отложениям оказались пустыми, они не имели связи по глубинным разломам с юрскими структурами. Доказательством этой закономерности могут служить выявленные в Вахшской зоне месторождения Кызыл-Тумшук, Акбашадыр и Кичик-Бель. Исследования показали, что мел-палеогеновые отложения месторождения Кызыл-Тумшук связаны с глубинными разломами, которые проникают из верхнего структурного этажа в нижний. Углеводородный газ на месторождении Кызыл-Тумшук состоит из метана (до 98%). Кроме того здесь в верхнемеловых отложениях наблюдается зона аномально высокого пластового давления (АВПД), по-видимому, связанная с вертикальной миграцией углеводородов из J и K_1 отложений в K_2 и ₽ отложения. В то же время осадочные толщи структур Кичик-Бель и Акбашадыр, не имеющие связь с нижним структурным этажом, имеют нефть в ₽ отложениях – тяжелую, высокосмолистую, сернистую, окисленную. Эти нефти не обогащались углеводородами из J нефтегазоносных комплексов. Эта же закономерность наблюдается и в Кулябской зоне. В то же время на структурах Ходжа-Мумин, Танапчи и др. (Кулябская зона) связь между верхним структурным этажом и нижним J этажом отсутствует, хотя и здесь имеются глубинные разломы, но они теряются в солях гаурдакской свиты.

Поэтому закономерность размещения залежей газа по юрским и меловым нефтегазоносным комплексам, установленная в Байрамской зоне Мургабской впадины, прослеживается и в синклинальных зонах ЮЗ Таджикистана.

Литература

1. Васильчиков М.В., Лебзин Е.В. Методика и дальнейшее направление поисково-разведочных работ на нефть и газ в Юго-Западном Таджикистане // Проблемы нефтегазоносности Таджикистана: Труды ВНИГНИ. – М., 1973. – Вып. 142: – С. 15 – 23.
2. Волос Г.С. Каменная соль месторождений Юго-Западного Таджикистана. – Душанбе, 1993. – С. 9 – 17.
3. Волос Г.С., Каломазов Р.У., Коробко В.С. Состояние и пути повышения эффективности поисково-разведочных работ на территории Таджикистана // Геологическое строение и критерии прогноза нефтегазоносности Юга СССР: Труды ВНИГНИ. – М., 1982. – Вып. 241: – С. 30 – 14.
4. Ишанов М.Х. Геохимия органического вещества и прогноз нефтегазоносности юрских отложений Юго-Западного Таджикистана // Геология и разработка нефтяных месторождений Средней Азии. – М.: ВНИИЭНГ, 1974. – С. 57 – 61.
5. Ишанов М.Х. Научное прогнозирование нефтегазоносности осадочного чехла Таджикской впадины // Проблемы нефтяной и инженерной геологии Таджикистана. – Душанбе, 1971. – Вып. 1. – С. 30 – 35.
6. Ишанов М.Х. Некоторые вопросы нефтегазоносности и регионально-нефтегазоносные комплексы юрских и меловых отложений Мургабской, Амударьинской и Таджикской впадины и их характеристика // Проблемы нефтяной и инженерной геологи Таджикистана. – Душанбе, 1971. – Вып. 1. – С. 66 – 74.
7. Ишанов М.Х., Ишанов Д.М. Причины, препятствующие обнаружению открытия крупных нефтегазовых месторождений Юго-Западного Таджикистана (материалы республиканской конференции) // Геология и геоэкологические проблемы исследования горючих ископаемых Таджикистана. – Душанбе, 2011. – С. 27 – 32.
8. Каломазов Р.У., Коробко В.С., Юртаев Ю.С. Основные направления и методика геологоразведочных работ на нефть и газ в Юго-Западном Таджикистане (обзор информации). – Душанбе, 1986 – С. 2 – 22 с.
9. Нарынская В.Е. Геохимия природных газов Средней Азии. – Л.: Недра, 1965. – С. 159 – 165.
10. Основы теории оптимизации разведки нефтяных месторождений / Л.Д. Кноринг. – Л., 1980. – 304 с.
11. Положение о порядке приема и учета нефтегазоперспективных структур и объектов аномалий типа залежей (АТЗ) и подготовка их характеристик для ввода в ЭВМ. – М., 1979. – 30 с.
12. Положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ. – М.,1983. – 15 с.
13. Старобинец И.С. Геохимия нефтей и газов. – М.: Недра, 1966. – С. 49 – 329.
14. Сырьевая база развития газовой промышленности Средней Азии (Геологические предпосылки) / Под редакцией В.Г. Васильева. – Л.: Недра, 1970. – С. 167 – 186.
15. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа / А.А. Бакиров, Э.А. Бакиров, В.С. Мелик-Пашаев, Г.М. Юдин. – М.: Высшая школа, 1976. – С. 250 – 275.

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ОБНАЖЕНИЙ МЫСА МУОСТАХ (БЫКОВСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

М.З. Кажумуханова

Научные руководители: доцент Т.Г. Перевертайло, инженер-исследователь А.А. Гринько, профессор И.В. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многолетние исследования прибрежной зоны шельфа южной части моря Лаптевых и Быковского полуострова показали [1-6], что при катастрофическом по темпам термоабразионном разрушении берегов происходит не только перемещение береговой линии и изменение подводного рельефа, но и высвобождение огромных масс реликтового органического углерода с вовлечением его в современный биогеохимический цикл [2, 6].

Цель работы – изучение литологического состава и органического вещества пород обнажений мыса Муостах полуострова Быковский.

Объектами исследования являются образцы осадков, отобранные по клифу мыса Муостах (полуостров Быковский), а также образец осадка конуса выноса, отобранный в стороне от клифа. Ранее аналогичные исследования проводились нами при характеристике донных отложений северной части моря Лаптевых [4].

Наименования образцов соответствуют метражу их отбора по разрезу. Образцы волноприбойной ниши (ВП1) и конуса выноса (КВ1) были отобраны на уровне 1 метр относительно уровня моря (табл.).

Гранулометрический анализ проводился ситовым методом. Минералогический состав изучался под бинокулярным микроскопом отдельно по песчаной и алевритовой фракциям. Общее содержание органического углерода и содержание легколетучих органических соединений в осадках определялись на пиролизаторе «Rock-Eval 6 Turbo» VINCI Technologies. Определение изотопного состава органического углерода в декарбонатизированных образцах породы проводили на изотопном масс-спектрометре DELTA V ADVANTAGE. Органическое вещество экстрагировали из осадков в аппарате Сокслета в течение суток. Далее полученные экстракты делили на фракции методом колоночной хроматографии на силикагеле. В рамках данной работы исследовали парафино-нафтеновую фракцию хроматомасс-спектрометрическим методом на приборе Bruker SCION 436 GC TQ с использованием кварцевой капиллярной колонки HP-5MS (длина 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм). Температура испарителя 300 °С, Начальная температура печи колонки 40 °С, нагрев 5 °С/мин до 150 °С, 3 °С/мин до 310 °С, выдержка при 310 °С – 20 мин.

По гранулометрическому составу выделены фракции размерностью до 1,25 мм. В их составе преобладает псаммитовая фракция, содержание которой составляет от 31 до 91 %. Менее распространены пелитовая (до 53 %) и алевритовая (от 3 до 15 %) фракции. Согласно классификации осадочных обломочных горных пород, образцы представлены преимущественно крупнозернистыми песками, реже глинами. По данным гранулометрии построены кумулятивные кривые, рассчитан коэффициент отсортированности, изменяющийся в пределах 1,6-3,98, свидетельствующий о хорошей сортировке обломочного материала у песков.

По минералогическому составу отложения разреза относятся к аркозовым граувакам. В качестве породообразующих компонентов в них отмечаются зерна кварца (прозрачные, неокатанные, местами с железистыми налетами и пленками, присутствуют в количестве от 5 до 25%), плагиоклазов (выветрелые неокатанные, до 10-30%), обломки горных пород (сланцев, диабазов, габбро, до 40-60 %). Пески обогащены (до 15-20%) хлоритом и слюдами: сильно выветрелыми и серицитизированными разностями мусковита и хлоритизированными зернами биотита. Акцессорные минералы составляют до 5%, образуют преимущественно роговообманково-пироксеновую ассоциацию из неокатанных зерен роговой обманки и пироксенов (розовато-коричневый авгит, зеленовато-черный диопсид), отмечаются гранаты альмандинового ряда, сфен, эпидот. Из рудных минералов присутствует ильменит, обладающий магнитными свойствами, черным цветом и ярким металлическим блеском. Повсеместно отмечается наличие хитиновых остатков современных насекомых.

Содержание $\delta^{13}C$ в исследуемых образцах варьирует в широких пределах (от -23,60 до -28,00 ‰) (табл.).

Таблица

Геохимические коэффициенты и данные Rock-Eval анализа осадочного материала

№ образца	Параметры Rock-Eval						
	S1, мг/г	S2, мг/г	S3, мг/г	TOC, % мас.	HI, мг/г	OI, мг/г	MinC, %мас.
21,5	36,13	104,94	70,34	34,15	307	206	1,61
20	5,20	15,74	6,78	5,35	294	127	0,22
15	0,19	2,21	3,26	2,02	109	161	0,18
11	0,13	1,39	2,62	1,72	81	152	0,15
5	0,02	0,14	0,99	0,96	15	103	0,11
ВП1	0,57	5,14	4,30	2,75	187	156	0,17
КВ1	0,50	3,84	4,67	2,94	131	159	0,22

№ образца	$\delta^{13}C$, ‰	Геохимические коэффициенты, рассчитанные на основе ХМС данных				
		Pr/Phy	K_i	A/B	C/D	CPI
21,5	-28,00	1,30	0,50	0,19	0,16	6,94
20	-27,20	0,78	0,27	0,28	0,07	7,17
15	-24,30	1,20	0,34	0,18	0,06	9,19
11	-24,30	1,01	0,47	0,31	0,15	7,55
5	-23,60	0,38	0,52	0,44	0,03	3,94
ВП1	-26,20	1,02	0,30	0,34	0,07	6,66
КВ1	-27,60	1,31	0,36	0,22	0,08	7,18

Примечание: A/B – отношение суммы площадей пиков н-алканов по четной огибающей к сумме площадей пиков высокомолекулярных н-алканов – маркеров высшей наземной растительности по m/z 57; C/D – отношение суммы площадей пиков низкомолекулярных н-алканов к сумме пиков высокомолекулярных алканов по четной огибающей по m/z 57, K_i = (Pr+Phy)/(nC_{17}+nC_{18}); Pr – пристан; Phy – фитан; CPI = 0,5*[(C_{25}+C_{27}+C_{29}+C_{31}+C_{33})/(C_{24}+C_{26}+C_{28}+C_{30}+C_{32})+ ($C_{25+}$$C_{27}$+$C_{29}$+$C_{31}$+$C_{33}$)/($C_{26}$+$C_{28}$+$C_{30}$+$C_{32}$+$C_{34}$)]; TOC – total organic carbon (количество органического углерода), % мас.; S1 – количество летучих (300 °C) органических соединений, мг/г породы; S2 – количество летучих продуктов деструкции органического вещества, мг/г породы; HI – S2 x 100/TOC, мг продуктов деструкции / г органического углерода; MinC – содержание минерального углерода, % мас.

Количество летучих органических соединений (количественно равное экстрагируемой части органического вещества породы – параметр S1) в осадках невелико по сравнению с продуктами деструкции органического вещества (параметр S2). Таким образом, можно заключить, что основная масса органического вещества представлена высокомолекулярными нелетучими соединениями – био-геополимерами (табл.).

По полученным данным построена литологическая колонка разреза мыса Муостах (рис. 1, А и Б) и рассчитаны зависимости распределения органического вещества (ТОС) и изотопного состава органического углерода ($\delta^{13}C$) (рис. 1, В).

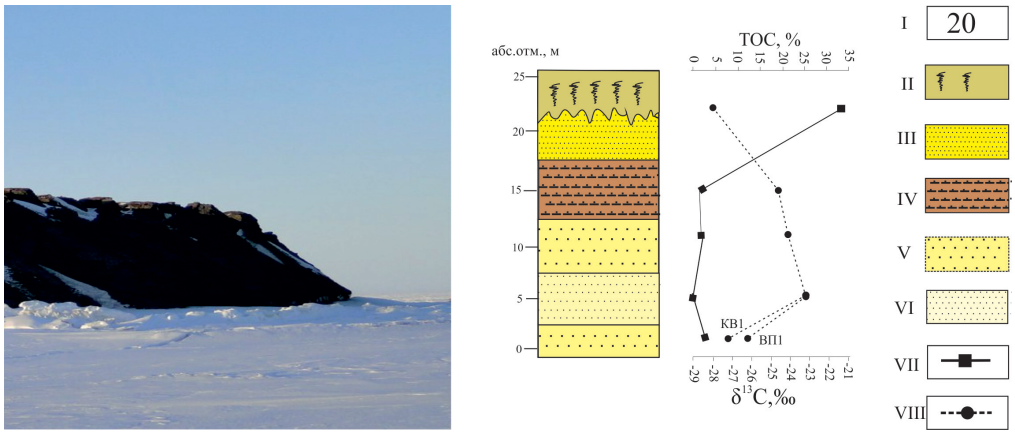


Рис. 1. Распределение общего содержания и изотопного состава органического углерода по разрезу ледового комплекса мыса Муостах: А – фотография побережья, где отбирались пробы; Б – литологическая колонка; В – общее содержание органического углерода (ТОС, %) и изотопный состав проб ($\delta^{13}C$, ‰). Условные обозначения: I – абсолютная высота над уровнем моря, м; II – дерново-торфяной покров; III – песок мелкозернистый; IV – алеврит пелитовый; V – песок крупнозернистый; VI – песок среднезернистый. VII – распределение общего содержания органического углерода (ТОС, %); VIII – распределение изотопного состава органического углерода ($\delta^{13}C$, ‰)

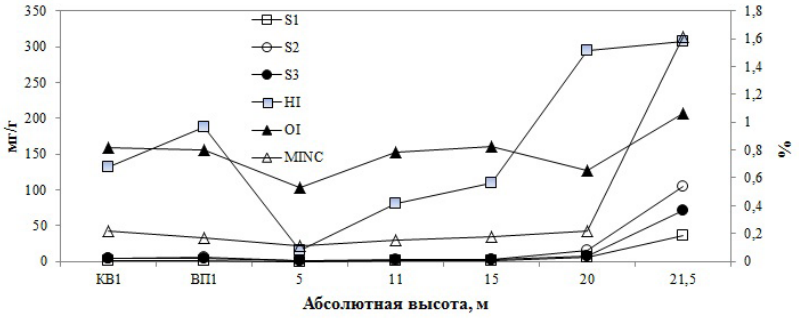


Рис. 2. Изменение исследуемых параметров по разрезу

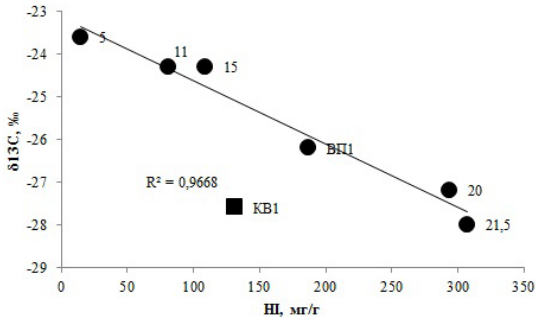


Рис. 3. Зависимость водородного показателя от изотопного состава осадков

Образец, отобранный на абсолютной отметке (а. о.) 5,0 м, характеризуется максимальными значениями параметров A/B и K_1 и минимальным значением CPI (рис. 4 и 5, табл.), что свидетельствует о высокой степени преобразованности органического вещества. В составе органического вещества этого образца отсутствуют алкены, тогда как на остальных горизонтах они присутствуют, в том числе в породах волноприбойной ниши. Накопление органического вещества происходило в восстановительных условиях (рис. 4). Отсутствие алкенов, а также минимальное значение параметра C/D, характеризующего вклад низкомолекулярных алканов, по-видимому, свидетельствуют о минимальной бактериальной активности на этом уровне клифа.

Образцы, отобранные на а. о. 5 и 11 м, представлены песчаниками средне- и крупнозернистыми, накопление которых, происходило в условиях волноприбойной зоны. По всей видимости, при понижении уровня моря, имело место интенсивное окисление ОВ осадков, которое привело к потере в его составе насыщенных структурных фрагментов. Минимальные значения пика S2 (табл.) говорят о наличии конденсированных структур в составе органического вещества.

В целом можно заключить, что чередование литологических типов отложений в разрезе, сопровождающееся изменением состава органического вещества, вероятно, объясняется колебаниями уровня моря в период осадкообразования, а также изменением состава осадочного материала, вызванного сменой источников. Значения $\delta^{13}C$ в пробах, отобранных в интервале 0-15 м, указывает на смешанный генезис ОВ с преобладанием морской составляющей.

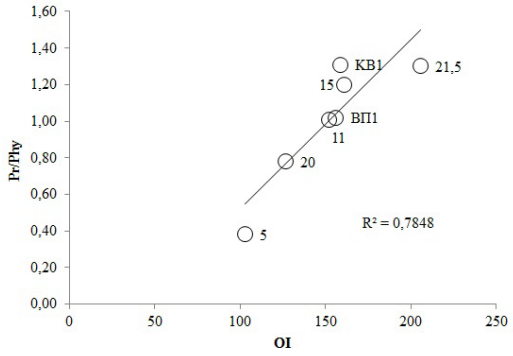


Рис. 4. Линейная зависимость параметров пристан/фитан (Pr/Phy) и кислородного индекса (OI)

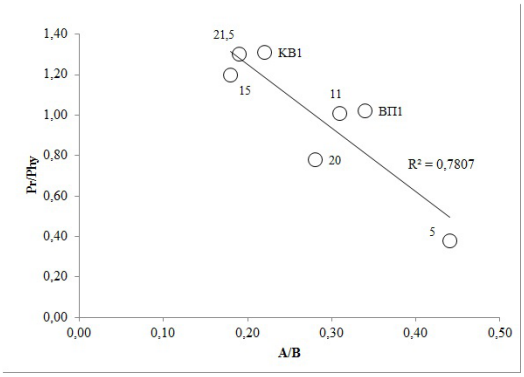


Рис. 5. Взаимосвязь параметров пристан/фитан и A/B

Графики зависимостей, представленные на рисунках 3, 4 и 5 показывают очень хорошую сопоставимость полученных результатов разными методами исследования (Rock-Eval и ХМС), что обусловлено особенностями состава органического вещества на молекулярном и изотопном уровнях. В свою очередь, они отражают комплекс биохимических и химических процессов, сопровождающих превращение органического вещества (ОВ) на различных стадиях, начиная от раннего диагенеза и заканчивая разрушением ОВ при выходе пород на дневную поверхность.

Литература

1. Арэ Ф.Э. Развитие рельефа термоабразионных берегов // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1968. – № 1. – С. 151 – 162.
2. Семилетов И.П. Разрушение мерзлых пород побережья как важный фактор биогеохимии шельфовых вод Арктики // Доклады Академии наук, 1999. – Т. 368. – № 5. – С. 679 – 682.
3. Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Сергиенко В.И., Дударев О.В., Бельчева И.И., Космач Д.А. Состояние вопроса о роли Восточно-Сибирского шельфа в современном цикле метана // Изменение окружающей среды и климата. Природные катастрофы / Под ред. В.М. Котлякова. – М.: Изд-во «Пробел», 2008. – С. 164 – 176.
4. Perevertaylo T.G., Nedolivko N.M., Kazhumukhanova M.Z. Features of lithological and granulometric composition of bottom sediments in the northern part of Laptev Sea (Article number 012007) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016. – Vol. 43. – 5 p.
5. Shakhova N., Semiletov I., Gustafsson O. Methane from the East Siberian Arctic Shelf-Response // Science, 2010. – Vol. 329 (5996). – P. 1147 – 1148.
6. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice // Philosophical transactions of the royal society, 2015. – №373. – P. 1471 – 2962.5.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (проект № 14.250.31.0012).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯРАКТИНСКОГО ГОРИЗОНТА

Д.А. Казанская
Научный руководитель доцент В.А. Белкина
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Важнейшим этапом трехмерного геологического моделирования является создание концептуальной геологической модели, в которой отражаются основные геологические принципы строения залежи. Знание седиментационного и тектонического строения в региональном плане позволяет обосновать методику моделирования и, тем самым, уменьшить число итераций при создании трехмерной геологической модели, и добиться наибольшей возможной точности.

Объектом исследований в данной работе является территория Дулисьминского лицензионного участка, в пределах которого открыто одноименное нефтегазоконденсатное месторождение. Дулисьминское нефтегазоконденсатное месторождение расположено на территории Киренгского и Катангского районов Иркутской области, приурочено к южному моноклинальному склону Непско-Ботуобинской антеклизы, открыто в 1983 г. Нефтегазоносность выявлена в отложениях венда (пласты I и II ярактинского горизонта), а также в венд-нижнекембрийских отложениях (пласты Б3 и Б5 усть-кутского горизонта). Для ярактинского горизонта нижнемотской подсвиты ($V_{1-2}mt_1$) выполнена палеореконструкция палеобстановок осадконакопления посредством генетической интерпретации условий формирования пород-коллекторов с использованием результатов макро- и микроскопических исследований кернового материала, гранулометрического анализа, структурно-генетического анализа и обработки данных ГИС (по методикам В.С. Муромцева, Л.С. Черновой и К.К. Гостинцева) [2, 3, 4, 5] (рис.).

К настоящему времени накопился значительный фактический материал, анализ которого позволил авторам данной статьи создать детальную концептуальную (генетическую) модель отложений ярактинского горизонта в пределах Дулисьминского лицензионного участка [1]. Выявленные особенности геологического строения изучаемых отложений учтены при их трехмерном геологическом моделировании.

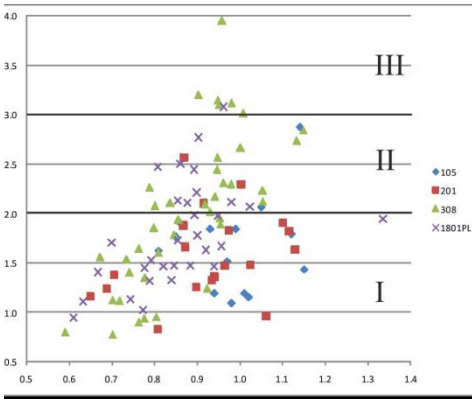


Рис. Обобщенная динамогенетическая диаграмма К.К. Гостинцева по скважинам Дулисьминского месторождения. Субфации: I – широкие участки устьев рек, мелководье, речные плесы; II – осадки рек и пойм; III – морские осадки, активное волновое воздействие

В рамках данной работы выполнено трехмерное геологическое моделирование продуктивных пластов ярактинского горизонта (I+II, I и II) Дулисьминского месторождения. Построение трехмерных геологических моделей осуществлялось с помощью программного комплекса «Irap RMS 2013.1.2» компании «Roxar».

Размер полигона для структурного моделирования выбран, исходя из предполагаемых контуров нефтеносности, а также расположения краевых скважин. Исходной информацией являлись абсолютные отметки стратиграфической кровли и подошвы, полученные в результате корреляции пластов по данным 187 скважин. В качестве косвенной информации при построении структурного каркаса использованы поверхности отражающих горизонтов (ОГ «M2t» и «F»), полученные в результате комплексной переинтерпретации данных сейсмики МОГТ-3D в объеме 164 км^2 и МОГТ-2D в объеме 952,4 пог. км.

Структурный каркас пластов I+II, I и II построен между ОГ «M2t» и «F» с учетом выделенных в пределах площади построения разрывных нарушений сбросового типа. Разломы имеют преимущественно субмеридиональное простирание, встречаются также и разрывные нарушения широтного направления. Амплитуда разломов меняется от 2-5 до 12-15 м. Все разрывные нарушения условно разделены на: экранирующие и неэкранирующие. Наличие экранирующих свойств выражается в изменении уровней ГНК и ВНК.

Трёхмерная сетка была построена в стратиграфических границах структурного каркаса. Нарезка слоев производилась, исходя из концептуальной модели, параллельно кровле продуктивного пласта. Размер ячеек по латерали при построении грида принят равным 50 х 50 м. Размер ячейки по вертикали определялся, исходя из толщины минимального пропластка коллектора, выделенного в скважинах по данным интерпретации данных ГИС. Для пластов ярактинского горизонта нарезка выполнена от кровли пласта I с толщиной слоя 0,3 м, исходя из принятой концептуальной модели осадконакопления отложений ярактинского горизонта, в частности, наличия увеличенных толщин песчано-алевритовой пачки (врезанные песчаные тела) в зонах развития прорывных течений.

Построение куба литологии реализовано поэтапно:

1 этап: построение двумерного тренда – карты песчанистости по скважинным данным;

2 этап: построение одномерного тренда – ГСР параметра литологии (коллектор/неколлектор) по разрезу раздельно по зонам седиментации – западная+центральная и восточная. Необходимость построения двух трендов обусловлена концептульной геологической моделью: выделением одного пласта в западной и центральной зонах залежи и наличием двух пластов в восточной части лицензионного участка;

3 этап: построение комбинированного трендового куба литологии (Klito) по данным ГСР по двум зонам седиментации и единой карты песчанистости; в результате был получен трендовый куб, в котором каждой зоне седиментации был присвоен свой ГСР;

4 этап: интерполяция параметра песчанистости с использованием трёхмерного тренда Klito. Вес трендового куба при построении песчанистости задавался таким образом, чтобы на границе выделенных седиментационных зон не было видно грубой «сшивки». Коэффициент корреляции тренда (Klito) и исходных данных равен 0,80, что свидетельствует о тесной статистической связи тренда и исходных данных. Параметры радиусов вариограммы выбирались эмпирически реализацией ряда итераций с целью охвата всей площади моделирования;

5 этап: дискретизация непрерывного куба песчанистости с использованием алгоритма М.Б. Дышлевского, который позволяет при дискретизации максимально учесть карту эффективных толщин пласта (heff), полученную перемножением карт песчанистости и общих толщин пласта на этапе двумерного моделирования. Учет карты heff осуществляется использованием изменяющегося граничного значения при дискретизации куба песчанистости.

Корректность построенной литологической модели проверена сопоставлением карт эффективных толщин и песчанистости, построенных по данным ГИС (РИГИС) и по соответствующим кубам. Карты эффективных толщин и песчанистости, построенные на основе куба, соответствуют двумерным трендам, что говорит о внутренней достаточно хорошей сходимости построенного куба литологии и исходных данных.

Интерполяция коэффициента пористости (Кп) и газо-нефтенасыщенности на трехмерную сетку была осуществлена алгоритмом «Kriging». В качестве двумерных трендов использованы карты Кп по двум пластам, полученные по скважинным данным. Интерполяция в двумерной сетке осуществлялась с выходом на граничное значение к зоне замещения коллектора. Куб проницаемости Кпр рассчитан по петрофизической зависимости от куба пористости, полученной по керновым данным.

По сравнению с двумерной моделью из предыдущей работы, уточнились коэффициенты пористости и газонасыщенности за счет учета данных по новым скважинам, пересмотренных петрофизических зависимостей и учета данных моделирования. Геологические запасы нефти и газа подсчитывались объемным методом, используя следующие подсчетные параметры: коэффициенты пористости, насыщенности, эффективный объем ячеек, пересчетный коэффициент и плотность нефти.

Относительно запасов, числящихся на балансе, прирост нефти в пределах Дулисьминского ЛУ составил порядка 27 %. В основном, прирост запасов обусловлен увеличением площади по южной границе залежей. Изменение контура залежи связано с уточнением структурной основы по данным сейсмики. Суммарно по залежам запасов газа газовой шапки наблюдается списание запасов газа на -11 %, что обусловлено сокращением площади газовой шапки за счет уточнения структурной основы построений.

Проведена внешняя проверка качества построения модели. Построен график зависимости изменения дебита нефти (Qн) от эффективной нефтенасыщенной (hэф. н) толщины. Наличие тренда изменения Qн в условиях редкой сети наблюдений на большей части участка говорит о неплохой внешней сходимости.

Решение задачи контроля и управления разработкой на основе уточненной модели позволит повысить эффективность разработки продуктивных отложений Ярактинского горизонта Дулисьминского месторождения.

Литература

1. Александров В.М., Белкина В.А., Казанская Д.А. Концептуальная геологическая модель продуктивных отложений ярактинского горизонта // Территория Нефтегаз. – М., 2016. – №6. – С. 30 – 39.
2. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – М.: ООО «ИПЦ Маска», 2009 – 376 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел - литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
4. Чернова Л.С. Генетические модели микрофаций континентальных и прибрежно-морских отложений Сибирской платформы // Коллекторы и экраны нефти и газа в мезозойских и палеозойских отложениях Сибирской платформы. Труды СНИИГГИМС. – Новосибирск, 1980. – Вып. 280 – С. 39 – 45.
5. Чернова, Л.С. Генетические модели некоторых типов фаций прибрежно-морских и континентальных отложений // Литология и коллекторские свойства палеозойских и мезозойских отложений Сибири. Труды СНИИГГИМС. – Новосибирск, 1976. – Вып. 232. – С. 93 – 99.
6. Чернова Л.С. Модели генетических типов терригенных коллекторов нефти и газа // Породы-коллекторы нефтегазоносных отложений Сибири. Труды СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1984. – С. 13 – 26.

НЕФТЕМАТЕРИНСКАЯ ПОРОДА СВИТЫ ЛА-ЛУНА БАССЕЙНА МАРАКАЙБО, ВЕНЕСУЭЛА

Т.С. Кастильо

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наука о горных породах, как об источнике и вместилище нефти и газа, является одной из базовых основ нефтегазопоисковой геологии. Нефть и природный газ разведаны в земных недрах уже 107 стран, нефтегазовая промышленность приобрела глобальный характер и стала основой экономического благосостояния и качества жизни в высоко индустриализованных странах [5]. При этом нефть добывается не только на суше, но и на море, где добыча ведется с морских платформ. Считается, что потенциальные морские ресурсы углеводородного сырья составляют более половины общемировых. В наши дни нефть и газ обнаружены на дне всех пяти океанов. Сегодня добыча морской нефти достигла примерно одной трети от общей ее добычи. Ожидается, что в первой половине нашего века половину нефти и газа будут получать на территории морей и океанов. Основная часть начальных разведанных запасов и современная мировая добыча углеводородного сырья на шельфе сосредоточена в пяти регионах: Персидский залив, озеро Маракайбо (принадлежит Венесуэле и Колумбии), Мексиканский залив, Каспийское и Северное моря [1].

За последние 20 лет на территории Венесуэлы выполнен большой объем региональных геологических и геохимических исследований. На суше и в пределах морской акватории Венесуэлы целиком или частично располагаются шесть нефтегазоносных и возможно нефтегазоносных бассейнов. В пяти из них выявлено более 450 месторождений нефти и природного газа. Общая площадь бассейнов составляет около 50% территории страны. Наиболее крупным из них является Маракайбский.

Бассейн Маракайбо отличается уникальной концентрацией нефтяных скоплений и получил свое название от озера, занимающего его центральную часть [4]. Большая часть Маракайбской нефтегазоносной области расположена в пределах Венесуэлы, и только ее юго-западная часть (около 10% площади) – в Колумбии [2]. Этот бассейн как будто опровергает каноны нефтяной геологии – при площади всего в 50 тыс. км^2 в нем сформировалась уникальная зона нефтенакопления Боливар с запасами более 7 млрд. т и соответственно с уникальной плотностью запасов, свойственной только самым богатым территориям внутри крупнейших мезозойско-кайнозойских бассейнов [9].

В большинстве случаев месторождения расположены в пределах небольшой территории вблизи озера Маракайбо. Основные продуктивные горизонты приурочены к песчаникам миоцена, эоцена и в меньшей степени к песчаникам плиоцена, олигоцена и известнякам мела [10]. По своему составу нефти Маракайбо очень похожи на нефти Калифорнии [3].

В основании геологического разреза бассейна Маракайбо залегают мощные доломитовые отложения формации Ла-Луна мелового возраста. Миллер и др., подробно изучив нефть и экстракты из пород известняков Ла-Луна, пришли к выводу, что именно они являются наиболее вероятной нефтематеринской породой для нефтей западной части Венесуэлы [7].

Согласно Уолтеру Фертлу, основная часть углеводородных ресурсов бассейна генетически связана с формацией Ла-Луна. Содержание органического вещества в этих породах изменяется от 2,5 до 9,0 % масс [8]. Нефте- и газоматеринские породы, являющиеся аналогами свиты Ла-Луна, широко распространены на сопредельных территориях, в том числе:

– битуминозные глины свиты Монтерей – породы верхнего миоцена бассейна Санта-Мария, штат Калифорния (нефть);

– битуминозные глины Огайо, верхний девон, штат Кентукки (газ);

– глинистые сланцы мелового возраста – Клаггет и Гаммон, район Скалистых гор, США [6].

К сожалению, геологическая изученность Венесуэлы в целом является довольно слабой и крайне неравномерной. Поэтому совершенно очевидно, что еще большое количество залежей нефти и газа, как на суше, так и на море, еще не открыто. Необходимо выполнить большой объём сейсмических работ для того, чтобы проследить распространение коллекторов, покрышек и ловушек. Но не менее важно также закартировать распространение формации Ла-Луна, определить в ней содержание органического вещества, его генерационный потенциал и степень его реализации. На основе такой комплексной информации можно будет выполнить полномасштабное 3D моделирование геологической и термической эволюций бассейна. В итоге будут выделены зоны генерации и зоны аккумуляции, т.е. места для заложения новых разведочных скважин.

Литература

1. Ахметов С.А. Физико-химическая технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа, 1997. – Ч 1. – С. -280 – 282.
2. Бакиров А.А., Варенцов М.И., Бакиров Э.А.. Нефтегазоносные провинции и области зарубежных стран. – М.: Недра, 1971. – С. 169 – 170.
3. Брукс Б.Т., Бурд С.З., Куртц С.С. Химия углеводородов нефти. – М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1958. – Т.1. – 553 с.
4. Ерёменко Н.Л. Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1961. – С. 372.
5. Краюшкин В.А. К оценке нефтегазового потенциала Земли // Доп. НАН України, 1998. –- № 7. – С. 126 – 129.
6. Куляпин П.С., Соколова Т.Ф. Использование статистического подхода при интерпретации данных ГИС в нефтематеринских породах баженовской свиты Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции//Технологии сейсморазведки, 2013.–С. 29.

7. Bockmeulen H., Barker C., Diekey P.A. Geology and geochemistry of crude. oils, Bolivar Coastal fields, Venezuela. – Ibid., 1983. – Vol. 67. – № 2. – P. 242 – 270.
8. Fertl W.H., Chilingar G.V. Total organic carbon content determined from well logs // SPE Formation Evaluation, 1988. – Vol. 3. – P. 407 – 419.
9. International Petroleum Encyclopedia – Pennwell, Tulsa, 2004. – 332 p.
10. PDVSA oil & gas G. Глубины залегания продуктивных горизонтов от 170 до 5600 м. – 2002. – № 100. – P. 41.

ОСНОВНЫЕ ХИМИКО-БИТУМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ 1-ГУДЫРВОЖ

М.С. Костина
Научный руководитель доцент Е.Е. Кожевникова
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Органическое вещество (ОВ) содержится во всех осадочных породах, начиная с архея. Содержание ОВ определяется по содержанию органического углерода и обозначается С орг [2]. При исследовании органического вещества осадочных пород и осадков в нем выделяют различные аналитические группы: растворимые компоненты, включающие гуминовые вещества и битумоиды, и нерастворимые компоненты. Гуминовые вещества – это, прежде всего, гуминовые кислоты – фракция ОВ, извлекаемая водным раствором щелочи из осадков, почв, углей и осаждаемая минеральными кислотами.

Битумоиды – компоненты органического вещества, извлекаемые из него и породы органическими растворителями – хлороформом, бензолом, петролейным эфиром, ацетоном, и др. В практике геохимических исследований и нефтепоисковых работ обычно используется хлороформ, экстрагирующий наиболее нейтральные, близкие к нефти по составу фракции ОВ, и спирто-бензол, извлекающий более кислые компоненты – смолы, кислоты. В таком случае выделяют соответственно хлороформенный битумоид (ХБ) и спирто-бензоловый битумоид (СБ). Доля битумоида в ОВ или степень битуминизации ОВ (коэффициент β) измеряется в процентах и выражается формулой – $\beta = (ХБА/С_{орг}) \cdot 100\ \%$.

В.А. Успенским была установлена закономерность – увеличение роли битуминозных компонентов в ОВ пород при уменьшении его содержания. Н.Б. Вассоевич установил подобную обратную зависимость для ОВ современных осадков, она получила название закономерность Успенского – Вассоевича. Суть ее сводится к следующему: с увеличением дисперсности ОВ доля битуминозных компонентов в нем растет. Соблюдение этой закономерности (рис. 1) – надежный показатель автохтонности или сингенетичности битумоидов.

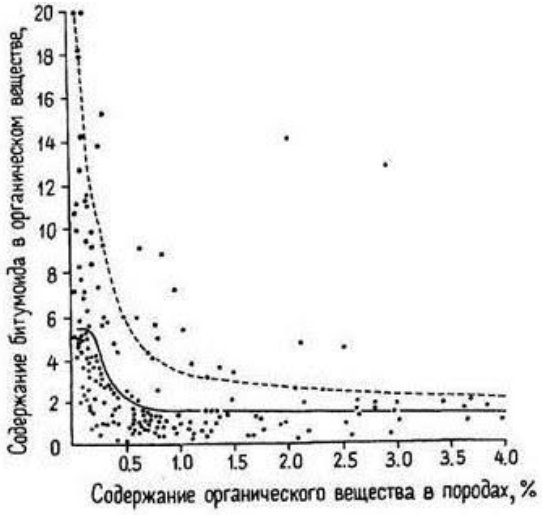


Рис. 1. Связь степени битуминизации органического вещества с содержанием $С_{орг}$ в породе (закономерность Успенского – Вассоевича) [1]

Термин «сингенетичный» подразумевает не только единство места образования, но и единство времени образования. В случае битумоидов речь идет только о генетическом единстве, т.е. единстве источника – места образования; время образования битумоидов, как правило, только частично соответствует времени захоронения ОВ в осадке. Отсутствие такой связи (см. рис. 1), т.е. чрезмерно высокие значения битуминозности – показатель аллохтонности или эпигенетичности битумоидов. Аллохтонные битумоиды отличаются большей восстановленностью, значительным преобладанием масел, более высоким содержанием водорода, т.е. их состав значительно ближе к нефти.

Определение содержания хлороформенного (нейтрального) и спирто-бензольного (кислого) битумоида позволяет на основании распределения их концентраций в разрезе выявить аллохтонные и сингенетичные разности и таким образом установить участки активизации миграционных процессов. В то же время, совместное рассмотрение динамики концентраций $С_{орг}$, ХБ и СБ позволяет определить степень реализации генерационного потенциала выделенных нефтематеринских толщ [1].

Рассмотрим описанные химико-битуминологические характеристики для оценки генерационного потенциала на примере параметрической скважины 1-Гудырвож. Данная скважина находится в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, приурочена к Верхне-Печорской впадине и располагается на Гудырвожской площади Вуктыльского района.

В скважине вскрыто два тектонических блока: автохтон и аллохтон. Первый блок представлен известняками, доломитами и аргиллитами (у забоя скважины) каменноугольного и раннепермского возраста. Аллохтон сложен песчаниками, глинами, алевролитами и аргиллитами среднего и верхнего карбона, а также нижней и средней перми, которая в свою очередь перекрыта четвертичными отложениями [3].

В разрезе автохтона не выделяются перспективные и продуктивные толщи, т.к. исследуемые характеристики в этих породах не имеют высоких показателей.

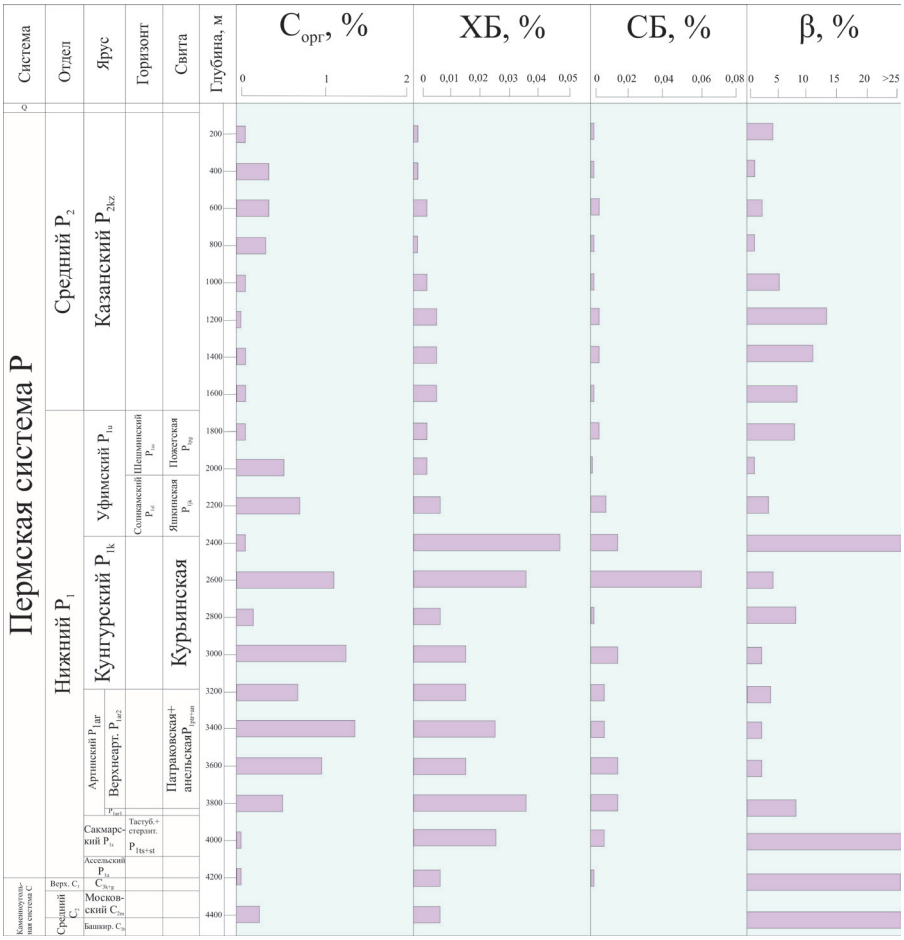


Рис. 2. Геолого-геохимический разрез. Аллохтон. Построен в CorelDraw X6

На рисунке 2 изображен геолого-геохимический разрез аллохтона, в котором можно выделить нефтегенерирующие отложения. Толща среднепродуктивных пород отмечается в терригенной части разреза в интервале 2600–3800 м, для выше и нижележащих отложений отмечаются высокие показатели битумоидного коэффициента, что предполагает преобладание эпигенетичных битумоидов. В этом значительном по мощности интервале увеличение концентрации $C_{орг}$ имеет прямую корреляцию с содержанием ХБ и СБ. Увеличение содержания $C_{орг}$ наблюдается на глубине от 2000 до 3800 м. Максимальные концентрации $C_{орг}$ достигают на отметках 2600, 3000 и 3400 м. Наибольшее количество битумоидов содержится в интервале от 2400 м до 4000 м.

Исходя из вышеизложенного, наибольший интерес как нефтематеринские породы, представляют терригенные отложения в интервале глубин 2600-3800 м, представленные переслаиванием алевролитов и аргиллитов, с преобладанием аргиллитов.

Литература

1. Геология и геохимия нефти и газа / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов и др. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 384 с.
2. Ермолкин В.И., Керимов В.Ю. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Недра, 2012. – 460 с.
3. Научная обработка и обобщение материалов параметрического бурения на территории Республики Коми (скв. 1-Гудырвож) / Л.В. Галкина, Н.А. Глотова, В.Г. Гуляев и др. – Ухта.: Тимано-Печорский научно-исследовательский центр, 1998. – 131 с.

ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ НЕФТИ, МЕТОДЫ И ВЫГОДЫ

Н.Д. Круглов
Научный руководитель профессор В.П. Алексеев
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Ванадий является металлом, занимает 23 место в периодической таблице Д.И. Менделеева, считается редким элементом.

Содержание ванадия в земной коре составляет 9 г/т, в основных породах его содержится 20 г/т в среднем. Добыча происходит из титано-магнетитовых руд. Примеры месторождений в России с содержанием вышеуказанного металла: Гусевогорское (1300 г/т), Качканарское (1400 г/т), Первоуральское (1800 г/т). При обогащении таких руд, к примеру, Качканарского месторождения, получают железо-ванадиевый концентрат, в котором содержание последнего 6 кг/т.

Уже около 60 лет известно, что ванадий содержится в больших количествах в нефтях. В мире множество таких месторождений с высоким и промышленным содержанием данного элемента. В Восточно-Венесуэльском бассейне это месторождения тяжелой нефти: Руис (174 г/т), Мата (130 г/т), Офисина (129 г/т), Дасьон (133 г/т), Кирикире (102 г/т), Пилон (181 г/т). В Западно-Канадском бассейне это месторождения битуминозных песков, мальт и высокоплотных нефтей, такие как: Атабаска (228 г/т), Вабаска (219 г/т), Колд-Лейк (197 г/т), Пис-Ривер (297 г/т). Так, в Канаде, США, Японии и ряде других стран получают до 14 % ванадия от общей добычи. Такое извлечение за границей считается перспективным и активно развивается. Важно учесть, что качество получаемого металла из нефти на уровень выше, чем получаемого аналога из руды [1].

В России же ванадий из нефти не извлекается, что ведет к потере ценного компонента. Крупные месторождения известны в Западно-Сибирском, Тимано-Печорском и Волго-Уральском нефтегазоносных бассейнах. Некоторые их характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства ванадиеносной нефти основных нефтегазовых бассейнов* [1, 5], *с дополнениями

Физико-химические показатели	Россия в среднем	Западно-Сибирский бассейн	Тимано-Печорский бассейн	Волго-Уральский бассейн
Плотность, г/см^3	0,9192	0,8996	0,9258	0,9213
Содержание серы, %	2,84	1,52	1,96	3,42
Содержание смол, %	29,02	15,58	13,09	32,94
Содержание асфальтенов, %	9,4	2,24	7,03	10,89
Содержание ванадия, %	0,0593	0,0146	0,0104	0,0871

Самые большие концентрации ванадия, как видно из таблицы, встречаются в Волго-Уральском бассейне, они совпадают с западной частью Уральских ванадиевых провинций. Между двумя участками сформированы стратиформные месторождения медистых песчаников, обогащённых исследуемым компонентом до 4%. Также можно отметить движение пластовых вод с востока на запад. Примеры месторождений с краткой характеристикой приведены в таблице 2.

Таблица 2

Краткие характеристики месторождений Волго-Уральской нефтегазовой провинции*[2, 6], *с дополнениями

Месторождение	Содержание		Минерализация пластовых вод, г/л	Плотность нефтей, г/см^3	Содержание смол и асфальтенов, %
	V, г/т	S, %			
Нурлатское	до 900	3,5	0,6-2	0,993	28,8
Бурейкинское	550	4	1,5	0,929	26,4
Ромашкинское	350	3,5	1,84	0,9107	8,46

Анализируя данные таблиц и различной литературы, можно выделить ряд общих признаков для ванадиеносных нефтей. Ими являются следующие:

1. Высокая плотность (характерно больше 0,87 г/см^3)
2. Высокое содержание серы (от 2%)
3. Наличие в пласте вод пониженной минерализации (до первого десятка г/л) гидрокарбонатно-натриевого или же сульфатно-натриевого состава [1].
4. Содержание в нефтях большого количества смол и асфальтенов, которые сорбируют ванадий из указанных выше вод. Экспериментально доказано, что при максимально реальных условиях ванадий сорбируется тяжелыми фракциями нефтей в количествах 0,35 – 1,5 мг на 100 г нефти, а присутствие сероводорода и большая окисленность способствуют его более легкому переходу из воды в нефть [7].

5. Нахождение в пределах древних платформ, в молодых такие месторождения, как правило, отсутствуют [6].
6. Для большинства месторождений характерна глубина залегания от 1000 м до 2500 м.
7. Нахождение ванадийсодержащих месторождений на пути течения вод [7].

При отсутствие хотя бы одного из признаков, нефть не обогащается исследуемым элементом в больших количествах. К этому есть ряд примеров месторождений. Рассмотрим один из них – Бока-Харука (Куба, Северо-Кубинский НГБ): глубина продуктивных пластов 1020-1053 м, плотность нефти – 980 г/см^3, содержание смол и асфальтенов – 22,4%, серы – 6,97%, но концентрация ванадия 5 г/т. Причиной всему отсутствие источника выноса или же транспортирующего агента.

По данным таблиц и различной литературы можно резюмировать, что в России некоторые нефтяные месторождения содержат промышленные концентрации ванадия. Ещё в 1983 г. во ВНИГРИ были проведены расчёты на основе технологии легирования стали ванадием из нефти, в результате было вычислено, что попутная добыча рентабельна при содержании V_2O_5 150-180 г/т, в пересчёте на чистый ванадий – 84-100 г/т [4].

На 2012 г. промышленное содержание ванадия в нефти, в пересчёте на чистый, составляет 67,5 г/т. Если учесть тяжелые нефти с плотностью более 0,9 г/см^3 в России, то суммарные запасы ванадия составили 159,3 тыс. т. Вследствие этого, ежегодные потери ванадия из нефтей составляют 1,69 тыс. т, а это 12% от ванадия в России, который производится из руды [6].

Проблема переработки в настоящий момент заключается в том, что в России вся нефть смешивается и как таковых промышленных концентраций не получается. Так, по оценкам в работе [1] указано, что возможно добиться путём оптимизации нефтепереработки, минимально-промышленно-значимого содержания ванадия в нефти до 12 г/т.

Новые разрабатываемые способы могут снизить кондиции, например, путём использования редокс-полимеров в качестве ионообменных смол с селективным отбором ванадийсодержащих ионов, что позволяет извлекать 93,7% ванадия из нефти при низких температурах и без предварительной подготовки. Редокс-полимеры могут быть получены из отходов отечественных глицериновых производств [3]. Также снижение затрат на извлечение ванадия можно искать в том, что он концентрируется в высокотемпературных фракциях – коксозольных концентратах, что позволяет после обычной перегонки дополнительно извлечь ванадий. В таких продуктах переработки концентрация ванадия будет составлять не сотни грамм на тонну, а тысячи и десятки тысяч. Например, в нефтяных коксах-концентратах Зимницкого месторождения содержится ванадия до 16 кг/т, Нурлатского – 11,2 кг/т, Серноводского – 10,5 кг/т [4]. Эти данные содержания в разы больше, чем в обогащенной руде.

При извлечении ванадия из нефти решается ещё одна важная проблема, это проблема экологии. При сжигании такой нефти пятиокись ванадия улетучивается в воздух, а часть остаётся в шлаке, что приводит к загрязнению вод, почв, атмосферы, вызывая накопление этого металла в организме человека. Извлечение же ванадия позволит значительно снизить загрязнение планеты [8].

Таким образом, в России нужно начать перерабатывать ванадиеносные нефти, так как ванадий является ценным стратегическим металлом, и в век развития инноваций спрос на него будет только расти.

Литература

1. Белонин М.Д., Самсонов В.В., Грибков В.В., Нелюбин В.В. Металлоносность нефтей и битумов России // Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. – СПб: Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, 1999. – Т. 3. – С. 141 – 143.
2. Маслов А.В., Федоров Ю.Н., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Биглов К.Ш. Коэффициенты вариации содержания элементов-примесей в сырых нефтях некоторых месторождений Волго-Уральской области и Западной Сибири // Литология и геология горючих ископаемых. – Екатеринбург: УГГУ, 2010. – С. 230 – 242.
3. Насиров Р.Н., Вельк О.Д. Извлечение соединений ванадия из высокованадиевых нефтей с помощью сульфонафтохинона. // Изв. МН-АН РК. Сер.хим., 1996. – №1. – С. 72.
4. Соскинд Д.М., Грибков В.В., Герасичева З.В. Концентрирование металлов в процессах переработки нефти // Попутные компоненты нефтей и проблемы их извлечения. – Л.: Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, 1989. – С. 83 – 88.
5. Суханов А.А., Петрова Ю.Э. Металлоносный потенциал нефтей России и возможности его реализации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2009. – №5. – С. 8 – 13.
6. Суханов А.А., Якуцени В.П. Оценка перспектив промышленного освоения металлоносного потенциала нефтей и возможные пути его осуществления // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – Спб.: ВНИГРИ, 2012. – №4. – С. 23.
7. Пунанова С.А. Геохимические особенности распределения микроэлементов в нафтидах и металлоносность осадочных бассейнов СНГ // Геохимия,1998. – №9. – С. 959 –- 972.
8. Якуцени С.П. Распространенность углеводородного сырья, обогащенного тяжелыми элементами-примесями. Оценка экологических рисков. – СПб.: Недра, 2005. – 372 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ВАСЮГАНСКОГО ГОРИЗОНТА (ПЛАСТ $Ю_1$) ТРАЙГОРОДСКО-КОНДАКОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.М. Кулькова

Научный руководитель доцент И.В. Вологдина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В статье представлены результаты изучения литолого-петрографических особенностей пород пласта $Ю_1$ васюганского горизонта Трайгородско-Кондаковского нефтяного месторождения по разрезу скважины 7Р. В административном отношении изучаемое месторождение расположено в Александровском районе Томской области. Материалы для исследований были любезно предоставлены ОАО «Томскнефть» ВНК.

В тектоническом отношении месторождение находится в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и приурочено к центральной части Александровского свода и (к западу) – к зоне его сочленения с восточным склоном Колтогорского мегапрогиба. В соответствии с нефтегазогеологическим районированием месторождение находится в Александровском нефтегазоносном районе (Васюганская нефтегазоносная область), в непосредственной близости от крупных разрабатываемых месторождений нефти, таких как Северное, Вахское. Промышленная нефтеносность месторождений Александровского свода установлена в широком диапазоне юрских и меловых отложений. По данным лаборатории физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть», песчаники пласта $Ю_1$ характеризуются низкими значениями пористости (3,7 – 16,0 %) и проницаемости (0,02 – 1,42 мД).

В результате проведенных исследований получены структурно-текстурные характеристики пород, установлен вещественный состав песчаников, изучена структура порового пространства, характер цементации, выделены стадиальные преобразования пород, выявлены факторы, влияющие на коллекторские свойства песчаников пласта $Ю_1$.

Литолого-петрографические исследования проводились по стандартным методикам [2], отдельные образцы песчаников были проанализированы на растровом электронном микроскопе фирмы Tescan VEGA II LMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем». Выявление признаков стадиальных преобразований пород проводилось по методике О.В. Япаскурта [5, 6]. Характеристика порового пространства сделана на основании типизации и классификации пор, приведенных в работах доцента кафедры ГРПИ ТПУ Н.М. Недоливко [3, 4].

Песчаники пласта $Ю_1$ характеризуются довольно однородным вещественным составом, по результатам количественно-минералогического анализа выделено два петротипа – кварцевые граувакки и мезомиктовые песчаники (по классификации В.Н. Шванова). В целом, для песчаников характерно невысокое содержание полевых шпатов (до 10%), что возможно связано с процессами их растворения и глинизации (рис. 1). Обломки пород представлены силицитами, кварцитами, слюдисто-кремнистыми сланцами и андезитами.

Поровое пространство представлено: 1) первичными седиментогенными межзерновыми порами; 2) вторичными порами растворения: а) межзерновыми порами растворения; б) внутризерновыми порами, образовавшимися в результате растворения зерен; 3) межкристаллитными (межпакетными) порами. *Первичные седиментогенные межзерновые поры* встречаются довольно редко, в основном, в верхней части разреза. Как правило, это изолированные поры извилистой или щелевидной формы и сложной конфигурации, размер пор не превышает 0,1 мм. *Вторичные поры растворения* встречаются в породах всего изучаемого интервала, образуются в результате растворения зерен минералов или обломков пород, или растворения или неполного заполнения отдельных участков цемента (рис. 2). *Межзерновые поры*, образовавшиеся в результате растворения зерен, мелкие, редко превышают 0,2 мм. *Внутризерновые поры* не пользуются большим распространением, приурочены, в основном, к обломкам полевых шпатов, кварца, реже к обломкам кварцитов и силицитов. *Межкристаллитные микропоры* располагаются между пакетами каолинита или, реже, чешуйками гидрослюды, которые заполняют пространство между обломочными зернами, являются цементирующим материалом в большинстве песчаников пласта $Ю_1$. В связи с интенсивной каолинитизацией песчаников поры этого типа являются преобладающими. Часто межпакетные поры заполнены нефтяным веществом

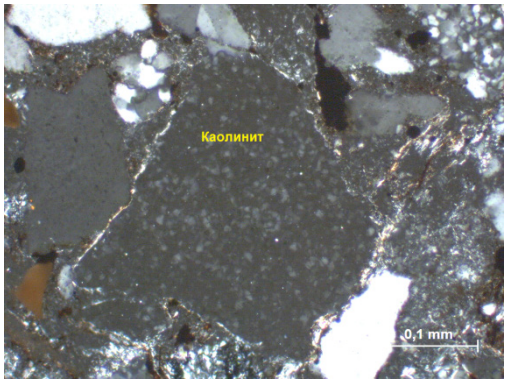


Рис. 1. Полное замещение агрегатами каолинита зерна полевого шпата. Образец 6467, глубина 2073 м. Николи +

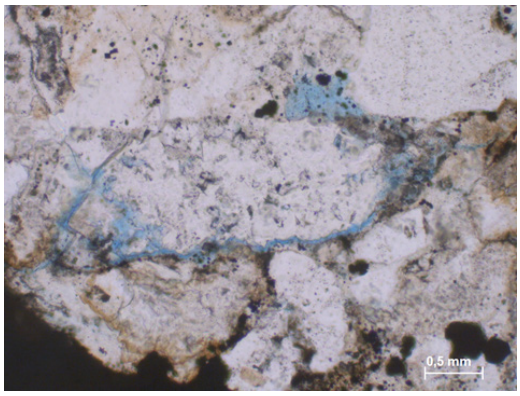


Рис. 2. Вторичные поры растворения: межзерновые и внутризерновые поры растворения. Образец 6475, глубина – 2075,52 м. Без анализатора

Большое внимание было уделено изучению характера цементации песчаников. В песчаниках преобладают поровые цементы каолинитового (рис. 3) и кальцитового состава, в подчиненном количестве в песчаниках встречаются гидрослюдистый, кремнисто-гидрослюдистый, хлорит-гидрослюдистый цементы, еще менее развит хлоритовый цемент. Для изучаемых песчаников характерна интенсивная каолинитизация, практически по всему разрезу в порах присутствует хорошо раскристаллизованный каолинит, образующий крупнопакетные агрегаты. Каолинитовый цемент в породах пласта развивается неравномерно, наибольшее его количество (до 30%) отмечается в верхней части пласта, к низу его содержание уменьшается практически до 0%. Уменьшение каолинита связано с развитием наложенных процессов карбонатизации и с развитием порового кремнисто-гидрослюдистого цемента.

Каолинит в песчаниках установлен несколькими методами: диагностика по оптически свойствам и морфологии агрегатов в шлифах, рентгенофазовым анализом (РФА) глинистой составляющей пород в ОАО «ТомскНИПИнефть», а также микроанализом с помощью растрового электронного микроскопа, совмещенного с энергодисперсионным микроанализатором в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем». Растровая электронная микроскопия широко используется в изучении осадочных пород, при характеристике структур порового пространства и при диагностике аллотигенных и аутигеных минералов, в том числе глинистых минералов [5]. Автором изучены особенности развития каолинитового цемента, произведен расчет кристаллохимической формулы каолинита. На сколе образца четко выделяются обломочные зерна, и поровое пространство, заполненное чешуйчатыми агрегатами каолинита (рис. 4). Для расчета кристаллохимической формулы каолинита выбраны данные, полученные в точке наблюдения 1 (Спектр 1), так они соответствуют мономинеральной фазе. В остальных точках наблюдения выявляются смешанные минеральные фазы. Расчет кристаллохимической формулы минерала выполнен по катионному методу (на 28 катионов).

В результате расчета получена следующая кристаллохимическая формула каолинита $K_{0,11}Al_{3,729}[Si_{4,13}O_{10}]OH_8$. В отличие от формульного состава каолинита ($Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$) отмечается некоторый переизбыток кремнезема и присутствие калия. Повышенные содержания кремнезема, возможно, связаны с захватом электронным пучком пограничного обломочного зерна кварца. Согласно опубликованным данным [1], в составе каолинита в качестве изоморфных примесей может присутствовать ряд элементов, в том числе и калий. Кроме того, присутствие калия в каолините может быть связано с процессами растворения калиевых полевых шпатов.

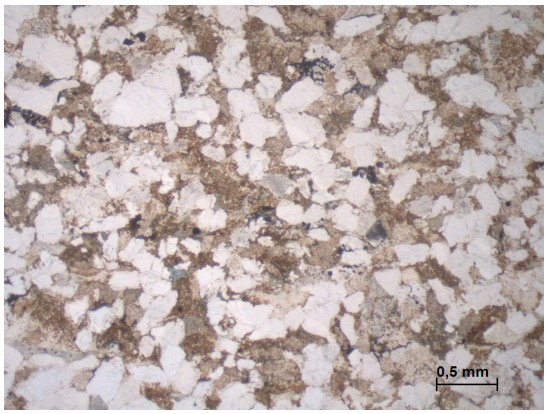


Рис. 3. Интенсивная каолинитизация песчаника (темные участки – поровый открытый каолинитовый цемент). Образец 6450, глубина 2066,65 м, без анализатора

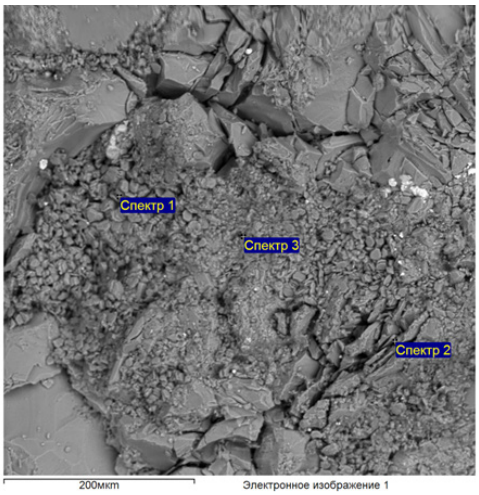


Рис. 4. Крупнопакетные агрегаты каолинита в поровом пространстве. Фотография скола в режиме BSE. Образец 6448, глубина 2066,28 м

В песчаниках пласта $Ю_1$ выявлены значительные постседиментационные изменениями. Большинство обломочных зерен подвергаются растворению по краям, имеют заливообразные границы. Практически во всех образцах наблюдается регенерация кварцевых зерен, часто каемки отделены от зерна чешуйками гидрослюды, железистыми пленками и битумоидными пленками. Развитие каемок приводит к образованию кварцевого цемента по типу «припая». Наблюдаются шиповидные вростки чешуек слюды в зерна кварца. Заметным преобразованиям подвержены зерна биотита. Листочки биотита гидратируются (вследствие чего ослабевает плеохроизм), деформируются, приобретают веерообразные, гармошковидные формы. Концы зерен часто расщепляются. Гидратация сопровождается скоплением агрегатов гидроксидов железа. Также часто отмечается хлоритизация и гидрослюдизация биотита.

Выявленные изменения пород возникли на поздней стадии катагенеза и в результате развития регрессивных наложенных процессов. Под действием стадиальных преобразований в песчаниках сформировался поровый открытый каолинитовый цемент, коррозионный кальцитовый, кварцевый регенерационный. Развитие этих цементов, а также растворение зерен, их деформация, привели к формированию специфического порового пространства, которое, в конечном итоге, определило, плохие фильтрационно-емкостные свойства пород и качество коллектора.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. – М.: Государственное издательство геологической литературы, 1951. – 541 с.
2. Бетхер О.В., Вологдина И.В. Осадочные горные породы. Систематика и классификации. Примеры описания: Учебное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2016. – 118 с.
3. Недоливко Н.М., Ежова А.В., ПеревертайлоТ.Г., Полумогина Е.Д. Роль дизъюнктивной тектоники в формировании пустотного пространства в коллекторах пласта $Ю_1^3$ Западно-Моисеевского участка Двуреченского нефтяного месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета, 2005. – Т. 308. – № 5. – С. 47 – 53.
4. Недоливко Н.М. Эволюция пустотно-порового пространства в зонах водонефтяных контактов // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2010. – Т. 316. – С. 99 – 107.
5. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадиальный анализ процессов осадочных пород и рудообразования: Учебное пособие. – М.: ЭСЛАН, 2008. – С. 356.
6. Япаскурт О.В. Стадиальный анализ литогенеза. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 138.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ПОДБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Р.Х. Курбанов

Научный руководитель научный сотрудник А.А. Кашапов

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

Месторождения нефти и газа, находящиеся на поздних стадиях разработки, характеризуются высокой степенью выработки запасов углеводородов и отсутствием перспективных зон для дальнейшего эксплуатационного бурения с учетом текущей изученности пласта. Достижение плановых уровней добычи нефти и выход на проектный коэффициент извлечения нефти (КИН) на данных месторождениях становится возможным только при регулярном выполнении высокоэффективных геолого-технологических мероприятий (ГТМ). Одним из основных факторов, влияющих на эффективность ГТМ, наряду с технологическими особенностями проведения скважинных операций, является выбранный подход к подбору скважин-кандидатов.

Подходы, используемые при поиске кандидатов, можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся методы, основанные на использовании постоянно-действующей цифровой гидродинамической модели месторождения [1]. Ко второй относится группа аналитических методов, основанных на использовании исходной геологической информации (геологические свойства), а также показателей разработки (текущие динамические параметры и история), характеризующие потенциальную скважину-кандидата. Как правило, для повышения качества итоговых кандидатов, рассмотренные группы методов поиска скважин-кандидатов используются совместно.

При этом необходимо учитывать, что применение большинства аналитических методик поиска скважин-кандидатов возможно только на действующем фонде скважин, тогда как для бездействующего фонда применимость некоторых аналитических инструментов существенно ограничена. В данной работе рассматривается возможность применения теории нечетких множеств (ТНМ) [3] в качестве аналитического метода для поиска скважин-кандидатов на ГТМ. Рассматриваемый подход позволяет провести «обучение» по ограниченной выборке скважин и затем, применив полученный результат, выделить перспективных кандидатов из множества скважин рассматриваемого объекта разработки. Необходимо отметить, что использование алгоритма на основе ТНМ возможно, в том числе, и для поиска кандидатов среди множества скважин, находящихся в бездействии

(пьезометр, консервация и т.д.).

Сущность предлагаемой методики заключается в определении степени связи между определенными геологическими свойствами пласта и параметром разработки (в данном случае накопленной добычи нефти). При этом, в качестве параметра разработки возможно использование дебита нефти [2], однако в этом случае, подход будет применим только для действующего фонда скважин.

Стандартный набор геологических параметров включает начальную нефтенасыщенную толщину, пористость, проницаемость, начальную нефтенасыщенность по ГИС, песчанистость, расчлененность и анизотропию. Список свойств может меняться. Для исключения малозначимых геологических параметров рекомендуется использовать непараметрическую корреляцию Спирмена, позволяющую определить тесноту связи между рассматриваемым геологическим свойством и значением накопленной добычи нефти.

Зависимости вида «геологический параметр – накопленная добыча нефти» определяются для скважин, выработавших свои извлекаемые запасы в рамках рассматриваемого объекта, либо близких к этому. Далее проводится нормировка полученных зависимостей и определяются характеристические функции принадлежности (ХФП). ХФП является непрерывной функцией, определяющей степень принадлежности элемента x к определенному числовому множеству A. В рамках рассматриваемой задачи ХФП описывает принадлежность отдельной скважины к множеству скважин-кандидатов. Область определения ХФП – интервал [0;1], где 0 – полное отсутствие принадлежности, 1 – полная принадлежность к множеству кандидатов (промежуточные значения характеризуют степень принадлежности).

После определения ХФП для каждого влияющего геологического параметра пласта рассчитывается единый геологический критерий (ЕГК), характеризующий перспективность скважины-кандидата на ГТМ с точки зрения значений геологических параметров пласта в скважине:

$$ЕГК = \prod_{i=1}^{n} \mu_i(x)$$

где x – значение i-го параметра; $\mu_i(x)$ – характеристическая функция принадлежности по i-му параметру; n – количество параметров.

При этом ЕГК определяет перспективность кандидатов на момент получения первичной геолого-физической информации (без учета выработки). В связи с этим, для учета выработки проводится дальнейшее преобразование ЕГК. Первым шагом преобразования является построение достоверной функциональной зависимости «ЕГК – накопленная добыча нефти». Полученная зависимость позволяет для всех пластопересечений интересуемого объекта определить начальный потенциал по извлекаемым запасам нефти, НИЗ (ТНМ):

НИЗ (ТНМ) = f (ЕГК)

Рассчитанный выше показатель, наряду с ЕГК, является оценкой перспективности пласта на начальный момент времени. Для учета текущей выработки рассматриваемой скважины, с учетом накопленной к моменту анализа добычи нефти (Qн.накоп.) необходимо перейти от НИЗ (ТНМ) к текущему потенциалу скважин по извлекаемым запасам, ОИЗ (ТНМ):

ОИЗ (ТНМ) = НИЗ (ТНМ) - Qн.накоп.

Стоит отметить, что полученный в результате параметр ОИЗ (ТНМ) не следует воспринимать непосредственно как извлекаемые запасы нефти. Рассматриваемый параметр служит инструментом сравнения перспективности кандидатов, их рейтингования.

Прогноз локализации перспективных районов для довыработки запасов, полученный с помощью предлагаемого алгоритма, коррелирует с прогнозом локализации ОИЗ, рассчитанным при помощи сопровождаемой постоянно действующей геолого-технологической модели.

Таким образом, алгоритм можно использовать как самостоятельный инструмент поиска кандидатов, так и в качестве дополнительного (при наличии ПДГТМ). Необходимо отметить, что аналитический инструмент на основе ТНМ служит как для уменьшения времени на поиск кандидатов, так и для выбора наиболее перспективных из них с геологической точки зрения. При этом окончательное решение о проведении ГТМ для конкретной скважины остается за специалистом.

Литература

1. Булыгин Д.В., Энгельс А.А, Досмухаметов М.Д. Построение оперативных моделей для подбора объектов, оценки эффективности и планирования геолого-технических мероприятий / Д.В. Булыгин, А.А., // Нефть. Газ. Новации. – М., 2010. – С. 6 – 14.
2. Гайнуллин М.М., Шабаров А.Б. Применение теории нечетких множеств для подбора скважин с целью геолого-технологических мероприятий на нефтяных месторождениях // Вестник Тюменского государственного университета. – Тюмень, 2011. – №7. – С. 30 – 37.
3. Кашапов А.А. Применение теории нечетких множеств для поиска скважин-кандидатов на проведение геолого-технологических мероприятий. [Электронный ресурс]: URL: https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-176744-RU, 2015. – 8 с.

ПРОГНОЗНЫЙ ПЕРЕСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТА АС-5 МАЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю.В. Курушина, С.Е. Валеева, Э.И. Фахрутдинов
Научный руководитель научный сотрудник С.Е. Валеева
Институт проблем экологии и недропользования, г. Казань, Россия

Перед работниками нефтяной и газовой промышленности, а также геологической службой страны стоит ответственная задача по наращиванию запасов углеводородного сырья – нефти, газа и конденсата. Поэтому подсчет запасов и оценка ресурсов нефти, газа и конденсата являются неотъемлемой частью, сопровождающей разработку любого месторождения.

Авторами, для исследования была выбран пласт АС-5 Малинового месторождения нефти, в стратиграфическом отношении приуроченный к фроловской свите барремского яруса нижнего мела.

Малиновое месторождение нефти, разрабатываемое филиалом «НГДУ Лянторнефть» ОАО «Сургутнефтегаз», было открыто в 1988 г., введено в промышленную разработку в 2003 г. В данный момент месторождение находится в начале третьей стадии разработки [1].

В административном отношении Малиновое месторождение нефти расположено в Ханты-Мансийском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 70 км к северо-востоку от г. Ханты-Мансийска, в 264 км к северо-западу от г. Сургута [2].

В геологическом отношении изучаемое месторождение располагается в пределах Ляминского нефтегазоносного района Фроловской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В геологическом строении месторождения участвуют отложения юры, мела, палеогена и четвертичных отложений; продуктивными из них являются нижнемеловые.

В тектоническом отношении месторождение расположено в пределах Фроловской мегавпадины, на Сыньеганской террасе и непосредственно примыкает к восточному борту Елизаровского прогиба и к западной части Тундринской котловины [1].

Общая толщина пласта АС-5 изменяется от 13,9 до 27,2 м. По площади происходит увеличение общих толщин пласта на западе и северо-западе. Пористость пород пласта изменяется от 15,3 до 23,4%. Коэффициент проницаемости изменяется от 0,3 до 66,2 мД (таблица 1).

Таблица 1

Геолого-физическая характеристика залежи пласта АС-5 Малинового месторождения

Параметры	**АС-5**
Средняя глубина залегания, м	2308
Тип залежи	Структурно-литологическая
Тип коллектора	поровый
Средняя нефтенасыщенная толщина, м	2,4
Пористость нефтенасыщенного коллектора, доли ед.	0,18
Средняя нефтенасыщенность, доли ед.	0,42
Коэффициент остаточной нефтенасыщенности, доли ед.	0,273
Коэффициент вытеснения, доли ед.	0,365
Коэффициент охвата, доли ед.	0,474
Проницаемость, $*10^{-3}$мкм^2	4
Коэффициент песчанистости, доли ед.	0,21
Расчлененность, ед.	3,7
Начальное пластовое давление, МПа	22
Пластовая температура, ^{0}С	81
Давление насыщения, МПа	7,9
Плотность нефти в пластовых условиях, кг/м^3	809
Вязкость нефти в пластовых условиях, мПа*с	3,5
Газовый фактор, м^3/т	33
Плотность дегазированной нефти, кг/м^3	866
Вязкость дегазированной нефти (200С), мПа*с	25

В пределах залежи на момент подсчета запасов пробурено 19 поисково-разведочных и 117 эксплуатационных скважин. ВНК принят условный на абсолютной отметке -2273,9 м.

Основной целью работы является обоснование возможности перевода части запасов из категории C_2 в C_1 до осуществления бурения проектных скважин. Главной задачей является прогнозный, оценочный пересчет запасов нефти объемным методом с учетом проектных кустов скважин.

Структурные построения проводились в программе «Isoline» на основе сейсмических данных и интерпретации материалов ГИС по абсолютным отметкам кровли и подошвы коллекторов в скважинах. Площадь нефтеносности определялась на подсчетном плане на основе линий глинизации и принятого контура нефтеносности. В

эффективные нефтенасыщенные толщины включены пропластки, которые характеризуются в заключениях ГИС как «нефть». Для пород-коллекторов пласта АС-5 расчет открытой пористости ($К_п$) проводился по методу ПС на основе установления корреляционной связи «керн – ГИС». Оценка коэффициента нефтенасыщенности проводилась по данным удельного электрического сопротивления (УЭС) – ВИКИЗ, БК3-ИК-БК.

Согласно «Инструкции по применению классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов» 1983 г. при пересчете авторами балансовых запасов нефти залежи пласта АС-5 Малинового месторождения на 01.07.2015 г. был уточнен структурный план, параметрические модели изучаемой площади, скорректирована величина запасов.

К середине 2017 г. в соответствии с проектным документом «Ковер бурения 2015-2017 годов» запланировано пробурить 4 куста скважин: К19, К20, К21, К22. В результате бурения, вероятно, часть запасов категории $С_2$ будет переведена в категорию $С_1$. Для проверки данного предположения необходимо прогнозировать возможность расширения категории $С_1$ еще до осуществления бурения.

Данные подсчетных параметров пласта АС-5 такие, как эффективные нефтенасыщенные толщины, определялись путем интерполяции между скважинами на соответствующих картах, в результате чего был аппроксимирован исходный набор данных. Коэффициенты пористости и нефтенасыщенности взяты с предыдущего подсчета. Учитывалось отсутствие изменения границ залежи пласта АС-5. Также принято, что значения остальных необходимых параметров с момента последнего подсчета запасов не изменились.

Результаты оценки прогнозных запасов нефти и их сравнительная характеристика с подсчитанными запасами представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение прогнозных параметров и начальных геологических и извлекаемых запасов нефти пласта АС-5 Малинового месторождения с подсчитанными запасами

Категория	*Начальные геологические запасы нефти, тыс. т*			*Начальные извлекаемые запасы нефти, тыс. т*		
	01.07.15 01.07.16	Абсолютные изменения	Изменения, %	01.07.15 01.07.16	Абсолютные изменения	Изменения, %
$С_1$	19898 24885	4987	25	5090 6388	1298	26
$С_2$	23078 19505	-3573	-15	2308 1951	-357	-15
$С_1С_2$	42976 44390	1414	3	7398 8339	941	13

Прогнозные запасы залежи в сравнении с подсчитанными запасами по категории $С_1$ увеличились на 4987/1298 тыс. т (25%/26%) и составили 24885/6388 тыс. т; по категории $С_2$ уменьшились на -3573/-357 тыс. т (-15%) и составили 19505/1951 тыс. т. Общее количество запасов нефти пласта АС-5 Малинового месторождения (по категориям $С_1С_2$) увеличилось на 1414/941 тыс. т (+3%/+13%) и составило 44390/8339 тыс. т. Увеличение запасов категории $С_1$ связано с увеличением площади нефтеносности на 30%. Уменьшение запасов категории $С_2$ вызвано переводом части запасов в категорию $С_1$. Увеличение общего количества запасов связано с увеличением объема нефтенасыщенных пород.

В результате сопоставления запасов подтверждена возможность перевода части запасов категории $С_2$ в категорию $С_1$ еще до осуществления бурения в связи с увеличением общего количества геологических запасов на 3%, извлекаемых – на 13%.

Таким образом, юго-западная часть Малинового месторождения подготовлена к дальнейшей разработке. Рекомендацией является бурение проектных кустов скважин №19, №20, №21, №22.

Литература

1. Материалы, обосновывающие подсчет запасов нефти и растворенного газа Малинового месторождения. Пласт АС-5. – Сургут, 2014. – 93 с.
2. Сопровождение геологических моделей по Назаргалеевскому, Хорлорскому, Биттемскому, Маслиховскому месторождениям, создание геологической модели Малинового месторождения, подсчет запасов и защита их в ГКЗ РФ // Отчет по теме 685 – 04. – Сургут, 2005. – 278 с.

ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ВПАДИНЫ

У.Х. Латифов, Ш.А. Одинаев, Х.З. Латифов
Научный руководитель старший преподаватель Х.З. Латифов
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

В основу современных представлений о геологическом строении Афгано-Таджикской впадины вложен обширный материал, накопленный в результате маршрутных исследований и многочисленных планомерных геолого-съемочных, поисково-разведочных, геофизических и научно-исследовательских работ, в выполнении которых принимал участие большой коллектив геологов: Москвы, Ленинграда (ныне Санкт-Петербурга), Львова, Ташкента, Бишкека, Ашхабада, Новосибирска, Душанбе и многих других городов. Этими работами установлены основные этапы формирования и развития впадины, её тектоническое и нефтегазогеологическое районирование, которые на протяжении всего этапа изучения впадины уточнялись и несколько видоизменялись.

В качестве нефтегазопроизводящих толщ, обладающих возможностью генерировать углеводородные флюиды, в разрезе мезозойско-кайнозойских отложений Афгано-Таджикской впадины выделяются угленосно-терригенная формация нижней и средней юры, верхнеюрская карбонатная толща, глинисто-карбонатные комплексы апт-альба, глинистые и глинисто-карбонатные толщи турона и сеномана, а также палеоценовая карбонатно-сульфатная и эоценовая глинисто-карбонатная толща пород. Фациально-геохимические условия формирования мезозойских толщ указывают на преобладающий гумусовый, гумусо-сапропеловый и сапропелово-гумусовый тип окиси водорода (органическое вещество), концентрация которого обычно не превышает 2-3% за исключением нижнесреднеюрской угленосной формации, где содержание окиси водорода в породах, в зависимости от насыщения их углистым материалом, меняется от сотых долей процента до 15-20%.

Анализ материалов по нефтегазоносности Mz-Kz отложений Афгано-Таджикской впадины и сопредельных районов показывает, что для них характерны преимущественно залежи нефти, приуроченные к пористо-проницаемым и трещиноватым карбонатным горизонтам среднего эоцена (Ia горизонт al слоев) и палеоцена (I и II горизонты bh и III-IV горизонты ak слоев). В мезозойских отложениях открыты преимущественно залежи газа, приуроченные, в основном, к карбонатным отложениям юры (XV горизонт), терригенным и карбонатным отложениям нижнего (XIV-XI горизонты) и верхнего (X-VI горизонты) мела. Согласно П.К. Азимову [1, 2, 3, 4, 5] и другим исследователям Центральной Азии, источником нефтяных и газовых залежей в продуктивных горизонтах палеогеновых, меловых и юрских отложений Афгано-Таджикской впадины и смежных территорий являются продукты преобразования рассеянного органического вещества нефтегазоматеринских свит этих же отложений, т.е. нефтяные и газовые залежи в палеогеновых, меловых и юрских отложениях рассматриваемой территории сингенетичны вмещающим их толщам пород.

Для карбонатных пород палеоцена и среднего миоцена характерен сапропелевый тип окиси водорода, концентрация которого варьирует от 0,2 до 1% и более. При этом в бухарских слоях палеоцена отмечается, по данным Ю.А. Яковца и др. [5], максимальные для всего разреза (0,90%) средние значения Сорг. С целью оценки нефтегазоносности региона и выработки научно-обоснованных направлений поисково-разведочных работ, кроме определения в исследуемом разрезе нефтегазопроизводящих пород, следует также выяснить геологическую обстановку и условия, необходимые для преобразования органического вещества, а также закономерности размещения и условия формирования зон нефтегазонакопления.

В настоящее время работами многих исследователей установлено, что образование нефти и газа в земной коре происходит в зоне катагенеза в результате термокаталитических процессов преобразования органического вещества пород. При этом нефтематеринские толщи относятся к нефтепроизводящим, когда они достигают уровня среднего катагенеза, и степень превращенности содержащегося в них органического вещества соответствует маркам длиннопламенных, газовых и жирных углей. На этом этапе геохимической эволюции окиси водорода происходит резкое усиление процессов генерации и миграции углеводородов, т.к. начинает проявляться главная фаза нефтегазообразования. По Н.В. Вассоевичу [6], это проявление осуществляется в нефтематеринской породе при погружении ее на глубину 2-4 км и температуре 60-150ºС. Этот же интервал активной генерации нефти в осадочных породах приводится в работах А.М. Акрамходжаева [1], Е.А. Рогозиной, С.Т. Неручева, В.А. Успенского [7] и др. Интенсивная генерация или главная фаза газообразования большинством исследователей связывается обычно с глубинами погружения осадков порядка 3-5 км, т.е. с этапами катагенетического преобразования, протекающими уже после завершения главной фазы нефтеобразования. Вместе с тем, существует представление о большей универсальности процессов газообразования, чем нефтегазообразования. Н.Б. Вассоевич [6], к примеру, отмечал, что газообразование предшествует нефтеобразованию, сопутствует ему и продолжается после его завершения. На стадии раннего катагенеза окиси водорода пород (не выше раннебуроугольной) происходит «образование метановых газов вплоть до промышленных скоплений». Исходя из особенностей газонасыщения пластовых вод в вертикальном разрезе осадочных пород Л.М. Зорькиным [8] выделяются три зоны: газообразования – до глубины 1,5 км, нефтегазообразования – от 1,5 до 6 км, газообразования – ниже 6 км. Им соответствует верхняя и нижняя зоны газонакопления и средняя зона нефтенакопления.

По данным Ф.А. Алексеева [9], анализ изотопного состава углерода метана, отражающий процессы его генерации, также позволяет выделить в разрезе осадочного чехла две зоны (верхнюю и нижнюю) интенсивного газообразования и одну (среднюю) – нефтеобразования. При этом, как отмечают Е.А. Рогозина, С.И. Неручев, В.А Успенский [7] и др., на стадии диагенеза, в раннюю фазу эволюции осадков образуется большое количество газа, который почти полностью рассеивается и не принимает участия в формировании залежей. Однако это, хотя и широко бытующее представление о рассеивании биохимического газа, разделяется не всеми исследователями.

На основании анализа «критических» палеоглубин, при которых нефтегазопроизводящая толща начинает испытывать влияние температуры свыше 60ºС, т.е. начинается первый максимум генерации углеводородов, установлено, что потенциальные возможности нефтегазопроизводящих толщ в Таджикской впадине реализовывалось неодновременно. В позднеюрское время только нижняя часть терригенной толщи нижней и средней юры в наиболее погруженных участках современной Афгано-Таджикской впадины и Юго-Западных отрогов Гиссара могла вступить в главную зону нефтегазообразования.

В раннемеловое время здесь сложились геологические условия, благоприятные для широкого преобразования окиси водорода и первичной миграции образовавшихся углеводородов из этих отложений к бортам впадины. Доверхнеюрская поверхность в наиболее погруженных частях Афгано-Таджикской впадины и смежных регионах погрузилась на глубину 2500 м к началу позднемеловой эпохи, на 3500 м – к началу палеогена и на 4300-4500 м – к началу неогена. В неогеновый этап развития глубина погружения нижнесреднеюрских отложений достигла на большей части Афгано-Таджикской впадины 8-10 км и более. Следовательно, продолжительность наиболее благоприятных условий нефтегазообразования в толще нижней и средней юры здесь достигла примерно 70-80 млн. лет, т.е. охватила в основном позднемеловую и палеогеновую эпохи. Нижняя часть верхнеюрской карбонатной нефтегазопроизводящей толщи к концу юрского периода в наиболее прогнутых частях региона только вошла в зону развития процессов нефтегазообразования, а в позднемеловое время достигла главной зоны нефтегазообразования. При этом к началу накопления палеогеновых отложений поверхность верхнеюрской карбонатной толщи погрузилась в наиболее погруженных районах до 2800-3500 м, а к началу неогеновой эпохи – до 3800 м. Продолжительность наиболее благоприятных условий нефтегазообразования в карбонатной верхнеюрской толще достигала в наиболее прогнутых районах современной Афгано-Таджикской впадины и Юго-Западных отрогов Гиссара 60-70 млн. лет и охватывала часть позднемеловой, всю палеогеновую и часть неогеновой эпох. Нефтегазопроизводящие толщи терригено-карбонатного комплекса нижнего мела вступили в главную зону нефтегазообразования в наиболее прогнутых частях региона в позднем палеогене, а наиболее активную генерацию и миграцию пережили лишь в неогеновый этап развития территории, т.е. продолжительность наиболее благоприятных условий нефтегазообразования составила 25-30 млн. лет, и, наконец, реализация нефтегазогенерирующего потенциала сеноманских, туронских, сенонских и палеоцен-эоценовых отложений могла происходить только в неогеновое и антропогеновое время.

Современные залежи и месторождения нефти и газа Афгано-Таджикской впадины, как, кстати, и смежных регионов, в основной своей массе являются молодыми, окончательно сформированными в неоген-плейстоценовый этап развития территории. Часто они являются продуктами переформирования и перераспределения первоначально образованных залежей в юрских, меловых и палеогеновых литолого-фациальных комплексах. При этом в образованиях юры и мела Афгано-Таджикской впадины и смежных регионов, в которых после осуществления главной фазы нефтегазообразования отчетливо проявилась главная фаза газообразования, развиты преимущественно газовые и газоконденсатные месторождения. К палеогеновым отложениям, в которых на большей части территории в основном проявилась главная фаза нефтеобразования, приурочены в основном нефтяные залежи.

Таким образом, полученный в настоящее время материал позволяет заключить, что процессы нефтегазообразования происходят не равномерно: обычно в интервале 2-4 км происходит резкое усиление процессов генерации и миграции нефтяных углеводородов, а в зоне глубин 3-5 км генерируется значительная часть углеводородов газа. Интенсивное газообразование, по мнению некоторых исследователей, отмечается также и в интервале до 1,5 км. Зная о глубинной зональности процессов нефтегазообразования и располагая данными о палеоглубинах, мощности осадков и генетическом типе окиси водорода отдельных литолого-фациальных комплексов Таджикской впадины, можно довольно определенно судить, на каких этапах могли начаться процессы газо- и нефтегенерации, а также о времени, направлении региональной миграции, времени и динамике формирования нефтяных и газовых месторождений.

Литература

1. Акрамходжаев А.М. Главная фаза газообразования // Узбекский геол. Журнал, 1973. – №6. – С. 3 – 9.
2. Бабаев А.М., Кулагин В.К. Глубинное строение восточной части Гиссарской долины // Проблемы геологии Таджикистана. – Душанбе, 1964. – С. 99 – 105.
3. Готгильф А.В. Гидрогеологические предпосылки нефтегазоносности советской части Афгано-Таджикской впадины // Труды ВНИГНИ. – Душанбе: Дониш, 1971. – Вып. 116. – С.189 – 192.
4. Лебзин Е.В., Сафранов Т.А., Воскресенская Ю.А. О времени развития процессов нефтегазообразования в мезозойских и палеогеновых отложениях Афгано-Таджикской нефтегазоносной области // Нефтегазовая геология и геофизика, 1975. – № 2. – С. 23 – 26.
5. Яковец Ю.А., Сафранов Т.А., Яковец Е.Б. Схема выделения и характеристика нефтепроизводящих толщ в Таджикской депрессии и Западной Фергане // Проблемы нефтегазоносности Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1972. – С. 301 – 317.
6. Главная фаза нефтегазообразования / Н.Б. Вассоевич, Ю.И. Корчагина, Н.В. Лопатин и др. // Вестник МГУ. Сер. гелог. – М., 1969. – № 6. – С. 3 – 27.
7. Рогозина Е.А., Неручев С.Г., Успенский В.А. О месте и условиях проявления главной фазы газообразования в процессе погружения осадков // Известия АН СССР, сер.геолог., 1974. – № 9. – С. 124 – 132.
8. Зорькин Л.М. Геохимия пластовых вод нефтегазоносных бассейнов // Л.М. Зорькин. -М.: Недра, 1973. – 224 с.
9. Алексеев Ф.Л. О зональности нефтегазообразования в земной коре по данным изотопных исследований // Геол. нефти и газа, 1974. – №4. – С. 62 – 67.

СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТИМАНСКОГО ГОРИЗОНТА ЮЖНО-КУТУЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Е.В. Логунов, И.А. Султанов
Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Для дополнительного изучения девонских отложений Южно-Кутузовского нефтяного месторождения, расположенного в Сергиевском районе Самарской области, была пробурена серия разведочных скважин, в том числе скважина № 140, вскрывшая песчано-глинистую толщу тиманского горизонта верхнего девона, которому посвящена данная статья.

Для изучения состава отложений тиманского горизонта были использованы два образца керна с глубин 2175,7-2180,4 м и 2173,8-2174,2 м (рис. 1). Первый представлен тонкозернистым алевритистым песчаником, хорошо сортированным, светло-серым с более темными (с зеленоватыми оттенками) пятнами. Текстура массивная, пятнистая [1]. По составу песчаник мономинеральный (рис. 2) кварцевый с преобладающим размером зерен 0,07-0,09 мм (от 0,03 до 0,13 мм). Встречаются чешуйки мусковита. Обломки кварца полуокатанные до угловатых, с конформными контактами. Акцессорные минералы представлены редкими зернами циркона и единичными – турмалина. Цемент глинистый, поровый и пленочный. По всему образцу рассеяны микроконкреции (0,2-0,4 мм) сидерита в виде округлых монокристаллов (иногда сферолитов), местами образующих цепочки. Конкреции занимают до 5% от площади шлифа [3]. По результатам гранулометрического анализа образец является песчаником тонкозернистым: коэффициент асимметрии – Sk = 0,99, средний размер обломков – Xср = 0,078 – материал хорошо сортированный. Коэффициент сортировки по методу Траска составляет – S0 = 1,22, коэффициент сортировки по методу моментов – σ = 1,28 [2].

Второй образец представлен песчаником от светло-серого до темно-серого с зеленоватым оттенком, тонкозернистым алевритистым, хорошо сортированным, со следами биотурбации. По составу песчаник (как и первый) мономинеральный кварцевый, с преобладающим размером зерен около 0,08 мм (от 0,03 до 0,09 мм). Обломки кварца от полуокатанных до угловатых, с конформными контактами. Акцессорные минералы представлены цирконом, турмалином, встречаются зерна лейкоксена. Присутствуют небольшие линзы микрозернистого кристаллического кальцита, с рассеянными алевритовыми зернами кварца. Цемент карбонатный, пятнистый, коррозионный. Среди органических остатков присутствуют обломки раковин брахиопод (размер от 1,9 × 0,16 до 2,3 × 0,2 мм), обломки криноидей (размер от 0,2 × 0,07 до 0,6 × 0,2 мм). По результатам гранулометрического анализа образец является песчаником тонкозернистым: Sk = 1,04, Xср = 0,081 мм. Коэффициент сортировки по методу Траска составляет S0 = 1,14, по методу моментов – σ = 1,01 – материал хорошо сортированный.

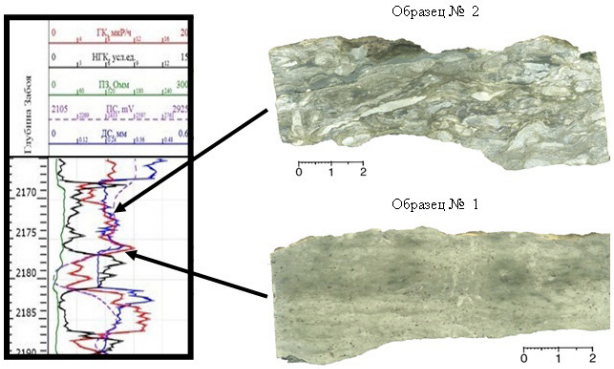


Рис. 1. Привязка образцов керна по глубине к данным ГИС

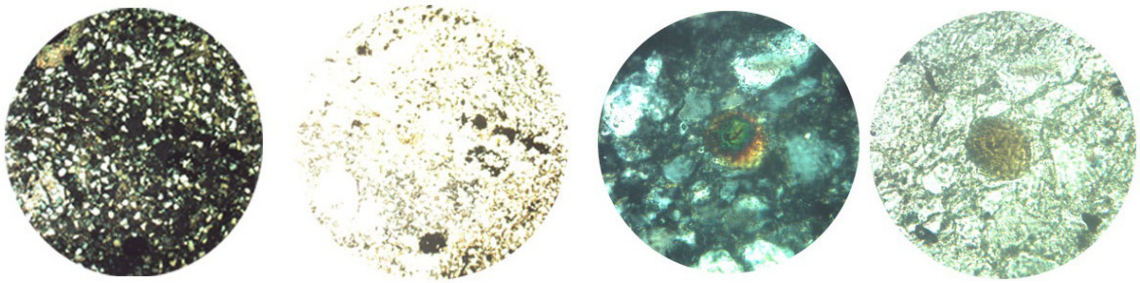


Рис. 2. Шлиф № 1: а – общий план, увел. ×2,5.; б – кристалл турмалина, увел. × 25. Николи + (слева) и II (справа)

По результатам гранулометрического анализа была проведена генетическая интерпретация с использованием диаграмм Г.Ф. Рожкова и Р. Пассеги (рис. 3). При этом были получены следующие результаты.

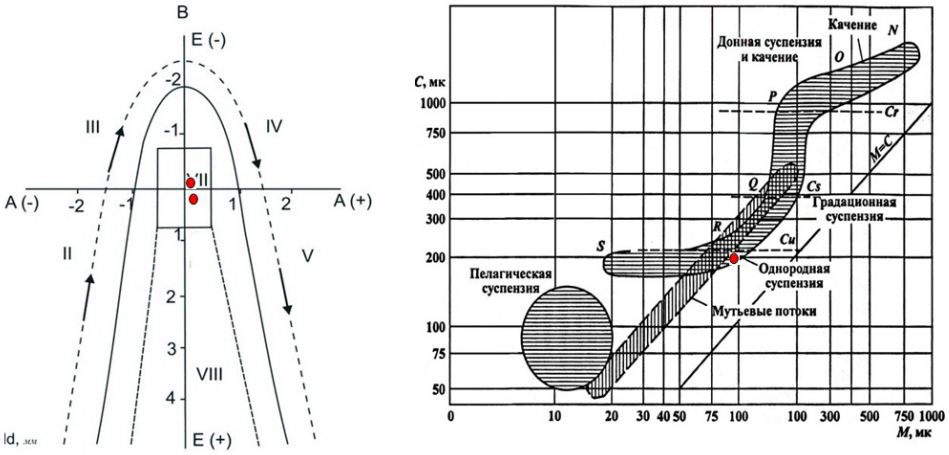


Рис. 3. Генетическая диаграмма: а – Г.Ф. Рожкова; б – Р. Пассеги

На диаграмме Г.Ф. Рожкова один из образцов попал в область волновых процессов на мелководье, нейтральной полосы побережья, прибрежно-морских фаций, а второй оказался в поле эоловой переработки осадка, хотя и вблизи границы с полем прибрежно-морских образований. На диаграмме Р. Пассеги фигуративные точки обоих образцов оказались в области однородной суспензии, но вблизи поля градационной суспензии. Таким образом, можно предположить, что породы тиманского горизонта Южно-Кутузовского месторождения осаждались в прибрежно-морской обстановке, но в спокойных гидродинамических условиях (если нет ошибки в определении поля на диаграмме Пассеги). Однако присутствие обломков раковин и следы взмучивания в образце 2 противоречат спокойной обстановке. Для более точной оценки необходимо изучение текстурных характеристик.

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.
2. Алексеев В.П., Носова Н.С. Методы исследования осадочных пород: методические указания к практическим занятиям. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 66 с.
3. Мизенс Г.А. Изучение осадочных пород в прозрачных шлифах: учебно-методическое пособие. – Екатеринбург. УГГУ, 2006. – 86 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СТВОЛА СКВАЖИНЫ С ЦЕЛЬЮ ВЫРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НА II БЛОКЕ ПЕТРИКОВСКО-ЕЛЕЦКОЙ ЗАЛЕЖИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

О.В. Луцкович

Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Березинское нефтяное месторождение расположено в центральной части Северной прибортовой зоны Припятского прогиба и находится на территории Светлогорского и Жлобинского районов Гомельской области Республики Беларусь. Ближайшими месторождениями нефти являются Первомайское и Восточно-Первомайское (рис. 1).

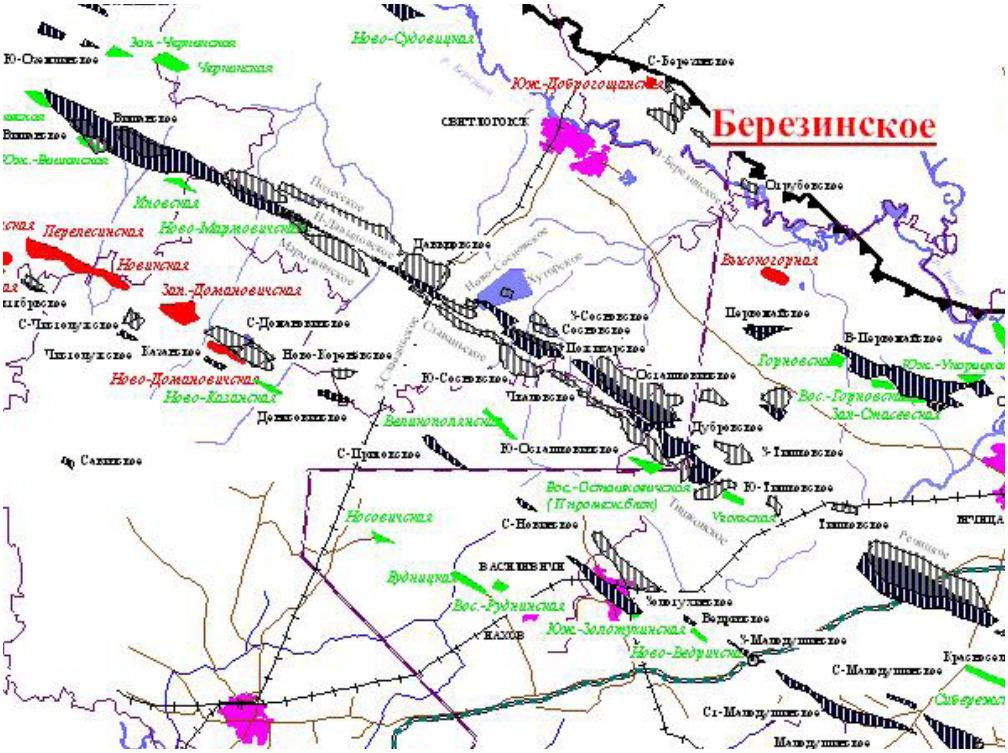


Рис. 1. Схема размещения нефтяных месторождений и перспективных площадей Республики Беларусь [5] (масштаб 1:500000)

Березинское месторождение (межсолевая залежь второго блока) открыто в 1975 г. В 1976 г. промышленный приток нефти был получен в скв. 6 при опробовании межсолевых отложений на третьем блоке структуры. В 1977 г. Березинское месторождение введено в пробную эксплуатацию, в мае 1981 г. – в промышленную разработку. В настоящее время месторождение разрабатывается. Березинская структура расположена в центральной части северной прибортовой зоны Припятского прогиба и приурочена к Березинской зоне приразломных поднятий. По сложности геологического строения Березинское месторождение отнесено ко 2-й группе (группа сложного строения). По кровле межсолевых отложений Березинская структура представляет собой блоково-пликативную структуру, разбитую тектоническими нарушениями на ряд блоков. Установлено, что на строение межсолевого комплекса большое влияние оказал соляной тектогенез, в результате чего образовался ряд разрывных нарушений, не имеющих продолжения в подсолевом комплексе [3]. Блоки I и II разделены разломом субширотного простирания с амплитудой 250 м. Через скважину 143 проходит малоамплитудный сброс (амплитуда 25 м), делящий II блок на две части. Поверхность межсолевых отложений погружается в юго-восточном направлении.

Выбор технологии добычи остаточной нефти для каждой отдельной скважины является уникальным и зависит от множества критериев. Основные из них – социальные, технологические, экономические, ресурсные, экологические и др. Поэтому очень важно рационально использовать предоставленный для изучения материал и извлечь максимальные рентабельные ресурсы в процессе разработки. Технология разработки коллекторов с применением наклонно-направленных скважин является более эффективным. Это подтверждают многочисленные практики по всему миру. Во-первых, наклонно-направленные скважины имеют большую площадь контакта с пластом, чем вертикальные; во-вторых, при увеличении площади контакта с пластом повышается вероятность

вовлечения в разработку низкопроницаемых зон и слоёв; в-третьих, снижается уровень конусообразования и уменьшается объём выноса песка [1, 2, 4].

При работе с трудноизвлекаемыми запасами особенно важно иметь правильную и подробную модель залежи. При выполнении данного требования можно наглядно оценить представленные в скважине условия и осуществить оценку показателей разработки. Однако следует помнить, что моделирование не заменяет непосредственного изучения объекта.

Объектом изучения и последующего исследования послужило Березинское нефтяное месторождение, расположенное в центральной части Северной прибортовой зоны Припятского прогиба.

Месторождение находится на территории Светлогорского и Жлобинского районов Гомельской области Республики Беларусь. Основная промышленная нефтеносность связана с елецкими (дроздовские слои) и петриковскими слоями. Отложения обоих горизонтов имеют практически идентичный минералогический состав. Породы представлены доломитами серыми, пористыми, кавернозными, участками нефтенасыщенными (в разрезе скважин 100, 104, 107, 122, 127, 147, 148, 149) с редкими прослоями мергелей, местами ангидритизированными. Залежь массивная, сводовая, тектонически ограниченная с севера, запада и юга, с востока ограничена контуром нефтеносности. Размеры залежи II блока составляют: длина – 1,6 км, ширина – 0,75 км, высота – 120 м. По II блоку условный ВНК -1834 м, принят на абсолютной отметке подошвы нижнего нефтенасыщенного пласта. Эффективные нефтенасыщенные толщины петриковско-елецкой залежи II блока распространены по площади неравномерно.

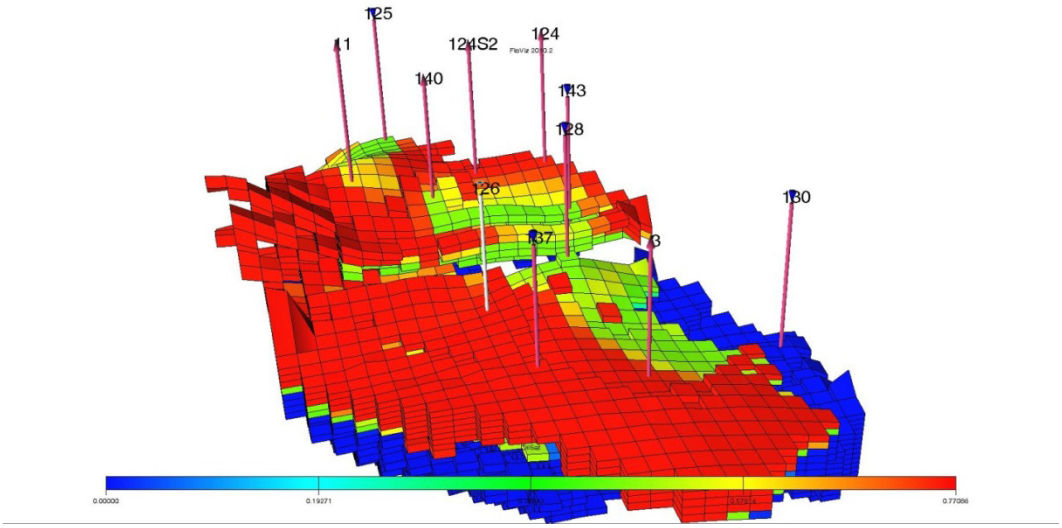


Рис. 2. Модель остаточной нефтенасыщенности пластов II блока Березинского месторождения

Следует принять во внимание, что изучаемые пласты относятся к группе месторождений сложного строения, а также что через скважину 143 проходит малоамплитудный сброс (амплитуда 25 м), делящий II блок на две части. Поверхность межсолевых отложений погружается в юго-восточном направлении. Предлагается два плана дополнительной разработки с целью максимального извлечения остаточных запасов нефти: 1 – бурение дополнительного ствола скважины №126 (№126s2) и перевод её из фонда добывающих в нагнетательные с целью выработки остаточных запасов в районе добывающих скважин №11 и №140; 2 – бурение дополнительного ствола нагнетательной скважины №125 (№125s2) с целью выработки остаточных запасов в районе добывающих скважин №11, №140 и №124s2. Построение возможных моделей дополнительных стволов скважин будет выполнено при помощи семейства симуляторов ECLIPSE компании Schlumberger.

Литература

1. Бравичева Т.Б., Бравичев К.А., Палий А.О. Компьютерное моделирование процессов разработки нефтяных месторождений: Учебное пособие. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 352 с.
2. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 99 с.
3. Грибик Я.Г. Некоторые особенности геологического строения Припятского прогиба с учетом тектонических деформаций горных пород // Геологические проблемы разведки углеводородов в Беларуси. – Минск, Изд. ИГГиГ НАН Беларуси, 1992. – С. 109 – 119.
4. Золоева Г.М., Денисов С.Б., Билибин С.И. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 212 с.
5. Обработка и интерпретация сейсморазведочных данных с целью выявления, подготовки к бурению структур и детализации строения месторождений на территории деятельности РУП «ПО «Белоруснефть» в 2008 г. // Отчет о НИР РУП «ПО «Белоруснефть»; рук. В.В Риштовский. – Гомель, 2009.

ПРИЧИНЫ ПОНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТА $Ю_1^1$ КАТЫЛЬГИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.Ю. Любимова

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время эффективность выделения низкоомных коллекторов по данным ГИС по Западно-Сибирскому региону составляет 25-35%, особенно остро данная проблема стоит на месторождениях, приуроченных к северной части Каймысовского свода, в частности для Катыльгинского и Западно-Катыльгинского (включая Онтонигайскую площадь), Первомайского и Нижнепервомайского месторождений. На данных месторождениях очень часто различные коллекторы характеризуются одними и теми же геофизическими признаками в пределах одного подсчетного объекта. Проблема усложняется в том случае, когда в изучаемом разрезе продуктивные пласты-коллекторы характеризуются низкими удельными электрическими сопротивлениями (УЭС), а водоносные пласты – или аналогичными, или более высокими значениями удельных сопротивлений. Для многих месторождений причины понижения сопротивлений в продуктивных пластах в настоящее время уже нашли свои объяснения с различных точек зрения (описанных ниже), но для некоторых месторождений, в частности, для Онтонигайской площади на Западно-Катыльгинском месторождении, этот вопрос остается открытым, что, в свою очередь, обусловливает актуальность данной работы.

Цель работы – выяснение природы низкоомности продуктивных коллекторов в пределах северной части Каймысовского свода

Объектом исследования были выбраны породы-коллекторы пласта $Ю_1^1$ Катыльгинской группы месторождений.

Основными задачами исследования были: выполнение анализа опубликованной литературы по проблеме; выявление отличий пластов с низкоомными и нормальными коллекторами по геофизическим признакам, литологическим и минералогическим характеристикам; выявление причины возникновения коллекторов с низким УЭС.

Для исследований было выбрано 29 скважин с низкоомными коллекторами, которые пробурены на восточном борте Катыльгинского месторождения и в южной части Онтонигайской площади. По данным ГИС и обводненности на начало эксплуатации, породы пласта $Ю_1^1$ в нефтенасыщенной части коллектора характеризуются в этом участке низким сопротивлением (от 3 до 4 Омм). Более детально вопрос низкоомности рассмотрен на примере скважин № 105П и № 103 южной части Онтонигайской площади. По этим скважинам из пласта $Ю_1^1$ был отобран керн и проведён комплекс лабораторных исследований. Анализ ГИС скважин показал, что пласт $Ю_1^1$, вскрытый скважиной № 103, характеризуется низкоомным разрезом (УЭС составляет 3,2 Омм), в то время как, в скважине № 105П – не низкоомным (УЭС составляет от 5,6 Омм) разрезом. Согласно результатам запусков, скважины запустились с сопоставимыми дебитами по жидкости и по нефти (скважина 103: дебит нефти – 120,7 т/сут., обводненность – 15,7%; скважина 105П – дебит нефти – 105,6 т/сут., обводненность – 11,7%).

По анализу литературных данных, причины проявления низкоомности могут быть связаны:

- с большим количеством связанной воды, обусловленным обилием глинистой фракции [2];
- с частым переслаиванием тонкопорового и микропорового коллектора;
- с содержанием металлосодержащих соединений и минералов [1].

Были проанализированы все три причины.

1. Большое количество глинистой фракции в составе коллектора. Присутствие глинистых минералов оказывает двойственное влияние на снижение их удельного сопротивления. Благодаря высокой удельной поверхности и гидрофильности, глинистые частицы окружены капиллярно связанной водой, выступающей в роли проводящей среды, что и может служить причиной снижения электрического сопротивления нефтеносного пласта.

Для выявления зависимости низкоомности от типа глинистого минерала, в лаборатории ОАО «ТомскНИПИнефть», был выполнен рентгенофлуоресцентный анализ по шлифам скважин № 105П и № 103. Согласно проведённому анализу, глинистые минералы, входящие в состав коллектора пласта $Ю_1^1$, являются типичными для коллекторов Западной Сибири. Преобладающим минералом является каолинит, на долю которого, приходится около 70 %, менее развиты хлорит – 10 % и гидрослюда – 20 %. Максимальной абсорбционной способностью обладает монтмориллонит, который в изучаемых образцах не выявлен (нехарактерный для верхнеюрских коллекторов Томской области). Соответственно, можно сделать вывод, что тип глинистого минерала не оказывает влияние на низкоомность коллектора пласта $Ю_1^1$ в районе работ.

Анализируя исследования гранулометрического состава песчаников Катыльгинской группы и описания шлифов, можно предположить, что увеличение количества глинистого материала, может быть связано с распространением низкоомности на территории работ. Глинистая фракция преобладает на Катыльгинском месторождении, в восточной части которого выделена зона низкоомных коллекторов. Однако около половины низкоомных скважин, также сосредоточены на территории Западно-Катыльгинского месторождения, где глинистой фракции в составе коллектора практически нет. Таким образом, первая причина возникновения низкоомности коллектора пласта $Ю_1^1$, обусловленная обилием глинистой фракции, возможна для восточной части Катыльгинского месторождения, а для Западно-Катыльгинского месторождения (южная часть Онтонигайской

площади) не подтверждается.

2. Частое переслаивание тонкопорового и микропорового коллектора.

Частое переслаивание порового, микропорового и тонкопорового коллекторов может быть вызвано: частой изменчивостью гидродинамических режимов седиментации, что характерно для ряда седиментационных обстановок (дельты и др.); постседиментационной цементацией порового пространства, приводящей к уменьшению диаметра пор (карбонатизация, сидеритизация).

Анализ порометрических исследований указывает на преобладание тонкопорового коллектора на изучаемой территории. Однако для Катыльгинского месторождения наблюдается некоторое увеличение субкапиллярного коллектора, вследствие плохой сортировки, что ведёт к повышению процентного содержания связанной воды.

Особенности осадконакопления, указывают на стабильную мелководно-морскую обстановку осадконакопления, без частых изменений гидродинамических режимов седиментации. Так, анализ кернового материала скважин № 105П и № 103 (рис. 1) показал идентичность пласта $Ю_1^1$, характерного для всей Катыльгинской группы месторождений – биотурбированный глинистый песчаник (переслаивание коллектора в скважине № 103 не выявлено)

Постседиментационная цементация, характеризуемая развитием карбонатизации и сидеритизации, по результатам анализа шлифов также не выявлена. Процентное содержание кальцита в цементе, в среднем составляет 7 %, сидерит отмечен в единичных шлифах.



Рис. 1. Образцы керна скважин:
а) 103 (интервал 2754,5-2757,5 м), б) 105П (интервал 2566,6-2569,6 м)

Наличие металлосодержащих соединений и минералов. В песчаниках они встречаются как аллотигенная (магнетит, ильменит и др.) и аутигенная части (цемент, сыпь пирита и лейкоксена в прослоях детрита обуглившейся органики и слюд, пирит в ассоциации с битумными плёнками).

Но, связи между количеством железистых минералов, в породах с низкоомными и высокоомными коллекторами (№ 103 и № 105П) не выявлено (рис. 2). Так, количество металлосодержащих соединений и минералов в шлифах незначительное (до 7%), в низкоомных коллекторах оно может быть ниже, чем в нормальных: 2,5 % (скважина № 103) и 5,1 % (скважина № 105П).

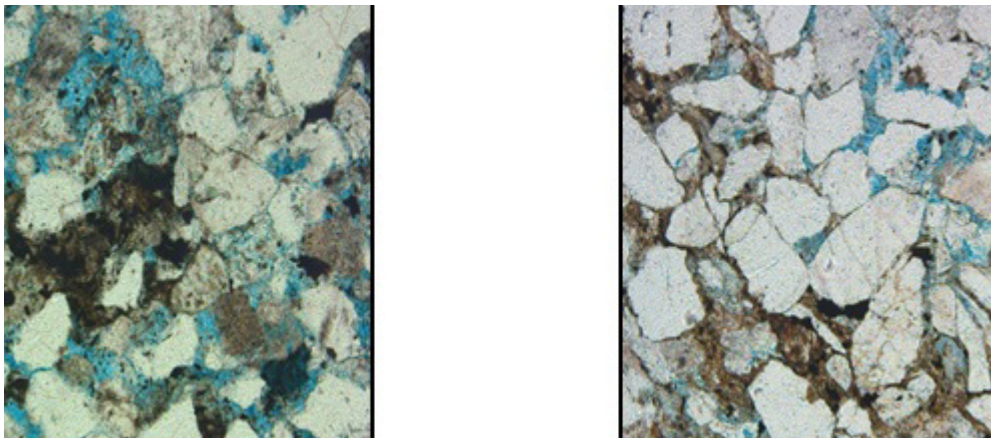


Рис. 2. Распределение железистых минералов в песчаниках пласта $Ю_1^1$, николи параллельны:
а) скважина №103 (низкоомный коллектор) – количество 2,5%;
б) скважина № 105П (нормальный коллектор) – количество 5,1%

Выводы:

Проведя анализ имеющихся данных по содержанию в низкоомных породах-коллекторах глинистой фракции, железосодержащих соединений и минералов, а также анализируя условия осадконакопления, можно сделать вывод о том, что никзоомность коллекторов, вскрытых скважинами Катыльгинского месторождения, вероятно, связана с ухудшением ФЕС пласта $Ю_1^1$ из-за особенностей условий седиментации и, возможно, с увеличением алевритовой фракции и формированием первичного преимущественно мелкопорового коллектора. Наличие низкоомности в пределах Западно-Катыльгинского месторождения с геологическими причинами не коррелируется, что обусловливает актуальность проблемы по выяснению причин возникновения низких удельных электрических сопротивления в продуктивных пластах.

Литература

1. Ежова А.В. Методика оценки нефтенасыщенности низкоомных коллекторов в юрских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Известия ТПУ, 2006. – Т. 309. – № 6. – С. 23 – 26.
2. Мельник И.А. Причины понижения электрического сопротивления в низкоомных коллекторах // Геофизические исследования, 2014. – Т. 15. – №3. – С. 44 – 53.

УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТРАССЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К.Ю. Майков

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с кризисной ситуацией в мире и принятием стран ОПЕК решения о заморозке добычи УВ, недропользователям остается лишь снизить объемы бурения на действующих месторождениях и отложить запуск новых. Для зрелых месторождений необходимо скорректировать схемы разработки участков с учетом сохранения коэффициента извлечения нефти на целевом уровне.

Поэтому перед нефтедобывающими компаниями ставится целый ряд задач касательно оптимизации, повышения нефтеотдачи и минимизации рисков возможных осложнений в процессе разработки месторождений. Решение данных задач во многом возможно за счет применения различных методов воздействия на пласты, осуществляемых с конечной целью наиболее полного извлечения углеводородного сырья из горных пород при оптимальных экономических затратах. Однако планирование данных мероприятий невозможно без максимально полного комплекса геологической информации, особенно если месторождение имеет достаточно сложное геологическое строение [2, 3].

Цель работы заключается в уточнении геологического строения месторождений с помощью гидродинамических исследований скважин (ГДИС), на примере одного из месторождений Западной Сибири, расположенного на территории Каргасокского района Томской области.

Месторождение открыто в 2007 году в результате бурения и испытания поисковой скважины 2 и получения в ней притока нефти на глубине 2979-3004 м (пласт $Ю_1^5$) объемом 14,4 м^3/сут на СДУ 1310 м.

Промышленная нефтеносность месторождения установлена в терригенных отложениях васюганской (пласт $Ю_1^{3-4}$) и пешковской (пласт $Ю_1^5$) свит позднеюрского возраста.

Рассмотрим наиболее подробно отложения пласта $Ю_1^{3-4}$, представленного переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Пористость изменяется от 13,0 до 21,1%, проницаемость варьируется в пределах 1,0-318,2·10^{-3} мкм^2. Остаточная водонасыщенность изменяется от 17,5 до 47,2%.

По результатам лабораторных анализов проб флюида, нефть можно классифицировать как легкую (плотность нефти в поверхностных условиях составляет 829,6 кг/м^3), малосернистую (содержание серы – 0,4%), смолистую (содержание смолисто-асфальтеновых веществ – 6,8%), парафинистую (содержание парафинов – 4,4%).

Так как в процессе разработки пласты $Ю_1^3$, $Ю_1^4$ были объединены в единый эксплуатационный объект, то для принятия оперативных решений по повышению эффективности нефтеизвлечения необходимо иметь достоверную информацию о расположении высокопроницаемых каналов (возможно, системы трещин) в межскважинном пространстве. В этих условиях актуально проведение помимо стандартных методов ГДИС, еще и трассерных (индикаторных) исследований для определения фильтрационных параметров пласта.

Основными задачами подобных исследований является:

- установление гидродинамической связи между выбранными нагнетательными скважинами и окружающими добывающими скважинами;
- определение основных источников обводнения реагирующих добывающих скважин;
- оценка текущих фильтрационно-емкостных параметров исследуемых пластов;
- трассирование и определение производительности фильтрационных потоков от исследуемых нагнетательных скважин.

Индикаторные исследования на исследуемом месторождении проводились по 10 нагнетательным скважинам. Работы начались с закачки разнотипных меченых жидкостей в нагнетательные скважины, перфорированные на

пласты $Ю_1^3$, $Ю_1^4$. В качестве индикаторов для приготовления меченых жидкостей использовались стабильные, экологически безвредные химические вещества: флуоресцеин натрия, тринатрийфосфат, эозин, родамин «Ж», роданистый аммоний, карбамид.

В ходе исследования было проанализировано 10 опытных участков, включающих 10 нагнетательных и 14 добывающих скважин. Были проанализированы розы-диаграммы трассирования фильтрационных потоков по пластам и построены карты распределения фильтрационных параметров, полученных по результатам ГДИС (как стандартными методами, так и трассерными исследованиями).

Анализ результатов трассерных исследований показал, что основные объемы меченой воды в районе исследованных нагнетательных скважин направлены к двум-трем добывающим скважинам, определяющим гидродинамическую обстановку участков. Характер распределения фильтрационных потоков по направлениям от большинства нагнетательных скважин свидетельствуют о высокой фильтрационной неоднородности пластов $Ю_1^{3-4}$, как по разрезу, так и по площади распространения коллекторов. Исследования показали основное распределение фильтрационных потоков от большинства нагнетательных скважин с севера на юг.

В процессе разработки рассматриваемого месторождения происходит увеличение гидропроводности пласта в направлении ряда добывающих скважин по сети высокопроницаемых трещин. Наличие высокопроницаемых трещин приводит к преждевременному прорыву воды (опережающая фильтрация), растущей непроизводительной закачке и соответственно низкому охвату процессом заводнения. Следует отметить, что результаты исследований показали низкую производительность фильтрации воды по трещинам (0,001-0,4 $м^3$/сут) и соответственно небольшие значения непроизводительной закачки в пределах опытных участков (0,2-2,3). Однако в процессе исследований определены высокие скорости фильтрации меченых жидкостей (30-170 $м^3$/сут) и выявлена аномально высокая проницаемость трещин (2-8,5 $мкм^2$) в направлении ряда добывающих скважин и особенно это характерно для южной и северной частей месторождения. Кроме того, в южной части месторождения определены более высокие значения эффективного водозамещенного объема, составляющего 60-116 $м^3$, по сравнению со значениями на остальных участках исследований.

В результате влияния на залежь нагнетательного фонда и отборов горизонтальными эксплуатационными скважинами образуются сложные гидродинамические поля с глубокими депрессионными воронками. В этих условиях линии тока от одних нагнетательных скважин могут иметь сложную конфигурацию и глубоко проникать в зоны влияния других нагнетательных скважин, что четко установлено трассерными исследованиями по оценке их совместного воздействия на одни и те же добывающие скважины на всех 10 опытных участках.

Промыслово-геофизические исследования, произведенные по нагнетательным скважинам, показали, что основная часть закачиваемой воды (40-80%) поглощается узкими интервалами, толщиной 0,5-1 м преимущественно в кровельной области пласта. Предполагаем, что основное перемещение меченой жидкости, и соответственно нагнетаемой воды осуществляется именно по кровле пласта $Ю_1^3$.

Для оптимизации гидродинамической обстановки участка и увеличения охвата заводнением предлагается запланировать геолого-технические мероприятия по обработке пласта «мягкими» физико-химическими композициями – например, гелеобразующие системы (Геопан + $CaCl_2$) [1].

Рекомендуется не увеличивать производительность погружного насосного оборудования по добывающим скважинам с высоким процентом выноса индикатора. В противном случае увеличение депрессии на пласт приведет к резкому увеличению темпа обводнения продукции добывающих скважин и соответственно уменьшению дебитов нефти.

Для определения дополнительного источника обводнения добывающих скважин необходимо запланировать физико-химические методы контроля (определение коэффициента светопоглощения, диэлектрической проницаемости, скорости ультразвука в пробах нефти) с целью определения скорости и направления перемещения нефтеносных контуров на месторождении, а также прогнозирования резкого обводнения добывающих скважин.

Литература

1. Ибрагимов Г.З., Хисамутдинов Н.И., Телин А. Г., Потапов А.М. Разработка нефтяных месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 1994. – 312 с.
2. Костюченко С.В., Тюнькин А.И. и др. Методика уточнения структур геолого-технологических моделей по результатам трассерных и гидродинамических исследований // Нефтяное хозяйство, 2008. – № 5. – С. 42 – 45.
3. Костюченко С.В., Ямпольский В.З. Мониторинг и моделирование нефтяных месторождений. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 246 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЮРСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ф.Н. Манасян
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Западно-Сибирском регионе в нефтегазодобывающей промышленности остро стоит вопрос вовлечения в разработку нетрадиционных ресурсов нефти. В основном добыча и разработка ведется на давно изученных территориях, но со временем запасы иссекают. Поэтому изучение палеозойских отложений в Томской области актуально в наше время.

Перспективы нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири подтверждаются новым геологическим материалом и открытием многочисленных скоплений нефти и газа. Этот интерес не угасает еще и потому, что появляются новые положительные результаты на объектах, считавшихся малоперспективными или бесперспективными для поиска залежей в осадочном чехле. Кроме того, появляются новые геологические обобщения и концепции, объясняющие механизм генерации, флюидомиграции и образования залежей УВ в доюрских породах [1, 2].

В настоящее время на территории Западно-Сибирской провинции в палеозойских отложениях открыто более 50 месторождений нефти и газа, непромышленные притоки нефти и нефтепроявления зафиксированы более чем на 100 площадях [3].

Поэтому рассмотрим, как происходило формирование доюрских образований, перспективных для поисков залежей углеводородов.

В позднем рифее вся территория ЗСП постепенно поднималась, превращаясь в выположенное плато. С началом венда происходит сводовое опускание всей территории ЗСП с образованием морских обстановок субплитного типа. При наличии трех фациальных поясов в пределах морской акватории есть уверенность в присутствии безрельефного дна. Здесь полностью отсутствуют обломочные отложения склонового типа. Даже в пределах континента наблюдается развитие тонкообломочных терригенных пород. То есть, к началу венда вся территория ЗСП была выровнена полностью.

Средний кембрий начинается дифференцированным подъемом территории с формированием расчлененного горного рельефа в пределах суши (Ангарида) на юго-востоке, а также на крайнем западе (в пределах Урала). Поэтому здесь образовывались и сохранились лагунные, соленосные осадки в виде крупной полосы. Развитие последней носит унаследованный платформенный характер (с начала рифея).

К позднему ордовику сформировался уже настоящий эпиконтинентальный бассейн с четкой внутренней фациальной зональностью. Здесь отсутствует типичная ундаформа. По размеру это крупнейший бассейн, выходящий далеко за рамки современных границ ЗСП.

Особенностями фациальной модели начала силурийского периода является наличие вулканического острова в пределах фондоформы и троговой зоны. Присутствие последней указывает на особенный тектонический и палеогеографический характер: отсутствие притока терригенных осадков в бассейн со стороны континента и очень низкий (до низменности) рельеф лагунно-пойменных зон на востоке ЗСП.

К концу нижнего девона появилось уже четыре острова в пределах относительно глубоководной зоны бассейна. Их развитие изменило облик морского бассейна, а их роль в распределении фациальных обстановок стала определяющей.

Особенностью Западно-Сибирского моря в раннем девоне является присутствие огромной карбонатной платформы на западе. Это результат жизнедеятельности многочисленных морских бентосных сообществ, живших в условиях крайнего морского мелководья в течение 26 млн. лет. Относительно самостоятельной является карбонатная платформа (ундаформа) и в центре ЗСП, окруженная со всех сторон глубоководными обстановками. Возможно, вулканические острова, расположенные именно здесь, явились субстратом, на котором появились первые органогенные постройки раннего девона. Развитие карбонатной платформы продолжается и в среднем девоне. Распространение «ундаформных» обстановок демонстрирует возможные размеры крайнего мелководья в среднедевонскую эпоху. Здесь надо признать разновозрастность всего комплекса среднедевонских осадков и крайне мелководной ундаформы в частности. Ведь образование ее проходило в течение 22 млн. лет. Чтобы определить ее внутреннюю биостратиграфическую и фациальную структуру, необходимы не только детальные (детальнее яруса) палеонтологические, но и биоседиментологические и биофациальные исследования.

Морской бассейн в пределах ЗСП в пермском периоде не отличался разнообразием обстановок. Это было прибрежное мелководье (береговая клиноформа) с образованием достаточно разнообразных пород: глинисто-карбонатных и глинисто-кремнистых..

Образовавшиеся к средине пермского периода горные системы (высотой до 1 км) были разрушены к началу триаса агентами поверхностной абразии (речные системы, агрессивная воздушная среда, прибойно-приливная деятельность, дожди, ливни-цунами и др.).

Что касается перспектив нефтегазоносности палеозоя, то по результатам испытания в пределах Западной Сибири они связаны с несколькими объектами: 1 – карбонатные комплексы венда; 2 – рифовые системы силура-карбона; 3 – высокоуглеродистые карбонатные фации венда-среднего карбона; 4 – активные зоны флюидомиграции в унаследованных (с палеозоя) инверсионных тектонических поднятиях.

Литература

1. Запивалов Н.П., Исаев Г.Д. Критерии оценки нефтегазоносности палеозойских отложений Западной Сибри // Вестник Томского государственного университета, 2010. – №341. – С. 226 – 232.
2. Исаев Г.Д. Геологическая, палеогеографическая модели палеозоя Западно-Сибирской плиты и перспективы его нефтегазоносности // Вестник Томского государственного университета, 2010. – №341. – С. 24 – 30.
3. Палеозой Западной Сибири: региональная модель геологического строения и нефтегазоносность / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, Д.В. Аюнова и др. // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2015. – №1. – Том 2. – С. 79 – 83.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ

Е.А. Мануилова

Научный руководитель доцент Г.А. Калмыков

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

Породы баженовской свиты, распространенные в Западно-Сибирском нефтегазовом бассейне, характеризуются особыми условиями формирования, изменяющимся по латерали литологическим составом и повышенным содержанием органического вещества. Данные отложения из-за их специфичности относят одновременно и к нефтематеринским породам, и к коллекторам. В настоящее время добыча нефти из пород баженовской свиты является одним из наиболее приоритетных направлений для восполнения ресурсной базы нефтяной отрасли России [1]. Вследствие этого повышенный интерес уделяется определению основных параметров данных отложений на керне, а также выделению интервалов естественных коллекторов, содержащих подвижную извлекаемую нефть и обеспечивающих приток нефти из пласта в скважину без дополнительных геолого-технических мероприятий. Получаемые параметры могут быть использованы в качестве подсчетных для оценки запасов и ресурсов нефти в отложениях баженовской свиты.

Для определения данных параметров необходимо провести комплекс аналитических исследований. На основании накопленного опыта по исследованию образцов керна и комплексного анализа полученных результатов была разработана методика исследования керна пород баженовской свиты, позволяющая выявить интервалы естественных коллекторов нефти и определить основные характеристики пород. Методика включает измерения фильтрационно-емкостных свойств и основных пиролитических параметров (S1, S2, TOC) до и после экстракции, исследования по изучению вещественного состава и строения пород, а также специальные методы исследования, такие как сканирующая электронная микроскопия, ядерно-магнитный резонанс, томография.

Основным свойством пород-коллекторов является наличие пустотного пространства, заполненного подвижными флюидами. По результатам исследований керна была предложена модель порового пространства и насыщающих флюидов для пород баженовской свиты (рис. 1), которая объясняет необходимость выполнения ряда исследований для определения основных подсчётных параметров. Модель включает свободные подвижные углеводородные соединения сообщающихся пор, заполняющие динамическое поровое пространство; свободные неподвижные углеводородные соединения замкнутых пор и сообщающихся пор, запечатанных смолисто-асфальтеновыми компонентами; углеводородные соединения, сорбированные (физически связанные) на поверхности сообщающихся и замкнутых пор; воду, физически связанную с поверхностью глинистых минералов; воду капилляров с гидрофильной поверхностью [2].

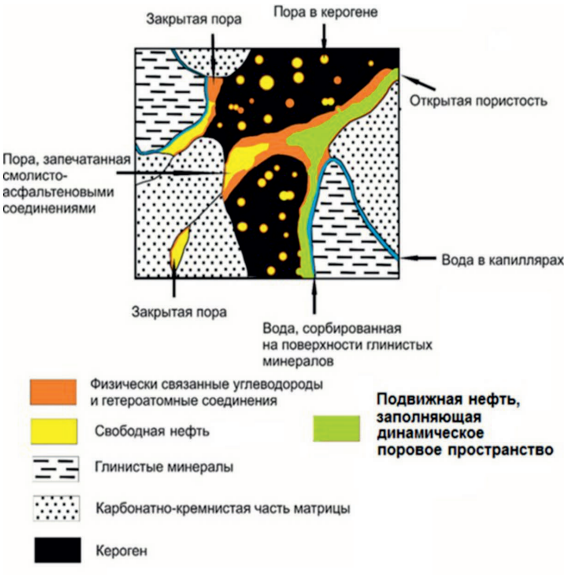


Рис. 1. Модель порового пространства и насыщающих флюидов для пород баженовской свиты

Согласно разработанной методике исследований керна на первом этапе проводят измерение пористости и проницаемости по газу (азот) на стандартных цилиндрических образцах 30×30 см. В результате получают значения динамической пористости и абсолютной газопроницаемости, которые описывают пространство, свободное от подвижных флюидов. При оценке подсчета запасов и ресурсов необходимо учитывать пористость в пластовых условиях. Для этого оценивают относительное изменение значения динамической пористости по керосину. Измеренная пористость в пластовых условиях будет равна значению пористости в лабораторных условиях минус изменение величины пористости при переходе от лабораторных к пластовым условиям.

Для выделения естественных коллекторов использовали пороговое значение пористости, равное 3%. Оно было выбрано на основании сопоставления значений дебитов скважин с значениями динамической пористости для данных скважин (рис. 2). Как видно из рисунка, для пород с низкими значениями динамической пористости (менее 3%) притока в скважинах не наблюдалось. При динамической пористости 3-6% в среднем дебиты изменяются от 0,1 м3/сутки на метр до 0,5 м3/сутки на метр, а при значении динамической пористости выше 6% были получены существенные притоки, значения дебита достигали 30,0 м3/сутки на метр. Таким образом, значение динамической пористости, равное 3%, является пороговой отметкой, разделяющей естественные и технически стимулируемые коллекторы. Информацию о распределении естественных коллекторов по разрезу можно получить, используя пластовые испытатели и промыслово-геофизические исследования (ПГИ). Эти методы позволяют напрямую определить приточные интервалы.

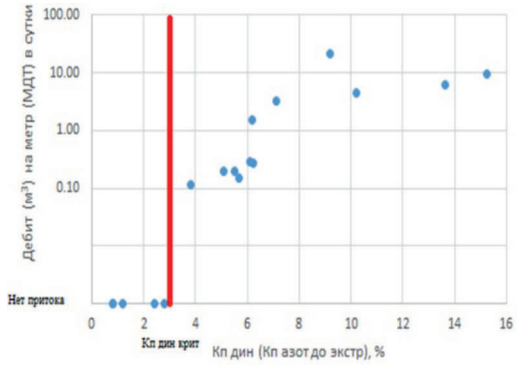


Рис. 2. Дебиты, полученные из скважин с различным значением пористости

На втором этапе проводят пиролитические исследования для определения стадии катагенеза, количества органического вещества и сорбированных углеводородных соединений в породе, а также генерационного потенциала. В результате измерения до экстракции получают исходные значения параметров S1, S2, TOC. Установлено, что значения PI выше 0,2-0,25, HI выше 200 мг УВ/ г TOC и OSI более 100 соответствуют повышенному нефтенасыщению образца и могут служить геохимическим признаком наличия естественного коллектора. Исследования образцов после экстракции органическими растворителями позволяют определить количество сорбированных УВС (по изменению параметров S1 и S2 до и после экстракции), а также оценить генерационный потенциал (S2 после экстракции), из которого может быть получена нефть или синтетическая нефть (в случае воздействия на пласт высокими температурами).

Дальнейшие исследования направлены на изучение вещественного состава пород. Для этого проводят изучение петрографических шлифов, по данным рентгенофлуоресцентного, рентгенофазового и пиролитического методов рассчитывают минерально-компонентный состав твердой фазы, который можно скорректировать с помощью метода сканирующей электронной микроскопии. Комбинирование литологических исследований с определением пористости позволило установить приуроченность естественных коллекторов к четырем литологическим типам пород: кремнистые и карбонатно-кремнистые породы, где радиолярии являлись источником биогенного кремнезема; глинисто-кремнистые и кероген-глинисто-кремнистые породы, где органическое вещество находится на высокой стадии катагенеза и обладает керогеновой пористостью; фосфоритовые породы; карбонаты слоя КС (карбонатные бактериальные образования с брекчиевидной структурой, часто кавернозные, приуроченные к нижней части баженовской или кровле абалакской свиты).

Исследования типа порового пространства, структуры и сообщаемости пор проводят, используя растровую электронную микроскопию (в том числе и с фокусированным ионным пучком) и рентгеновскую микротомографию. Сравнение результатов ЯМР насыщенных керосином образцов с ЯМК скважин позволило показать, что данное пространство в породах насыщено нефтью. В результате были выделены четыре типа пустотного пространства: порово-микрокавернозный тип и межкристаллическое пустотное пространство, преобладающее в кремнистых, карбонатно-кремнистых и фосфоритовых породах, трещинно-каверновый тип в породах слоя КС, внутрикерогеновое пустотное пространство преимущественно в глинисто-кремнистых породах, находящихся на стадии катагенеза выше МК3.

Комплексирование данных методов исследования позволяет выявить естественные и технически стимулируемые коллекторы в породах баженовской свиты и определить их основные параметры. В дальнейшем полученные результаты можно использовать для построения геологических моделей баженовской свиты и бассейнового моделирования, для моделирования протекания различных процессов в пласте (развитие трещин при ГРП, прогрев пласта), создания методик специального воздействия на пласт с целью повышения нефтеотдачи.

Апробация представленной методики исследования керна баженовской свиты была применена на нескольких месторождениях центрального района Западной Сибири. В результате на всех скважинах были определены основные параметры для оценки подсчета запасов и ресурсов нефти, а также в нескольких скважинах выявлены интервалы естественных коллекторов, которые при перфорации дали притоки нефти.

Литература

1. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы / И.С. Афанасьев, Е.В. Гаврилова, Е.М. Бирун, Г.А. Калмыков, Н.С. Балушкина // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – М., 2010. – № 5. – С. 20 – 25.
2. Калмыков Г.А. Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности // Дисс. на соиск. уч. степени доктора геол-мин. наук: 25.00.12. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2016. – 391 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ, ОТОБРАННЫХ ИЗ ПЛАСТОВ БУ12 И БУ15 ПОКУРСКОЙ СВИТЫ (СКВАЖИНА 2020 ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

В.А. Маркин

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Пякяхинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено на границе Ямало-Ненецкого автономного округа и Красноярского края, приурочено к центральной части Большехетской впадины и в нефтегеологическом отношении входит в состав Большехетского нефтегазоносного района. В промышленную эксплуатацию введено 25 октября 2016 года. Скважина 2020 пробурена в 2006 г. на глубину до 3500 м. Нижнемеловые и сеноманские отложения верхнего мела в этом районе представлены двумя крупными сериями – зареченской и покурской. В составе одноименной серии выделяется покурская свита, которая включает пласты БУ12 и БУ15.

Образцы кернового материала отобраны с глубин 2967 м (пласт БУ12, образец 1) и 3120 м (пласт БУ15, образец 2) (рис. 1). Для выявления связей между электрометрическими характеристиками и литофизическими свойствами пород, был проведен анализ кривых ПС (рис. 1) [3]. В первом случае (образец 1) выделяется участок, с отклонением кривой ПС в сторону отрицательных значений – вида «воронка», соответствующий увеличению размерности частиц и отвечающий подводно-дельтовому генезису отложений. Во втором случае (образец 2) выделяется участок, с отклонением кривой ПС в сторону положительных значений – вида «колокол», характеризующийся снижением размерности частиц, характерных для прибереговых отложений.

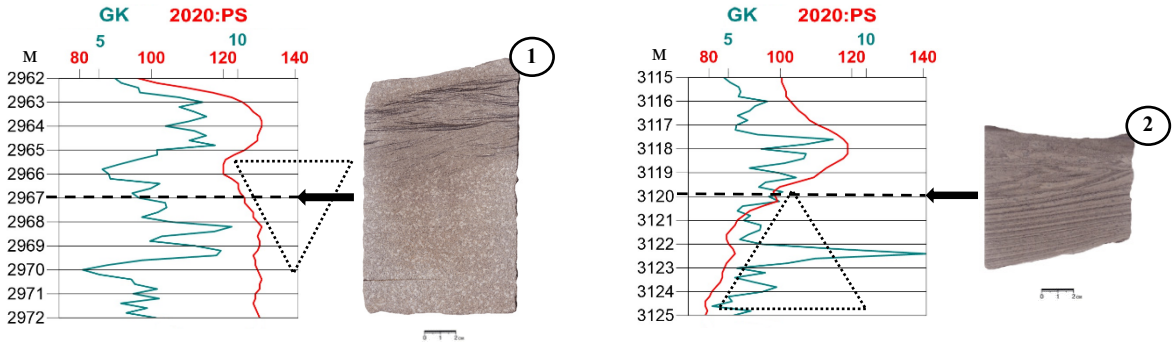


Рис. 1. Образцы керна с привязкой к месту отбора и кривыми геофизических исследований скважин

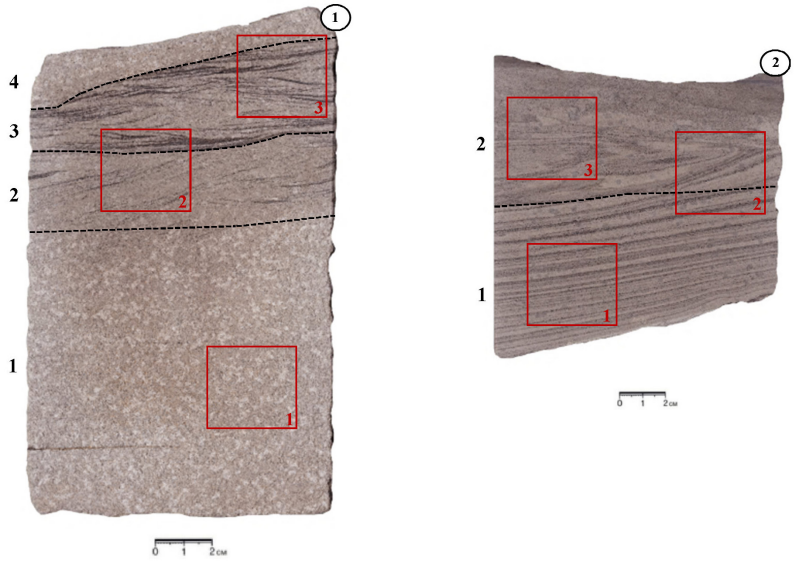


Рис. 2. Выделение интервалов в образцах и места отбора шлифов (прямоугольники)

Образец 1 (пласт БУ12) – песчаник тонко-мелкозернистый, хорошей сортировки, пятнистой текстуры. Всего в образце выделено 4 интервала (рис. 2). Интервал 1 – песчаник мелкозернистый, слоистость косая, однонаправленная, слабовыраженная, обусловлена наличием очень тонких редких слойков, подчеркнутых растительным аттритом. Пятнистость обусловлена неравномерным распределением цемента в результате выполнения порового пространства цеолитовыми (?) минералами. Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД). Интервал 2 – песчаник тонкозернистый, нижний контакт достаточно отчетливый, фиксирует

перемыв раннее накопившихся отложений, чем определена межслоевая диастема. Слоистость косоволнистая вогнутая, мульдообразная. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (БПК). Интервал 3 – песчаник тонкозернистый, нижний контакт отчетливый, резкий. Здесь довольно значительный внутрислоевой диастемальный перерыв, фиксирующий смену направления и интенсивности течения. Вполне отчетливая текстура прерывистой, сглаженной ряби волнения (RI ≈ 2,2-3,2). Слоистость косоволнистая, местами s-образная, флазерная, представляющая собой «пучки» слойков, выходящих из одной точки. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (БПК). Интервал 4 – песчаник мелкозернистый, нижний контакт резкий, неровный, слабо-эрозионный. По внешним признакам схож с интервалом 1. Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД).

Образец 2 (пласт БУ15) – песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Всего в образце выделено 2 интервала (рис. 2). Интервал 1 – песчаник тонкозернистый, слоистость пологоволнистая, параллельная, однонаправленная. Слойки образуют пачки (по 4 – 7 слойков в каждой). В нижней части пачки слойки более алевритистые, местами слабо различимые, к верху они увеличиваются, и верхний слоек пачки преимущественно тонкозернистый, подчеркивается обильным растительным детритом. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (БПК). Интервал 2 – песчаник тонкозернистый, нижний контакт резкий, неровный, слабо-эрозионный. Накапливавшийся материал «срезал» и перекрыл, с нарушением слоистости, нижележащий слой. Текстура четкая, концентрически-оплывинного характера [1]. Смятие слойков произошло в результате перемещения осадка, предположительно, в условиях приливно-отливного режима. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (БПК).

Породы относятся к аркозовым песчаникам. Содержание кварца составляет 43-58%, полевых шпатов 32-50%, обломков горных пород – 7-15%. Среди новообразованных минералов в образце 1 встречаются цеолиты, образующие поровый цемент, на долю которого приходится 2-6% объема породы (пятнистость).

Гранулометрический анализ производился путем непосредственного массового измерения поперечников зерен в 6 шлифах (рис. 2) [2]. Под микроскопом со 100-кратным увеличением в каждом шлифе было подсчитано более 300 зерен. По результатам гранулометрического анализа (таблица) образец 1 (пласт БУ12) представлен тонко-мелкозернистым песчаником с хорошей сортировкой. Образец 2 (пласт БУ15) представлен тонкозернистым песчаником с хорошей сортировкой. Значения асимметрии и эксцесса преимущественно положительные.

Таблица

Базовые величины интерпретации

№ образца (шлифы)	Глубина, м	Пласт	Хср, мм	Хср, γ	Коэф. сорт. (σ)	Асимметрия (А)	Эксцесс (Е)
1 (1)	2967,0	БУ12	0,160	8,00	2,35	0,36	0,14
1 (2-3)	2967,0	БУ12	0,094	9,81	2,23	0,11	-0,04 – 0,06
2 (1-3)	3120,0	БУ15	0,090	10,48	1,91	0,10 – 0,28	0,01 – 0,35

На генетической диаграмме Р. Пассеги точки расположились в области градационной суспензии. На динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова точки сконцентрированы в поле VII, которое отвечает обстановке морского побережья в приакваториальной зоне с фациями пляжей и речных выносов.

По комплексу макроскопических признаков (текстурно-структурным особенностям) установлено, что отложения пластов БУ12 и БУ15 на Пякяхинском месторождении представлены комплексом мелководно- и прибрежно-морских фаций. Из наиболее предпочтительных для образца 1 (пласт БУ12) являются фации БДД и БПК, для образца 2 (пласт БУ15) – фация БПК [1].

Гранулометрическим анализом подтвердили принадлежность пород к течениевым (образец 1) и пляжевым (образец 2) обстановкам морского побережья. Вверх по разрезу увеличивается зернистость и уменьшается алевритовая составляющая.

Полученные результаты, как минимум, не противоречат электрометрическим моделям, представленным в виде кривых ПС (рис. 1), которые в первом случае имеют вид «воронки», а во втором – «колокола». В заключение необходимо отметить, что использовались только качественные характеристики (форма) кривых ПС для установления и подтверждения фациальной природы осадков [3].

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-ЮГРА). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
2. Алексеев В.П., Носова Н.С. Методы исследования осадочных пород: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Нефтегазовая литология» для студентов специальности 130101 «Прикладная геология» специализации «Геология нефти и газа». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 66 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ НА КАЗАНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.Э. Мартыненков

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования послужили продуктивные пласты $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$ юрского нефтегазоносного комплекса Казанского нефтегазоконденсатного месторождения. Месторождение находится на юге Томской области, где открыты, в основном, средние и мелкие месторождения нефти и газа (рис. 1), административно расположено в Парабельском районе. Участок принадлежит Пудинскому нефтегазоносному району Васюганской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

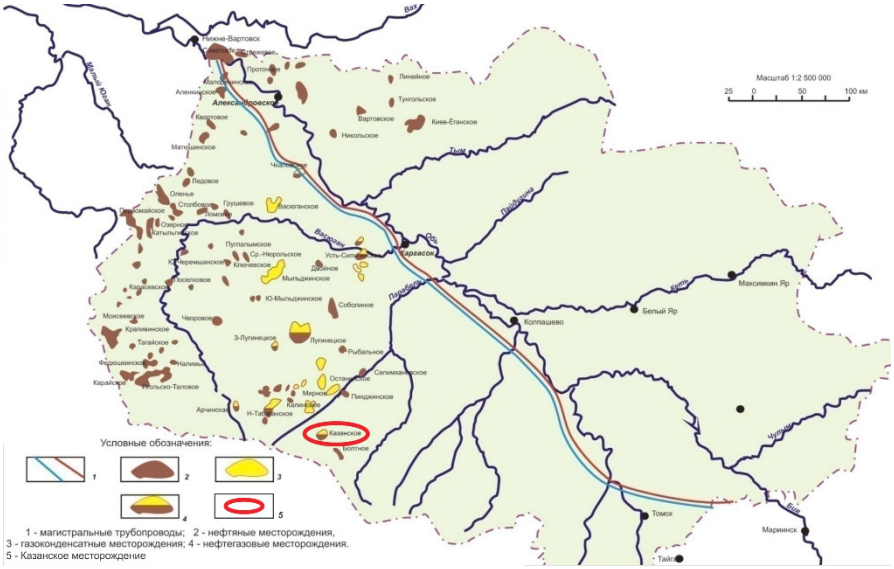


Рис. 1. Местоположение Казанского месторождения на карте Томской области

Осадочные отложения Казанского месторождения вскрыты на полную мощность и представлены мощной толщей песчано-глинистых терригенных пород мезозойско-кайнозойского возраста, которые со стратиграфическим несогласием залегают на метаморфизованных породах палеозойского фундамента.

Верхнеюрский разрез Казанского месторождения сформирован в условиях меняющихся палеогеографических обстановок, обусловленных неоднократной сменой морских и континентальных режимов седиментации. В результате тектонических преобразований, на континентальных отложениях тюменской свиты залегает трансгрессивная толща мелководно-морских осадков васюганской свиты, которая подразделяется на нижнюю и верхнюю подсвиты. Отложения нижней подсвиты представлены аргиллитами темно-серыми, плотными, крепкими. В толще аргиллитов встречаются прослои алевролитов.

В работе использованы результаты описания керна и материалы ГИС, проинтерпретированы с позиций В.С. Муромцева [2].

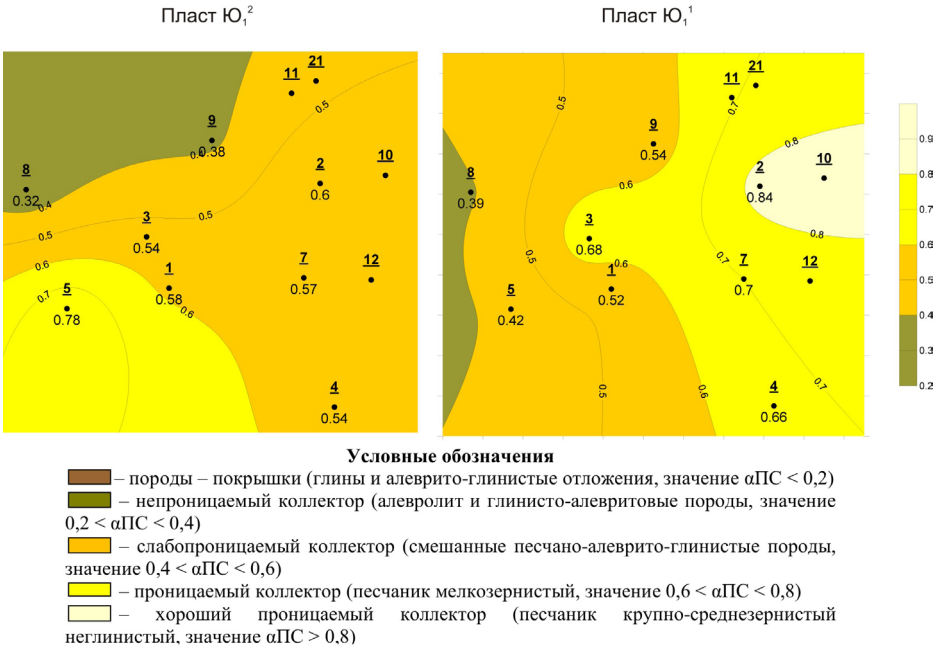
Надугольная толща выделена в верхней части верхневасюганской подсвиты, трансгрессивно залегает на континентальных отложениях межугольной толщи, венчающейся угольным пластом $У_1$ [1]. Отложения надугольной толщи представлены двумя песчаными пластами ($Ю_1^1$ и $Ю_1^2$), переслаивающимися с прослоями аргиллитов, алевролитов и углей. Песчаные пласты относятся к верхней части горизонта $Ю_1$, который прослеживается повсеместно и является регионально продуктивным.

Между пластами $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$ выделяется литолого-стратиграфический репер, состоящий из аргиллитов с большим количеством известковистых раковин пелеципод. В пределах месторождения репер развит повсеместно, вскрыт всеми скважинами, имеет толщину от 2,9 до 8,7 м, занимает определенное положение в разрезе, хорошо выражен на каротажных диаграммах и принят при корреляции разрезов как дополнительный репер с индексом Р.

Пласт $Ю_1^2$ залегает в основании надугольной толщи, представлен светло-серыми, слабослюдистыми, мелко-среднезернистыми крепко сцементированными песчаниками с обугленным растительным детритом. По вещественному составу преобладают полевошпатово-кварцевые аркозового типа песчаники с глинистым, реже карбонатным цементом.

Анализ карты толщин пласта $Ю_1^2$ показывает, что они меняются в пределах от 4 м (скв. 4) до 15 м (скв. 9). Среднее значение толщин пласта составляет 10,9 м. При совместном анализе карт литологического состава (рис. 2), мощностей песчаного тела и коэффициентов песчанистости и кластичности было определено, что пласт

$Ю_1^2$ наиболее развит на юго-западе месторождения. Здесь он обладает наибольшими толщиной, коэффициент песчанистости разреза достаточно высок, а сам пласт сложен средне-мелкозернистыми разностями (значения $\alpha_{ПС}$ от 0,6 до 0,8). В северо-восточном направлении пласт-коллектор постепенно ухудшается: средне-мелкозернистые песчаники сменяются мелкозернистыми и смешанными песчано-алеврито-глинистыми породами, имеющими значения $\alpha_{ПС}$ от 0,4 до 0,6 (скв. 1, 2, 3, 4, 7), толщина песчаного тела уменьшается до 2 м, значение коэффициентов песчанистости также уменьшается (< 20 %). По направлению на север и северо-запад пласт $Ю_1^2$ замещается непроницаемыми алевролитами и глинисто-алевритовыми породами со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,2 до 0,4 (скв. 8, $\alpha_{ПС}$=0,32; скв. 9, $\alpha_{ПС}$=0,38). Здесь пласт $Ю_1^2$ представлен слабопроницаемыми и непроницаемыми породами.



Условные обозначения

– породы – покрышки (глины и алеврито-глинистые отложения, значение αПС < 0,2)

– непроницаемый коллектор (алевролит и глинисто-алевритовые породы, значение 0,2 < αПС < 0,4)

– слабопроницаемый коллектор (смешанные песчано-алеврито-глинистые породы, значение 0,4 < αПС < 0,6)

– проницаемый коллектор (песчаник мелкозернистый, значение 0,6 < αПС < 0,8)

– хороший проницаемый коллектор (песчаник крупно-среднезернистый неглинистый, значение αПС > 0,8)

Рис. 2. Карты литологического состава пластов $Ю_1^2$ и $Ю_1^1$ на Казанской площади

Пласт $Ю_1^1$, залегающий на репере Р, имеет переменный состав и изменчивую толщину, что объясняется не только разнообразием обстановок осадконакопления, но и размывом пласта $Ю_1^1$ и васюганской свиты в начале кимериджского века. Пласт представлен светло-серыми, мелко-среднезернистыми среднесцементированными полевошпатово-кварцевыми песчаниками. Цемент в них полиминеральный, в составе его присутствуют каолинит, гидрослюда, хлорит, часто в ассоциации с кальцитом и сидеритом

Из анализа карты толщин пласта $Ю_1^1$ следует, что толщина пласта меняется от 2,9 м (скв. 12) до 15,3 м (скв. 4), при среднем значении – 6,1 м. Совместный анализ карт литологического состава (рис. 2), толщин песчаного тела и коэффициентов песчанистости и кластичности позволил проследить изменение пласта $Ю_1^1$ по площади месторождения. В восточной и центральной частях месторождения пласт $Ю_1^1$ характеризуется: наибольшими значениями толщин и коэффициента песчанистости (скв. 2 – 3 м, 61 %; скв. 3 – 3,4 м, 68 %) и представлен хорошо проницаемыми коллекторами (среднезернистыми песчаниками) со значениями $\alpha_{ПС}$ > 0,8 (скв. 2 $\alpha_{ПС}$=0,84). Наиболее песчаные разности развиты в северо-восточной части месторождения. По направлению к центру территории среднезернистые песчаники сменяются мелкозернистыми со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,6 до 0,8 (скв. 3, 4, 7). В западном и юго-западном направлениях наблюдается значительное ухудшение качества пласта $Ю_1^1$: мелкозернистые песчаники замещаются смешанными песчано-алеврито-глинистыми породами, имеющими значения $\alpha_{ПС}$ от 0,4 до 0,6 (скв. 1, 5, 9), толщина пласта уменьшается до 1,5 м (скв. 1), значение коэффициентов песчанистости также уменьшается (скв. 9 – 29 %, скв. 4 – 14%).

Далее в том же направлении песчаное тело пласта $Ю_1^1$ замещается непроницаемыми алевролитами и глинисто-алевритовыми породами со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,2 до 0,4 (скв. 8, $\alpha_{ПС}$=0,39). Здесь пласт $Ю_1^2$ представлен непроницаемыми коллекторами.

Литература

1. Гущина А.А., Недоливко Н.М. Геологическая история и особенности формирования надугольной толщи горизонта Ю1 на территории Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область) // Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России: тезисы докл. XXI Губкинских чтений, Москва, 24-25 марта 2016. – М.: РГУ Нефти и Газа, 2016. – С. 88 – 91.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: Учеб. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 117 с.

УТОЧНЕНИЕ МОДЕЛИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ НА ПРИМЕРЕ ЗАЛЕЖЕЙ ПЛАСТОВ $ЮВ_1^2$ И $ЮВ_1^3$ МЕСТОРОЖДЕНИЯ К-Е

А.С. Меледин

Научный руководитель доцент В.А. Белкина

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Методы воздействия на продуктивные пласты предназначены для увеличения производительности скважин и повышения нефтеотдачи. Выбор метода воздействия на пласт осуществляется с учетом особенностей геологического строения, фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), состава пластовых пород и насыщающих их флюидов [1].

Практика показывает, что гидроразрыв пласта (ГРП) на сегодняшний день является одним из эффективных методов повышения продуктивности скважин. Использование ГРП целесообразно в плотных разностях пород-коллекторов, подключение которых к разработке путем проведения кислотных обработок и перестрелов, как правило, неэффективно. ГРП, как правило, имеет отрицательный эффект при проведении в интервалах пласта, граничащих с ВНК (рост обводненности продукции (fв)).

Выбор скважин-кандидатов для ГРП должен определяться, исходя из следующих геологических: расположение скважины в ЧНЗ, либо наличие глинистой перемычки; снижение пластового давления относительно начального не более 20%; высокая плотность остаточных извлекаемых запасов; неоднородность проницаемости по разрезу или низкая проницаемость в целом по месторождению; и технологических: расстояние до нагнетательной скважины не менее 400 м; текущая fв менее 85%; отсутствие резкого роста обводненности; отсутствие стабильно высокого дебита нефти (более 10-15 т/сут) критериев [1, 2].

Месторождение К-Е введено в разработку в 1997 году. На месторождении выделено три продуктивных пласта $ЮВ_1^1$, $ЮВ_1^2$, $ЮВ_1^3$, которые распространены на большей части площади месторождения и практически полностью совпадают в плане.

Средние эффективные нефтенасыщенные толщины изменяются от 4,2 до 6,1 м. Залежи имеют близкие ФЕС коллектора, термобарические и физико-химические параметры залежей и пластовых флюидов, что является одним из условий, обеспечивающих равномерность и близкие сроки выработки запасов нефти. Песчанистость ($К_{песч}$) пластов составляет 0,30-0,63 д. ед., $К_{расч}$ – 2-5. Начальная нефтенасыщенность ($К_{н.н}$) оценивается на уровне 0,40-0,63 д. ед. проницаемость по ГИС ($К_{пр}$) составляет $0,7\text{-}4,5\cdot10^{-3}$ мкм^2. Нефть легкая, маловязкая.

При выборе скважин для ГРП необходимо, прежде всего, учесть уровень ВНК. По результатам дострела интервалов пластов $ЮВ_1^2$ и $ЮВ_1^3$ в скважинах №101, 281, 291 и 305 получен приток нефти со снижением $f_в$. Результаты дострелов могут стать основанием для пересмотра утвержденного уровня ВНК (до 20-30 м) и соответственно расширения контуров нефтеносности и, возможно, объединения залежей № 1 и 3 пластов $ЮВ_1^2$ и $ЮВ_1^3$ в одну. Сравнение новых и старых ВНК для пластов $ЮВ_1^2$ и $ЮВ_1^3$ представлено на рисунках 1, а и 1, б соответственно.

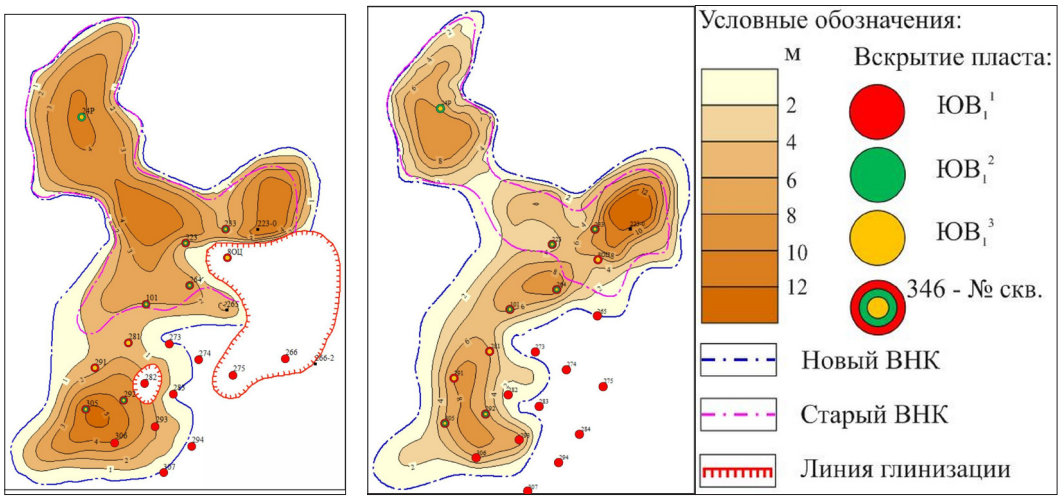


Рис. 1. Фрагменты карт остаточных нефтенасыщенных толщин пластов $ЮВ_1^2$ (а) и $ЮВ_1^3$ (б) с учетом новых контуров нефтеносности

Исходя из уточненной модели и анализа разработки, стимулирование призабойной зоны посредством ГРП рекомендуется в двух добывающих скважинах – №309, 306 [3]. Ранее ГРП проводилось на скважинах 309 – 2 скважино-операции и на скважине № 306 – одна. ГРП в скважинах №306, 309 было проведено при вводе из бурения на пласт $ЮВ_1^1$. Предлагаю провести ГРП на пласты $ЮВ_1^2$ и $ЮВ_1^3$, в связи с тем, что на эти пласты ранее не проводилось ГРП, ожидается высокий технологический эффект (ТЭ). Основные геологические характеристики удовлетворяют критериям проведения ГРП и приведены в таблице.

Таблица

Основные геологические показатели по скважинам

Скважина	Пласт	$h_{эф}$, м	$h_{н.н.}$, м	$h_{н.н.ост.}$, м	$К_{п}$, %	$К_{пр}$, мД	$К_{песч}$, д.ед.	$К_{расч}$.
306	$ЮВ_1^1$	12	12	3	0.16	6.76	0.65	3
	$ЮВ_1^2$	6.1	6.1	3.9	0.14	0.93	0.64	4
	$ЮВ_1^3$	7	7	6	0.15	1.87	0.47	5
309	$ЮВ_1^1$	9.3	9.3	1.4	0.13	1.96	0.62	3
	$ЮВ_1^2$	4.5	4.5	3.13	0.16	4.35	0.41	3
	$ЮВ_1^3$	8.32	8.32	6.23	0.17	4.71	0.63	3

Необходимо учесть, что эти скважины находятся на участках с высокой плотностью остаточных запасов. Текущее пластовое давление 255 атм. (скв. №309) и 146 атм. (скв. №307), начальное пластовое давление оценивается на уровне 242 атм. $К_{п}$ для пласта $ЮВ_1^3$ изменяется от 12-18%.

Ближайшими нагнетательными скважинами являются скважины №292, №293 и №112. Близстоящие нагнетательные скважины №292 и №293 не оказывают влияние на скважину №306, а нагнетательная скважина №112 не влияет на вытеснение нефти из скважины №309. Вероятные причины различия в темпах обводнения скважин и отсутствие влияния на добывающие: неравномерное вскрытие пластов по разрезу, интервалы закачки не согласуются с интервалами добычи, наличие блокового строения (возможно, непроницаемые разломы), техногенная трещиноватость.

Скважины характеризуются достаточно низкими дебитами нефти ($q_{н)}$: 0,26 т/сут (скв. №309) и 3,39 т/сут (скв. №306), $f_{в}$ равна 98% и 31% соответственно. Высокая $f_{в}$ в скважине №309 вызвана негерметичностью эксплуатационной колонны, в связи с этим перед ГРП рекомендуется провести ремонтно-изоляционные работы (РИР) на пласт $ЮВ_1^1$.

Основным материалом, применяемым при РИР, следует выбрать цементный раствор, который практически не проникает в поровое пространство коллекторов. Для того чтобы повысить результативность скважино-операций по ликвидации перетоков по затрубному пространству с применением цементного раствора, необходимо снизить интенсивность проявления водоносного пласта и одновременно увеличить перемычку между ним и нефтеносным пластом, т.е. сделать селективную изоляцию из водонабухающего полимера марки АК – 639 [4].

Как уже было сказано ранее, ГРП проводилось на всех выбранных скважинах. На скважине №309 мини-ГРП проведен на пласт $ЮВ_1^1$ в апреле 2012 года, трещина вскрыла кровлю пласта $ЮВ_1^2$ на 60 см. Эффект длился около полугода. В данный момент скважина находится в бездействии из-за высокой $f_{в}$, однако скважина еще не отработала все удельные запасы. Для достижения более высокого ТЭ от ГРП, необходимо провести РИР на пласт $ЮВ_1^1$ из-за негерметичности данного интервала. На скважине №306, проведено ГРП на пласт $ЮВ_1^1$. Нижняя граница дошла до подошвы пласта $ЮВ_1^1$. ГРП проведено при вводе в эксплуатацию, поэтому в первые месяцы текущая добыча характеризуется высокими $q_{н}$, эффект от ГРП длился около двух лет, после чего добыча нефти снизилась с ростом $f_{в}$.

Опираясь на новые данные о геологическом строении, в скважинах №306 и №309 предлагается провести большеобъемный ГРП на пласты $ЮВ_1^2$и $ЮВ_1^3$, без риска попасть в обводненный пласт. После проведения ГРП на этих скважинах ожидается прирост дебита нефти на 15 т/сут (скв. №306) и 11 т/сут (скв. №309). Оценка величины прироста $q_{н}$ выполнена по скважинам-аналогам с соседних месторождений со схожими геологическими условиями.

Литература

1. Синцов И.А., Александров А.А., Ковалев И.А. Сравнение эффективности применения гидроразрыва пласта и бурения горизонтальных скважин для условий верхнеюрских пластов Нижневартовского свода // Нефтепромысловое дело, 2014. – №4., – С. 41 – 45.
2. Бузинов С.Н., Умрихин И. Д. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов. – М.: Недра, 1984. – 269 с.
3. Александров В.М., Белкина В.А., Казанская Д.А. Технологический контроль проведения многостадийного ГРП с использованием метода микросейсмомониторинга // Территория Нефтегаз. – М., 2015. – №10. – С. 16 – 19.
4. РД 153-39.0-110-01. Методические указания по геолого-промысловому анализу разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: ППП «Типография «Наука», 2002. – 64 с.

ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛДАНО-МАЙСКОЙ ВПАДИНЫ НА ОСНОВЕ БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.Ф. Нафиков

Научный руководитель заведующий отделом Л.С. Маргулис

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, г. Санкт-Петербург, Россия

Работа основана на обобщении новейшего геолого-геофизического материала. Уточнено строение осадочного выполнения и современной структуры Алдано-Майской впадины. Применен метод бассейнового моделирования (смоделированы особенности процессов генерации, миграции и аккумуляции УВ в изучаемой нефтегазовой системе). Количественно оценены перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины.

Рассматриваемая в работе территория – Алдано-Майская впадина и ее восточное складчатое обрамление – в тектоническом плане отвечает зоне сочленения юго-восточного звена краевых структур Сибирской платформы с Верхояно-Колымской складчатой системой. Алдано-Майская впадина – отрицательная структура, возникшая на месте перикратонного опускания на восточном краю Алданской антеклизы. Она расположена на территории Республики Саха (Якутии) и Хабаровского края. Границы впадины определены, в основном, площадью распространения рифейских отложений. На востоке впадина ограничена Нелькано-Кыллахской зоной разломов – передовых надвигов Верхояно-Колымской складчатой системы; с юга и запада – структурами Алданской антеклизы, а с севера раскрывается в Вилюйскую синеклизу и наложенный на неё Предверхоянский краевой прогиб.

Осадочный чехол впадины сложен четырьмя структурными ярусами: нижнепротерозойско-нижнерифейским (?) [1], рифейским, вендско-кембрийским и мезозойским. Наибольшую часть осадочного выполнения впадины составляют образования рифейского яруса, резко несогласно перекрывающие нижележащие образования грабенов, а на подавляющей части территории – кристаллический фундамент. Наиболее полный разрез рифея устанавливается на восточном борту впадины, в зоне погружения перед Нелькано-Кыллахской зоной разломов, где суммарная мощность превышает 5000 м, а подошва залегает на глубине 7000 м [2].

В основу работы положены собственные исследования автора по интерпретации новейших сейсмических данных (2000 пог. км), описанию керна скважины Усть-Майская-366 и совместные исследования (2011-2015 гг.) сотрудников ВНИГРИ и ОАО «Якутскгеофизика», касающиеся построения сейсмогеологической модели, стратиграфии, тектоники и нефтегазоносности исследуемого региона. Были выделены отражающие горизонты вблизи основания осадочного чехла, в подразделениях рифея, в подошве отложений венда, в основании кембрия и мезозоя. Стратиграфическая привязка отраженных волн к разрезам скважин проведена на основании комплексирования синтетических данных по ГИС (скважины Усть-Майская-366 и Мокуйская-1) и фрагментов сейсмических полевых наблюдений (временные разрезы 050401 и 846432а). Индексы сейсмических горизонтов по скв. Мокуйская-1 приведены в соответствие с их стратиграфической приуроченностью и приняты в версии А.П. Оболкина [3]. Построена серия структурных карт и карт изопахит.

Для проведения бассейнового моделирования, как структурный каркас территории были использованы структурные карты по основным отражающим горизонтам. Дополнительно были построены карты эродированных горизонтов, отражающих эпохи крупных размывов. Бассейновое моделирование в программном пакете Beicip-FranlabTemisFlow ставило перед собой следующие задачи: проанализировать поведение углеводородных систем, восстановить время и масштабы генерации УВ, определить наиболее благоприятные направления миграции, а также оценить суммарные масштабы эмиграции и осуществить количественную оценку образовавшихся углеводородов.

Источником геохимических данных для моделирования послужили результаты аналитических исследований по скважинам Мокуйская-1 и Усть-Майская-366. Для моделирования в пределах исследуемой территории использованы 3 нефтегазоматеринские толщи – среднерифейская малгинская (битуминозные известняки с прослоями аргиллитов, $C_{орг}$ – 2-3%), верхнерифейская игниканская (темноцветная толща известняков, $C_{орг}$ – 0,2-0,5%) и кембрийская иниканская (битуминозные известняки, $C_{орг}$ – 4-5%) [4]. Химико-кинетические параметры были заданы керогенами II и IIS типа и были приняты согласно библиотеке керогенов Temis. При моделировании проведена реконструкция постдевонского и предвендского размывов территории.

Температурная история бассейна реконструирована в соответствии с представлениями о постепенном уменьшении палеоградиентов от рифейского времени до мезозоя. Дальнейшая калибровка была осуществлена по имеющимся геохимическим данным по скважинам Мокуйская-1 и Усть-Майская-366.

Нефтегенерационная модель. Как показало осуществленное моделирование, среднерифейский малгинский и верхнерифейский игниканский НГМГ в восточной части исследуемого региона вошли в зону нефтяного окна уже в начале венда, а максимальное погружение испытали в раннем-среднем девоне. На западе впадины степень катагенетической преобразованности до сих пор является недостаточной для начала процессов генерации УВ (рис.).

Катагенез ОВ для кембрийской иниканской свиты изменяется в широком диапазоне от $ПК_3$ до $МК_3$ – от самого начала генерации УВ до окончания фазы нефтяного окна. Наиболее погруженные участки на северо-западе и крайнем востоке впадины достигли стадии $МК_1$ в начале девонского времени и уже израсходовали весь свой потенциал, тогда как на остальной части территории находятся в настоящее время еще лишь на стадии насыщения микронефтью ($ПК_3$-$МК_1$). По данным Т.К. Баженовой, несмотря на достаточно высокие средние

концентрации $C_{орг}$ в породах свиты и значительные масштабы эмиграции, к настоящему времени сохранность всей ее массы УВ ничтожна мала, поскольку выше по разрезу, даже в самых ее погруженных частях, находится не более 1 км отложений, которые не могут удержать УВ за более чем 300 млн. лет не только погружения (до раннего девона), но и подъема и глубокого размыва.

Согласно полученным результатам, масштабы эмиграции нефти из малгинской свиты достигают максимума на крайнем востоке впадины, перед фронтом Нелькано-Кыллахских надвигов – 4 млн. т/км^2, уменьшаясь в западном направлении, при средних значениях для региона – 1,6 млн. т/км^2. Для игниканского НГМГ средние плотности эмиграции находятся в пределах от 0,4 до 0,6 млн. т/км^2. Общие значения эмиграции для рифейских НГМГ оценены в 80 млрд. т, для кембрийского иниканского горизонта – в 56 млрд. т.

Миграционно-аккумуляционная модель. При моделировании миграции и аккумуляции УВ основное внимание уделялось четырем потенциальным коллекторским горизонтам – тоттинскому, ципандинскому, нерюенскому и кандыкскому.

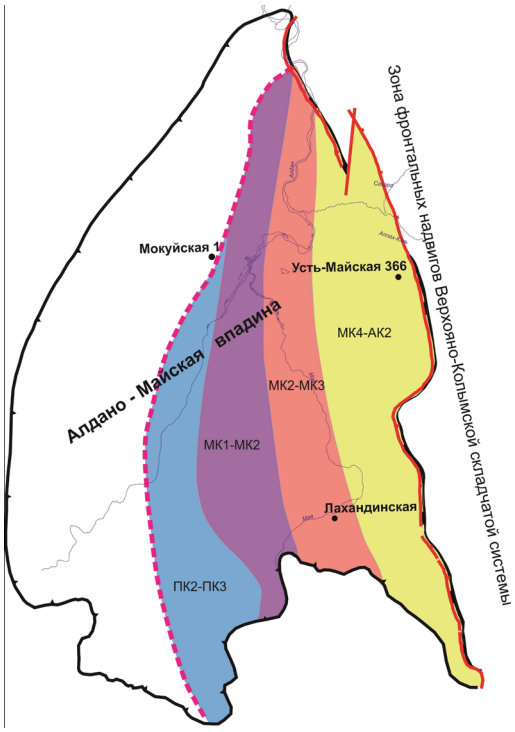


Рис. Схематическая карта катагенеза ОВ в малгинском НГМГ

Активное насыщение жидкими УВ указанных коллекторов началось в венде, зона насыщения довольно быстро смещалась на запад за счет латеральной миграции. Наиболее значительная аккумуляция УВ была приурочена к девонско-каменноугольному времени.

Согласно результатам проведенного моделирования, наиболее перспективными горизонтами, с точки зрения обнаружения промышленных скоплений УВ, являются среднерифейский ципандинский (толща кавернозных доломитов до 70 м с общей пористостью 4 %), верхнерифейский нерюенский (трещинно-кавернозные известняки и доломиты) и кандыкский (крупнозернистые песчаники со значениями общей пористости 7%). Экранами для данных коллекторов служат аргиллиты базальных слоев вышележащих свит, нерюенской, игниканской и устькирбинской соответственно. Общим флюидоупором для всех коллекторов в местах их эрозионного срезания служит региональный горизонт нижней части юдомской серии мощностью 30-50 м. Общий объем УВ в ципандинском коллекторе составляет порядка 120-140 млн. т, в нерюенском – 60-80 млн. т, в кандыкском –70 млн. т. Перспективность среднерифейского тоттинского коллекторского горизонта, выделяемая предшественниками [3, 4], по результатам моделирования не подтвердилась.

Литература

1. Берзин А.Г., Оболкин А.П., Севастьянов С.Ю., Егошин А.А., Дьяконова В.А. Новые данные по геологии Алдано-Майского прогиба // Отечественная геология, 2011. – №6. – С. 21 – 26.
2. Пояснительные записки к государственным геологическим картам России, листы О-53, Р-53 (масштаб 1:1 000 000). – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1992, 2012.
3. Строение и перспективы нефтегазоносности малгинской и тоттинской свит керпыльской серии среднего рифея Алдано-Майского прогиба по данным сейсморазведки / А.П. Оболкин, С.Ю. Севостьянов, Т.И. Григорьева и др., // Черные сланцы: геология, литология, геохимия, значение для нефтегазового комплекса, перспективы использования как альтернативного углеводородного сырья: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (23-25 июля 2015 г.). – Якутск, 2015. – С. 41 – 44.
4. Ставцев А.Л., Потапов С.В., Неволин Б.С., Гудзенко В.Т. Стратиграфия осадочного чехла восточных склонов Алданского щита в связи с нефтегазоносностью // Советская геология, 1976. – №3. – С. 23 – 33.

ФАКТОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ФУНДАМЕНТА ШЕЛЬФА ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА

М.Х. Нгуен
Научный руководитель профессор Е.Ю. Горюнов
Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

Все открытые до настоящего времени месторождения углеводородов в породах фундамента, такие как Белый Тигр, Дракон, Дайхунг, Черный Лев и др., находятся на южном шельфе Вьетнама в бассейнах Кыулонг и Южно-Коншон. Изучение геологического строения шельфа началось в шестидесятые годы XX века.

Самым крупным с запасами более 500 млн. т является нефтяное месторождение Белый Тигр. На месторождении залежи нефти выявлены в терригенных и терригенно-вулканических отложениях нижнего миоцена, верхнего и нижнего олигоцена, а также в трещиновато-кавернозных магматических породах фундамента, причём фундамент является основным нефтеносным объектом, имеющим высокопродуктивные массивные залежи.

Месторождение расположено в пределах Кыулонгского бассейна Зондского шельфа и приурочено к выступу докайнозойского фундамента, образование которого тесно связано с рифтогенезом, развитие которого активизировалось на этапе заложения бассейна с начала кайнозойского периода и предопределило наличие в разрезе трех структурных этажей: фундамента (мезозойский), промежуточного этажа (палеогеновый) и субплатформенного этажа (миоцен-четвертичный).

Фундамент месторождения Белый Тигр представляет собой горстообразное тектоническое поднятие сложного строения, размером 22 х 9 км [4]. Он состоит из трех блоков: Северного, Южного, Центрального. Из них наиболее приподнятый – Центральный свод, в пределах которого расположены самые высокодебитные скважины (рис. 1). Структура в целом и отдельные блоки ограничены разломами преимущественно северо-восточного простирания. Массив разбит серией дизъюнктивных нарушений, амплитуда и протяженность которых уменьшается при переходе в осадочную толщу. Важнейшую роль в формировании структуры, образовании и размещении залежей, а также продуктивности фундамента играют структурообразующие и неотектонические активные нарушения. Фундамент Белого Тигра сложен различными плутоническими породами преимущественно гранитоидного состава [2].

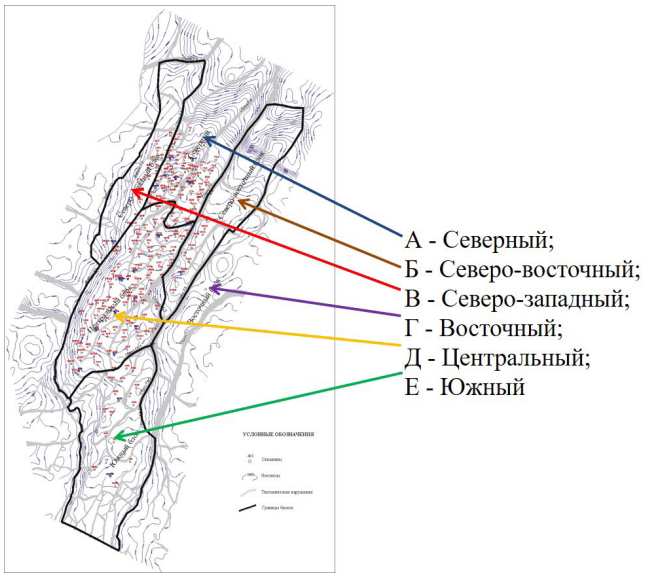


Рис. 1. Структурная карта по кровле фундамента месторождения Белый Тигр

Нефтесодержащими являются трещиновато-кавернозные коллекторы, в которых пустотное пространство представлено трещинами, изометрическими пустотами и структурной (блоковой) пустотностью. Фильтрационно-емкостные свойства трещиноватых пород фундамента достаточно полно характеризованы данными анализов керна и по результатам ГИС. Значение открытой пористости пород фундамента отдельно по сводам варьирует в довольно широком диапазоне, от нескольких десятых до 20 % [6].

Изучение фильтрационно-емкостных свойств пород фундаментана месторождения Белый Тигр показало, что наряду с тектонической раздробленностью, важное значение в формировании пустотного пространства играли гидротермальные процессы, которые активно проявлялись в породах фундамента и привели также к образованию многих вторичных минералов: кварца, хлорита, лимонита, кальцита, пирита, каолинита, цеолита, которые частично выполняют вторичные пустоты. Результатом гидротермальных процессов и циркуляции растворов явилось не только заполнение их вторичными минералами (кальцитом и цеолитом), но и расширение существующих трещин выщелачиванием. Такое многообразие процессов образования пустотности предопределило высокую неоднородность и по фильтрационно-емкостным свойствам резервуара фундамента. Эффективная емкость гранитов сформирована огромным числом макро- и микротрещин, каверн и пор. Породы несут явные следы вторичных преобразований, особенно процессов цеолитизации. Цеолиты замещают более плотные полевые шпаты и глинистые породы, что ведет к разуплотнению гранитов, появлению зон трещиноватости, образованию пустотного пространства и каверн [8].

Флюидоупорами для скоплений углеводородов в фундаменте Белого Тигра служат аргиллитовые, иногда вулканогенные толщи нижнего (Северный участок) и верхнего олигоцена (Центральный участок). Покрышка в пределах Центрального участка имеет мощность не менее 20-30 м, а на северном участке достигает 40-60 м [7].

Подчеркнём, что значительная часть тектонических нарушений, ограничивающих поднятие фундамента

Белого Тигра и наблюдаемых в пределах месторождения, прослеживается и в осадочном чехле, включая и четвертичные отложения, что свидетельствует о неоднократных тектонических деформациях фундамента и чехла и унаследованном проявлении современной активной тектоники. Кроме того, Ф.А Киреевым установлено, что фиксируемая потеря около 20% объема УВ, легких фракций (до НК - 150˚С) из залежи нефти фундамента Центрального свода месторождения Белый Тигр, практически не выражается заметным изменением соотношения величин давления насыщения и газового фактора [3]. По мнению автора, этот факт может быть обусловлен глубинным подтоком флюидов, восполняющих их потери при разработке месторождения. Об этом же свидетельствуют и наблюдаемые на сейсмических материалах каналы дегазации (рис. 2).

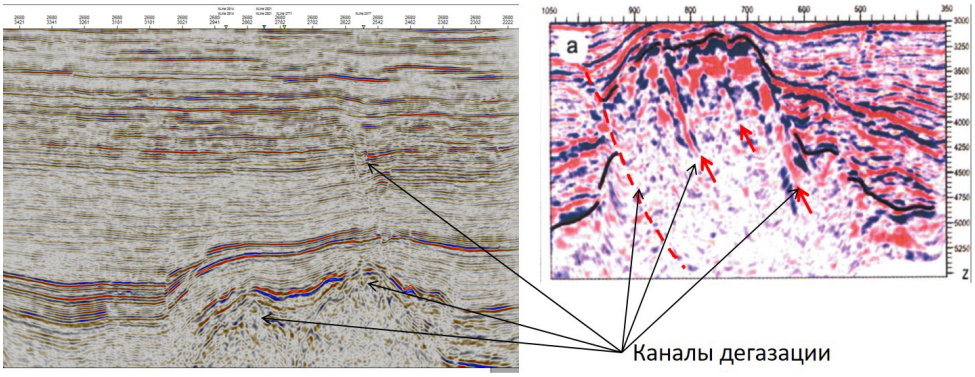


Рис. 2. Проявление каналов дегазации на сейсмических материалах на месторождении Белый Тигр

Автором так же изучалось геологическое строение открытых в настоящее время месторождений шельфа южного Вьетнама, и выделены следующие общие черты их строения, которые можно рассматривать как факторы потенциальной нефтегазоносности фундамента на ещё неразбуренных территориях:

1. Приуроченность месторождений к поднятым выступам фундамента, образование которых обусловлено кайнозойским рифтогенезом;
2. Наличие залежей нефти или газа в перекрывающих толщах;
3. Блоковое строение пород фундамента, интенсивное развитие тектонических нарушений и зон разуплотнения. Большинство залежей углеводородов, открытых в породах кристаллического фундамента приурочено к зонам развития разуплотненных трещинных, трещинно-кавернозных и трещинно-кавернозно-поровых пород-коллекторов;
4. Наличие флюидоупоров в верхней части пород фундамента или в базальных горизонтах осадочного чехла;
5. Развитие трещиных или трещинно-каверновых коллекторов в породах фундамента;
6. Неотектоническая активность, проявляющаяся в деформированности осадочных пород неоген-четвертичного возраста в виде малоамплитудных антиклиналей и малоамплитудных разрывных нарушений;
7. Признаки современной дегазации залежей, проявляющейся в виде структур типа сипов в осадочном обрамлении;
8. Проявления гидротермальных процессов в породах фундамента и осадочного чехла.

Предварительный анализ опубликованных геолого-геофизических материалов, характеризующих строение Шонгхонгского прогиба (северный шельф Вьетнама) [1] показал, что часть выделенных факторов наблюдается и в Шонгхонгском прогибе, что позволяет с определенной долей вероятности прогнозировать потенциальную нефтегазоносность фундамента прогиба.

Литература

1. Геологическое строение и нефтегазоносность северного шельфа Вьетнама (Шонгхонгский прогиб) / В.П. Гаврилов, В.Л. Гулев, С.М. Карнаухов и др. – М.: Недра, 2014. – 180 с.
2. Гранитоидные коллекторы и нефтегазоносность южного шельфа Вьетнама / В.П. Гаврилов, В.Л. Гулев, Ф.А. Киреев и др. – М.: Недра, 2010. – 294 с.
3. Киреев Ф.А. Нефть Вьетнама: Две точки зрения на генезис // 1 Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти. Кудрявцевские чтения. Тезисы докладов. – М., 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/tema/037_Kireev_Theses.pdf
4. Кошляк В.А. Гранитоидные коллекторы нефти и газа. – Уфа: Изд-во «Тау», 2002. – 256 с.
5. Левянт В.Б., Шустер В.Л. Выделение зон трещинно-каверновых коллекторов в фундаменте на основе использования рассеянной компоненты волнового поля // Технологии нефти и газа, 2005. – №5 – 6. – С. 32 – 43.
6. Нгуен Хоай Чунг, Ву Ван Хай. Коллекторские свойства пород продуктивных комплексов месторождения «Белый Тигр» // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2009. – С. 384.
7. Нефтегазоносность кристаллического фундамента шельфа Вьетнама: Белый Тигр и Дракон / В.И. Богоявленский, А.Д. Дзюбло, А.Н. Иванов и др. // Геология нефти и газа, 2016. – №5. – С. 102 – 115.
8. Поспелов В.В., Шнип О.А. Цеолиты нефтесодержащих пород шельфа Южного Вьетнама // Геология нефти и газа, 1995. – № 7. – С. 38 – 44.

ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕТЫБАЙ

А.Б. Нурабаева[1], А.Н. Сарсенбаева[2]
Научный руководитель преподаватель А.Н. Сарсенбаева
[1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан,
[2]Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов Республики Казахстан, г. Алматы[1], Республика Казахстан

Целью данной работы является выявление оптимальных способов и технических средств снижения вязкости и обводненности на месторождении Жетыбай путем выявления и анализа причин.

В настоящее время наиболее распространенным способом разработки залежей нефти во многих регионах Казахстана является тепловой метод, который позволяет существенно сэкономить капитальные и эксплуатационные затраты недропользователя и улучшить экологическую обстановку в районах добычи нефти. Нельзя сказать, что остальные методы не действенны, по сравнению с тепловым, однако можно твердо утверждать, что именно он является наиболее простым и эффективным в применении. Поэтому в нашей стране он будет являться наиболее популярным.

В восточной части Казахстана на полуострове Мангышлак расположено одно из крупных нефтегазоконденсатных месторождений нашей страны – месторождение Жетыбай. Оно впервые вступило в эксплуатацию в 1969 году филиалом АО ММГ ПУ «Жетыбаймунайгаз». Для транспортировки нефти проложены нефтепроводы с путевым подогревом нефти: Узень-Атырау-Самара и Узень-Жетыбай-Актау. Добываемая нефть в этом месторождении легкая и средняя по плотности 830-870 кг/м³, смолистая 4,53-15,5%, высокопарафинистая 17,2-25%, малосернистая 0,2-0,28%. Содержание асфальтенов колеблется от 0,9 до 3,4% [3].

К настоящему моменту на месторождении было пробурено 1500 скважин, вследствие которых был проведен анализ характеристики продуктивности скважин. В результате этого анализа, можно выявить, что 90% скважин подвергаются обводнению, следовательно, и увеличению вязкости нефти.

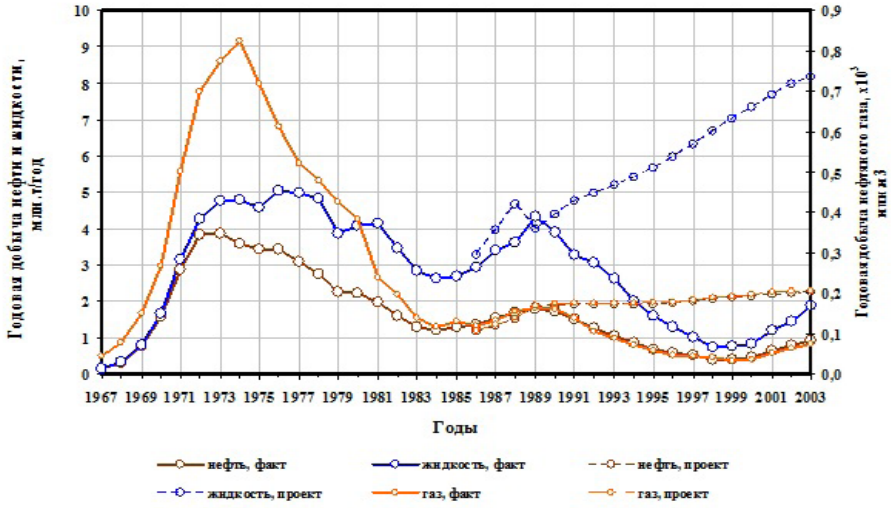


Рис. 1. Динамика основных показателей разработки

Причиной обводненности данного месторождения является наличие глинистой корки между стенками скважин и цементным кольцом. Реальность же обводнения скважин по этой причине зависит от расстояния между водоносными и нефтеносными пластами. Чем меньше это расстояние, тем больше возможность обводнения. Оптимальным и эффективным решением проблемы для нашей страны будет проведение водоизоляционных работ. Это процесс, при котором мы закачиваем высокоминерализованную воду в пласт, добываемую из той же скважины. Устраняется эта проблема вследствие проникновения высокоминерализованной воды по вертикальным трещинам в высокопроницаемые обводненные «родной» пластовой водой.

Как показано на рисунке, максимальный уровень добычи нефти был достигнут в период с 1967 по 1981 год. Что касается жидкости, то в этот период ее добыча была стабильной, но ближе к 1993 и последующие года, ее уровень позвышался [3].

В целях предотвращения обводненности в основном применяют полную изоляцию от внешней среды и дегазацию жидкой фазы. Если нефтепродукты в процессе хранения и применения будут находиться в инертной сухой среде, то обводнения не произойдет. Будут отсутствовать и процессы окисления. Однако на практике изолировать нефтепродукты при хранении и применении очень трудно и герметичное хранение в инертной среде применяется лишь в редких специальных случаях. Обсуждается вопрос о дегазации и применении реактивного топлива в среде азота [1].

Высоковязкие нефти на рынке стоят дешевле, а также относятся к низкосортным, так как очень сложны в переработке и дебит нефти очень мал. Поэтому для понижения вязкости нефти в Казахстане применяют тепловой метод, а именно закачку горячей воды. В определенных физико-геологических условиях нагнетают в пласт высокотемпературную воду (до 200 °С), не доводя ее до кипения, так как при высоких давлениях (25 МПа) энтальпия пара, горячей воды или пароводяной смеси практически не различается. После предварительного разогрева призабойной зоны пласта и вытеснения нефти переходят на закачку холодной воды. Размеры зон прогрева и последующего охлаждения определяются термогидродинамическими расчетами в зависимости от темпа нагнетания горячей и холодной воды, температур пласта и теплоносителя, а также теплофизических характеристик пласта и теплоносителя [2].

Для месторождения Жетыбай характерны данные проблемы, и для их решения применяют в основном эти методы, которые являются наиболее оптимальными, экономичными и эффективными. На современном этапе развития технологий, на стадии разработки в лабораторных исследованиях находится также такой метод как электродинамическое воздействие.

Литература

1. Газаров А.Г. Разработка методов снижения износа штангового насосного оборудования в наклонно направленных скважинах // Автореф. дисс. канд. – Уфа, 2004. – 24 с.
2. Пути повышения эффективности нефтеотдачи пластов месторождений Казахстана / А.У. Айткулов, Т.К. Ахмеджанов, Р.Б. Ахметкалиев и др. – Алматы, 2002.
3. Уточненный проект разработки месторождения Жетыбай // Отчёт КазНИПИнефть, рук. В.Д. Лысенко. – Актау, 2004.

БИОСЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Я.В. Оленев, Ю.С. Пуговкина
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема оценки нефтегазоносности палеозойских отложений является актуальной и продолжает привлекать внимание геологов и производственников в связи с необходимостью расширения потенциала меловых и юрских месторождений за счет более глубоких источников углеводородов. Причина такого интереса в большей мере инициируется увеличением количества открываемых ежегодно месторождений нефти и газа, находящихся в верхней части палеозойских образований и приуроченных к породам широкого стратиграфического диапазона, формирование и размещение которых во многом контролируются развитием высокоемких природных резервуаров и строением перекрывающих их толщ платформенного чехла. Это обусловливает выделение здесь не единого стратиграфического объекта, а целого набора разновозрастных и различных по составу образований – зоны нефтесодержащих пород верхней части палеозоя. Одним из наиболее привлекательных с этой точки зрения объектов являются месторождения, расположенные в Нюрольской мегавпадине.

Поэтому целью данной работы является изучение геологического строения и условий формирования ловушек, связанных с верхней частью палеозойских образований и с органогенными постройками.

Объектом исследования является месторождение, расположенное на территории Парабельского района Томской области.

Основные промысловые объекты на территории Парабельского района, подтверждающие свои высокие эксплуатационные показатели при пробной эксплуатации, приурочены к отложениям доюрского основания, в которых литологически выделяются два объекта: карбонатно-глинисто-кремнистые отложения коры выветривания (пласт М) и собственно породы карбонатного фундамента девонского возраста (пласт $М_1$). По имеющимся данным, локально на территории, между пластами М и $М_1$, возможно, отсутствует непроницаемый экран, т.е. залежь пластов М+$М_1$ – единая, гидродинамически связанная.

Первый промышленный приток нефти был получен из известняков палеозойских отложений – (пласт $М_1$) – в 1974 г.

Строение эрозионной поверхности палеозоя отражает ОГ $М_1$. По результатам структурных построений исследуемое поднятие представляет собой тектонические блоки, характерной особенностью которых является асимметрия склонов: восточные склоны круто обрываются грабеном меридионального простирания, западные склоны – пологие и осложнены менее высокоамплитудными тектоническими нарушениями. К изучаемому блоку на севере примыкает пологая терраса, на юге поднятие обрывается высокоамплитудным сбросом. Блоки разделены депрессионной зоной, нарушенной многочисленными дизъюнктивами (преимущественно северо-западного простирания), в которой выделяется ряд мелких поднятий.

Сложное строение района исследований – это результат активного тектонического развития всего региона, на котором отразились герцинский цикл тектогенеза и раннетриасовое проявление рифтогенеза.

В начале юрского времени центральная часть рассматриваемой площади представляла собой два

массивных карбонатных выступа, с севера и востока карбонатная платформа обрамлялась депрессионными зонами. Отложения комплекса представлены девонскими карбонатами и терригенно-карбонатными породами, формирование которых происходило в мелководных условиях.

Развитие девонской рифовой системы происходило постепенно, достигая максимума к началу позднего девона [1, 2, 6].

Палеозойские образования в пределах изучаемого месторождения были проанализированы согласно методике, предложенной Исаевым Г.Д. [1].

Согласно биоседиментологическому подходу, по породообразующим компонентам, по плотности их упаковки, по соотношению глинистого и кластического материала, по характерному комплексу ископаемых организмов [3, 4] и т.д., можно судить об уровне гидродинамического состояния бассейна биоаккумуляции. Распределяя вышеназванные признаки в определенной иерархии, мы создаем конкретный инструмент для определения фациального типа карбонатных пород. Таким образом, настоящая схема генетической классификации первичных карбонатных пород является своеобразной основой регионального фациального анализа в областях карбонатонакопления [5, 7].

Был проведен анализ данных по 23 скважинам, вскрывшим палеозой на исследуемом месторождении. Было проанализировано описание керна, а также результаты петрографического и палеонтологического анализов.

Используя структуры, типы пород генетической классификации и признаки идеализированного профиля, разработанного Исаевым Г.Д. [1], можно достаточно надежно определить фациальную закономерность формирования палеозойских образований.

В целом выделяются следующие типы фаций:

- рифовые, занимающие наиболее высокое положение;
- зарифовые отмели;
- склоновые;
- проградирующих террас;
- депрессионных зон.

Например, в скважинах отмечается присутствие илистых серых с коричневым оттенком органогенно-обломочных известняков, а в единичных скважинах в некоторых прослоях песчанистый материал преобладает над карбонатной компонентой (до 60%), формируя известковистый песчаник, а в случае повышенного содержания глины (до 40%) – глинистый известняк. Появление терригенного материала связано, по-видимому, с началом тектонической активности в прилегающих областях, их воздыманием и эрозией. Присутствие илистого материала и серый (и коричневый) окрас указывают на формирование отложений в мелководных условиях (фации зарифовых лагун и отмелей).

На основании выделенных типов фаций была построена схема фациальной зональности изучаемого месторождения с учетом структурной карты отражающего горизонта $М_1$, полученной по результатам сейсморазведки МОГТ-3Д.

На фациальной карте палеозойских отложений прослеживается зональность: карбонатные фации характеризуются присутствием в составе терригенного материала, что связано с близостью источников сноса и более мелководными условиями. С севера и востока карбонатная платформа обрамляется депрессионными зонами.

Залежь УВ приурочена к области развития рифоидов зарифового плато средне-поздне-девонского возраста и пространственно связана с источниками УВ в потенциально нефтегазоматеринских породах внутришельфового типа (D_{2-3}). В позднем палеозое поверхность исследуемой структуры представляла собой область поднятия и карстогенеза, т.е. область сноса. Поэтому здесь не наблюдается мощной коры выветривания, зато отмечается развитие пород коллекторов карстового типа, приуроченного как к кровле палеозоя, так и значительно ниже ее.

Таким образом, проведённые исследования показали, что, используя виды, классы и группы структур и типов пород генетической классификации совместно с другими признаками идеализированного профиля, можно достаточно надежно определить фациальную закономерность на территории ЗС. Имея детальную фациальную модель месторождений, можно спрогнозировать наиболее нефтеперспективные зоны для дальнейшей их разработки.

Литература

1. Исаев Г.Д. Геологическая, палеогеографическая модели палеозоя Западно-Сибирской плиты и перспективы его нефтегазоносности // Георесурсы,2012. – № 6(48). – С. 24 – 30.
2. Исаев Г.Д. Геология и тектоника палеозоя Западно-Сибирской плиты // Литосфера, 2010. – № 4. – С. 52 – 68.
3. Исаев Г.Д. Кораллы, биостратиграфия и геологические модели палеозоя Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2007. – 248 с.
4. Исаев Г.Д. Региональные стратиграфические подразделения палеозоя Западно-Сибирской плиты (по данным исследования табулятоморфных кораллов) // Вестник ТГУ, 2012. – № 365. – С. 161 – 168.
5. Исаев Г.Д. Фациальные модели девона Нюрольской зоны и основные критерии районирования палеозоя Западно-Сибирской плиты // Литосфера, 2011. – №6. – С. 27 – 37.

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ МАРОЧНЫХ БЛОКОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К КАТЕГОРИЯМ ЗАПАСОВ НА ВСЕХ СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.В. Охотников
Научный руководитель доцент В.П. Иванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность выделения марочных блоков по отношению к категориям запасов обусловлена отсутствием критериев достоверности определения марки в существующих методических рекомендациях по применению классификации запасов ТПИ. С появлением классификации углей для налогообложения, по которой устанавливается ценность углей по маркам в денежном выражении, требуется выделение среди коксующихся углей, определяемых по ГОСТ 25543-2013 при подсчёте запасов, углей соответствующих требованиям за пользование недрами.

Неподтверждение марки угля на стадии освоения участка недр явление достаточно частое. Обусловлено это качеством информации о генетических и промышленных свойствах углей, полученной на керновых пробах из разведочных скважин и пластовых пробах из горных выработок.

Однако часто несоответствие марки связано с неправильным установлением марочных границ по пласту или границ между пластами, так как этому вопросу уделяется не достаточно внимание при составлении проекта на геологоразведочные работы. Другой аспект этой проблемы возникает при подсчёте запасов по завершению разведочных работ, а именно, установление марочных границ, что по сути является выделением марочных блоков без привязки к категории запасов – степени разведанности (изученности) углей.

В качестве примера можно привести участок недр «Отвальный Южный 2 Глубокий» Талдинского месторождения Ерунаковского района Кузбасса. Объем данных материалов детальной разведки обеспечивал постановку запасов углей на баланс по категориям А, В, C_1 и отнесения участка к подготовленным для промышленного освоения. Уголь пластов 72, 71, 70, 69вп и частично 66 был выделен маркой ДГ, уголь пластов 69, 68 67 и часть 66– маркой ГЖО.

Отметим, что по классификации углей для налогообложения за недропользование и по ГОСТ 51586-2000 угли марки ГЖО признаются коксующимися углями, угли марки ДГ относятся к прочим, т.е. к энергетическим углям.

При разработке участка открытым способом было установлено, что по классификационным параметрам ГОСТ 25543-2013 [1] угли пластов 70, 69 68, 67, 66 стали часто соответствовать марке Г, что противоречило марочному составу запасов. Была проведена экспертиза правильности установления марок в подсчётных блоках с учётом категории запасов, т.е. сравнительный анализ классификационных параметров углей геологической разведки и проведённой эксплуатационной доразведки.

Отметим, что разведка 2010 года опирается на результаты кернового опробования, доразведка 2013 года, в основном, – на пластовое опробование. В соответствии с методическими рекомендациями «Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна» представительность керновых проб должна подтверждаться наличием проб из горных выработок [4]. Это обусловлено двумя факторами: природными (неоднородность строения угольного пласта, изменение качества углей по площади и в зоне окисления и др.) и техническими (условиями опробования).

В результате проведённой экспертизы из 483 проб забракована 191 проба (40 %), из которых 110 (38 %) керновые пробы 2010 года и 81 (28 %) пластовая проба 2013 года. Отметим, около 13 % проб отбраковано из-за низкого выхода керна, 49 % проб – из-за их нахождения в зоне окисления и 24 % отбракованных проб – по прочим причинам, но в основном из-за определения пластического слоя в зольных углях, т.е. A^d более 10,5 %,. Исключение составляют обогащённые гравитационным методом пробы труднообогатимых углей [2]. Из этого следует, что количество проб, обеспечивающее правильность выделения марочных границ для типизации углей в недрах при подсчёте запасов, зависит не только от качества геологоразведочных работ, но и от геологических условий залегания полезного ископаемого.

Установлено, что изменение показателя отражения витринита (Ro) в углях по пластам 70 – 66 в стратиграфическом разрезе составило по керновым пробам от 0,75 до 0,80 %, по пластовым пробам от 0,77 % до 0,82 %, то есть в пластовых пробах данный показатель выше. Заметное различие наблюдается и по показателям V^{daf} и $\sum$ОК, значения которых в углях по пластам в керновых и пластовых пробах отклонились в среднем на 1,7 и 2 % соответственно при отклонении по зольности на 2,3 %. Толщина пластического слоя также несколько выше в пластовых пробах, чем в керновых.

Для точности определения марок ДГ, Г, ГЖО определяющими являются выход летучих веществ и толщина пластического слоя в углях. Эти показатели значительно зависят от качества отбора пробы, вида опробования, способа приготовления аналитической пробы к анализу и оценки состояния угля относительно его степени окисленности, следовательно, не соблюдение этих условий приводит к недостоверности результатов исследования углей, на которые опирается маркировка [3].

Однако данные нормы не регламентируются в Методических рекомендациях ГКЗ [5], а также отсутствует единая методика на геологоразведочные работы, что и приводит к таким большим расхождения между данными разведки и доразведки (рис.).

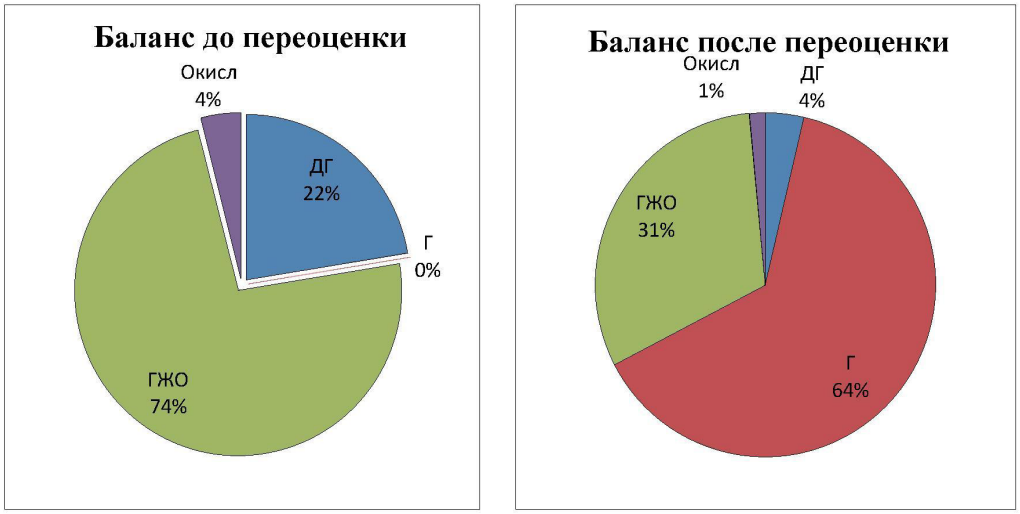


Рис. Степень расхождения марочного состава углей в запасах

Выводы.

1. Для повышения степени изученности углей и достоверности данных разведки назрела необходимость совершенствования методической основы для точного установления марок углей, которые являются критериями типизации угольных запасов.

2. Одним из главных решений обозначенной проблемы должно стать создание Единой методики разведки угольных месторождений и в последующем внесении изменений в методические рекомендации ГКЗ, в которых должны быть отражены указанные проблемные аспекты и регламентировано выделение марочных блоков в привязке к категориям запасов.

Литература

1. ГОСТ 25543-2013. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
2. Иванов В.П., Охотников К.В. Переоценка остатка запасов угля в контуре лицензии КЕМ 01733 ТЭ участка Отвальный Южный № 2 Глубокий по состоянию на 01.01.2014 г. – Новокузнецк: Росгеолфонд, ФГУ ТФИ по Кемеровской области, 2014. – 153 с.
3. Иванов В.П. Промышленно-энергетическая классификация углей для типизации запасов // Недропользователь XXI век, 2015. – № 5. – С. 116 – 123.
4. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна / А.З. Юзвицкий и др.; ред кол.: Э.М. Сендерзон (гл. ред.) и др. – Кемерово: Книжное издательство, 1978. – 235 с.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы [Электронный ресурс] – Доступ из информ. – правовой системы «Консультант Плюс».

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПЛАСТА М ВОСТОЧНО-ГЕРАСИМОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.А. Павловец

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазоносный горизонт зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений(НГГЗК) является предметом постоянного и пристального внимания, как в связи сприуроченностью к ним залежей нефти и газа (Васюганская, Фроловская, Ямальская и другие нефтегазоносные области),так и в связи с различным литологическим составом коллекторов и сложным строением пустотного пространства. Интерес вызывает также длительная и непростая история формирования пород, испытавших прогрессивные и регрессивные стадиальные, тектонические и наложенно-эпигенетические преобразования [1, 2].

В связи с этим анализ вещественного состава и условий формирования пустотного пространства пород НГГЗК, вскрытых бурением на территории Восточно-Герасимовской площади, является весьма актуальной задачей.

В административном отношении Восточно-Герасимовская площадь расположена в Парабельском районе Томской области, согласно нефтегазогеологическому районированию – в Казанском нефтегазоносном районе Васюганской нефтегазоносной области (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция). В тектоническом плане площадь приурочена к одноименному локальному поднятию в юго-восточной части Нюрольскоймегавпадины, которое унаследованно развивалось на приподнятом блоке доюрского фундамента. Восточно-Герасимовское поднятие по существу является юго-восточным блоком Герасимовской структуры, отделенным от нее меридиональным тектоническим сбросом.

Петрографическим методом с использованием поляризационного микроскопа POLAM-213M было изучено 14 шлифов из пород НГГЗК, вскрытых скважиной 1 в интервале глубин 2909-2942,6 м. После уточнения привязки образцов к каротажу, макроскопического описания керна, петрографического анализа шлифов установлено, что изучаемая толща отложений слагается из 9 литопачек, выявлено разнообразие наложенных процессов, влияющих на формирование пустотного пространства, установлены интервалы с признаками нефтенасыщения и тип коллектора. Особенности строения и состав литопачек иллюстрирует рисунок.

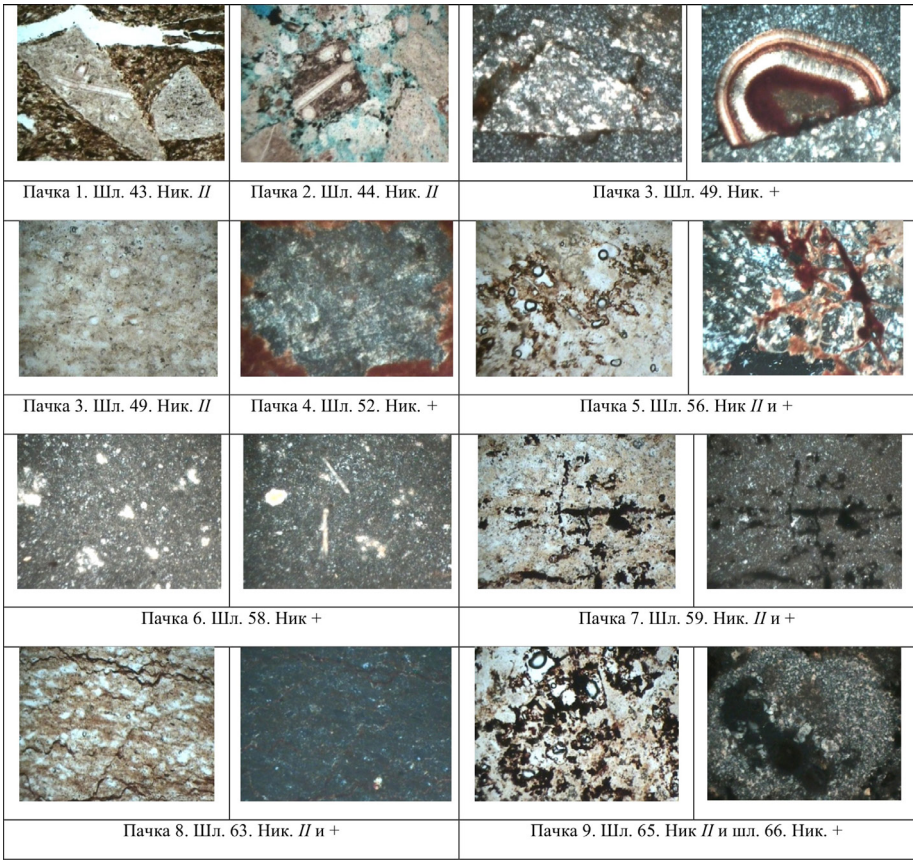


Рис. Текстурно-структурные особенности, состав и пустотное пространство пород, слагающих литопачки в разрезе скважины 1 Восточно-Герасимовской площади

Литопачка 1 (2909-2916,3 м, шлиф 43) сложена глинистыми породами, насыщенными неокатанными обломками (размером от 0,04 до 1 мм) кварца и кремнистых органогенных пород со спикулами губок и содержащих остатки диатомовых водорослей и окремненных раковин. Породы тонко пиритизированы, плотные, не пористые.

Литопачку 2 (2916,3-2917 м, шлиф 44) слагают песчаники кремнистые с каолинитовым цементом. Обломочный материал в них представлен неокатанными, несортированными, разноразмерными (размером от 0,01 до 1 мм) обломками кремнистых тонкокристаллических и органогенных со спикулами губок пород, фрагментами диатомовых водорослей, сложенных кремнистым материалом и реже халцедоновидным кварцем. Вторичные изменения выразились в точечной пиритизации и сидеритизации. Пустотное пространство хорошо развито, представлено межзерновыми, реже внутризерновыми порами, сообщающимися между собой.

Литопачка 3 (2917-2922,8 м, шлифы 47, 49) представлена кремнистыми органогенными (спикулы губок) тонко-мелкокристаллическими породами с неотчетливой слоистостью за счет одинаковой ориентировки органических остатков (спикул губок) и послойной примеси глинистого материала, иногда разбита тонкими (0,01 мм) трещины, заполненные кварцем (шлиф 47); участками брекчирована, сидеритизирована, лимонитизирована (шлиф 48). В участках брекчирования неокатанные обломки соединяются более чистым кремнистым материалом, часто окружены пленкой лимонита. Лимонит также развивается по мелким трещинам. Сидерит образует крупные (размером до 1 мм) полные и неполные сферокристаллы и (совместно с лимонитом и/или халцедоном) – концентрически-зональные оолиты. Породы плотные, не пористые.

Литопачка 4 (2922,8-2924 м, шлиф 52) представлена туфобрекчией ожелезненной и сидеритизированной. Обломки размером (до 2 мм) многоугловаты, неокатаны, сложены тонко раскристаллизованным спекшимся пеплом из кислого вулканического стекла. Цементом служит высокожелезистый пелитоморфный сидерит и более кальциевый сферосидерит. В сферокристаллах отмечаются септарии, полностью залеченные сидеритом и микроагрегативным кварцем. Породы не пористые.

Литопачка 5 (2924-2930,4 м, шлифы 54, 56) – туфы пепловые с редкими оплавленными обломками (размером до 0,25 мм) из спекшегося тонко раскристаллизованного кремнистого материала, неравномерно сидеритизированные, изредка кальцитизированные, с прихотливо-извилистыми прожилками лимонита в ассоциации с сидеритом. Породы тонко- и мелкопористые. Стенки пор покрыты пленкой бурого нефтяного вещества. Открытая пористость 13,2-24,4%; проницаемость 1,6 мД. В керне отмечается запах, напоминающий керосин, и выпоты нефти.

Литопачка 6 (2930,4-2933 м, шлиф 58) – туфы из тонко раскристаллизованного пепла с обломками кварца, биотита, лейкоксенизированного титано-ильменита. Породы плотные, не пористые.

Литопачка 7 (2933-2937,3 м, шлифы 59, 60) – туфы глинисто-пепловые неотчетливо слоистые за счет переслаивания без образования видимых границ пеплового и глинистого материала; с неравномерно проявленной сидеритизацией в виде неполно- и полнолепестковых сферолитов, рассеянных зерен и агрегатов кристаллически зернистого сидерита; с пленками гидроксидов железа; послойными и поперечными трещинами и пустотами "дыхания", заполненными пиритом и бурым нефтяным веществом; неравномерной сидеритизацией и пятнистой кальцитизацией. Породы пористые и трещиноватые. Открытая пористость до 21%; проницаемость 0,6 мД.

Литопачка 8 (2937,3-2938,4 м, шлиф 63) – туфы пепловые глинистые с более отчетливой слоистостью за счет послойной дифференциации глинистого и пеплового материала. Вдоль наслоения в породах отмечаются микростилолитовые швы катагенетического уплотнения, заполненные органическим веществом.

Литопачка 9 (2937,3-2938,4 м, шлиф 65, 66, 69) – туфы пепловые, иногда с примесью туфопесчаников и туфоалевролитов (в которых обломки стекол, раскристаллизованных до кремнистого материала, имеют размер до 1 мм), иногда с послойными пластинками мусковита, пустотами "дыхания". Породы пористые и слабо пористые. Поры имеют округлую и извилистую конфигурацию, пустые и заполненные нефтяным веществом. Открытая пористость 13,8-15,1%; проницаемость 1,4 мД.

Таким образом, установлено, что в нижней части разреза породы представлены вулканогенно-осадочными образованиями, в верхней – органогенными кремнистыми и обломочными породами. Проницаемая часть разреза связана с мелкими пустотами, сформированными в туфогенных породах (коллектор нетрадиционного типа), а также с межзерновыми и внутризкерновыми порами – в песчаниках (терригенный коллектор гранулярного типа).

Литература

1. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2012. – Т. 320. – №1. – С. 77 – 81.
2. Ковешников А.Е. Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2012. – Т. 320. – №1. – С. 82 – 86.

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НАДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ БОЛТНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СКВАЖИНЫ 3)

Т.А. Павловец

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель работы – изучение литолого-петрографических особенностей пород-коллекторов продуктивных пластов $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$ надугольной пачки, вскрытых скважиной 3 на Болтном нефтяном месторождении. Месторождение расположено в юго-западной части Парабельского района Томской области, согласно принятому нефтегазогеологическому районированию находится в Казанском нефтегазоносном районе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в тектоническом плане приурочено одноименному локальному поднятию на западе Калгачского мезовыступа, осложняющего юго-восточный блок Васюган-Пудинского антиклинория.

Продуктивные пласты $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$ приурочены к верхней части регионально продуктивного горизонта $Ю_1$, выделенного в объеме позднеюрских отложений верхневасюганской подсвиты (J_3ovs_2) (рисунок). В районе исследований и сопряженных с ним неоднократно проводились работы, освещающие строение разрезов, особенности пород-коллекторов и условия их формирования [1, 2, 3 и др.]. Вместе с тем настоящая работа поможет уточнить некоторые детали строения конкретных коллекторов.

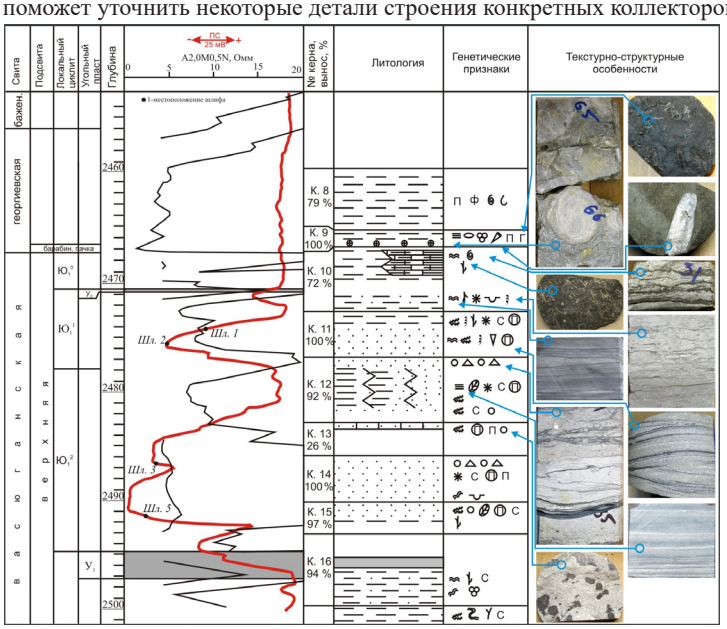


Рис. Литолого-геофизический разрез скважины 3 Болтного месторождения

Пласт $Ю_1^2$ вскрыт в интервале глубин 2494,8-2478,0 м и имеет толщину 16,8 м. Он представлен песчаниками с прослоем глинистых пород (2492,5-2492,0 м).

Песчаники светло-серые крепко сцементированные, разнозернистые. Размер обломков, слагающих песчаники, закономерно уменьшается от подошвы к кровле пласта: так, в подошве развиты преимущественно крупно-среднезернистые, в середине среднезернистые, в кровле – мелкозернистые разности. Породы массивные и слоистые. Слоистость в них пологоволнистая, слабонаклонная до косой, прерывистая, обусловленная намывами глинисто-слюдистого материала, тонко рассеянного растительного детрита и послойным распределением микроконкреций и сыпи сидерита на плоскостях наслоения и наличием тонких прослоев глинистых пород. Встречаются следы размыва и включения внутриформационных глинистых галек темно-серого и серого цвета размером от мелких до 3х4 см. В породах наблюдаются редкие включения обугленных крупных растительных остатков, включения пирита в виде сыпи, конкреций, глобулей и псевдоморфоз по растительным остаткам.

В результате петрографического анализа (изучено 2 шлифа) установлена хорошая сортировка обломочного материала (S_0=1,59; 1,68) и полимиктовый состав пород. Породы имеют полимиктовый состав, в них содержание обломков кварца, пород и полевых шпатов отличается незначительно: кварц (38-36 %), обломки пород (33-36 %), полевые шпаты (28-29 %). Обломки кварца (около половины зерен) регенерированы с образованием неполных прерывистых каемок; зерна полевых шпатов вторично изменены: трещиноваты, корродированы, пелитизированы, серицитизированы, ожелезнены, карбонатизированы. Обломки пород представлены глинистыми, слюдистыми, кремнистыми и кремнисто-слюдистыми сланцами, кварцитами, эффузивами и гранитоидами. Из второстепенных минералов присутствуют мусковит, биотит; хлорит; из акцессорных минералов встречаются циркон и сфен. Цемент содержится в количестве 4-12 %, имеет первичное и вторичное происхождение. К первичному цементу относятся сильно гидратированные слюдистые агрегаты, заполняющие пространство между обломками. Вторичные цементы преобладают, они имеют карбонатный (*сидерит* и, в меньшей степени – *кальцит)*, глинистый (гидрослюда, каолинит) и пиритовый состав. Тип цементации преимущественно поровый, реже пленочный.

Пустотное пространство в шлифах представлено межзерновыми, внутризерновыми порами и микропорами в каолинитовом цементе. Наиболее развита межзерновая пористость, размеры пор меняются от 0,04 до 1,3 мм.

Большинство пор соединено между собой. Фильтрационно-емкостные свойства песчаников достаточно высоки: открытая пористость составляет 14,1-15,5 %, проницаемость – $5{,}1\cdot10^{-3}$мкм^2 – $13{,}3\cdot10^{-3}$ мкм^2.

В шлифах присутствует нефтяное вещество бурого цвета, которое приурочено к порам и микропорам, развитым между обломками, в обломках и в каолинитовом цементе. Встречаются обломочные зерна, окруженные тонкими пленками нефтяного вещества.

Пласт $Ю_1^1$ вскрыт в интервале 2478,0-2470,6 м толщиной 7,4 м. Пласт представлен песчаниками, в кровле замещенными алевролитами и глинистыми породами и перекрытыми углем. Песчаники пласта серые с буроватым оттенком, крепко сцементированные, мелкозернистые, слоистые, гидрофобные. Слоистость в них пологонаклонная, пологоволнистая, изредка косоволнистая со срезанием слойков, обусловленная намывами углистого материал. В породах отмечаются редкие включения пирита, деформационно-биотурбированные текстуры, следы жизнедеятельности (Skolithos) и (Chondrites).

В результате петрографического анализа (изучено 2 шлифа) установлена хорошая и средняя, участками плохая сортировка обломочного материала и полимиктовый состав пород. Как и породы пласта $Ю_1^2$, по классификации В.Д. Шутова, песчаники относятся к полевошпато-кварцевым граувакка м (рис. 1), в которых содержание обломков кварца, пород и полевых шпатов отличается незначительно: кварц (39-43 %), полевые шпаты (26-28 %), обломки пород (30-32 %).

Зерна полевых шпатов вторично изменены, обломки кварца (10 %) регенерированы. Обломки пород характеризуются слюдистыми, кремнистыми, кремнисто-слюдистыми и глинистыми сланцами, эффузивами.

Среди второстепенных минералов присутствуют слюды, хлорит, глауконит и лептохлорит. Акцессорные минералы представлены сфеном и цирконом.

Содержание цемента в количестве 4-5 %. В основном он представлен гидрослюдой, иногда в ассоциации с пиритом, которая образует пленочный, реже пленочно-поровый тип цементации. Повсеместно гидрослюда пропитана нефтяным веществом. Также в шлифах распространено бесцементное соединение обломочного материала методом взаимного приспособления и внедрения зерен друг в друга.

Пустотное пространство в шлифах представлено преимущественно межзерновыми порами размером 0,02-0,4 мм.

Внутризерновые поры проявляются при растворении полевых шпатов и выщелачивании компонентов агрегатных пород. Размеры пор от 0,1 до 0,35 мм.

Микропоры в каолинитовом цементе проявлены в виде сита с очень мелкими (до 0,01 мм) отверстиями.

В шлифах имеет широкое распространение нефтяное вещество желтого и бурого цвета (2,3-4,2 %), которое распространено в промежутках между зернами в виде тонкой пленки.

Таким образом, песчаники пласта $Ю_1^2$ характеризуются крупнозернистой и среднезернистой структурой, полимиктовым составом, наличием вторичных преобразований, которые проявились при регенерации кварца, глинизации и слюдизации полевых шпатов, выщелачивании и коррозии обломков сидеритом и кальцитом цемента, пленочным гидрослюдистым и поровым каолинит-сидеритовым цементом, наличием межзерновых, внутризерновых пор и микропор в каолините, карбонатизацией песчаников с признаками нефтенасыщения, хорошими емкостно-фильтрационными свойствами.

Повсеместно в породах присутствует углефицированный растительный детрит, остатки обугленных растений, иногда вайи папоротников; отмечаются обильные мелкие включения и конкреции пирита с железистыми бурыми рубашками.

Песчаники пласта $Ю_1^1$ характеризуются мелкозернистой и средне-мелкозернистой структурой, полимиктовым составом, наличием вторичных преобразований, невысоким содержанием глинистого цемента, хорошо развитой межзерновой пористостью, признаками нефтенасыщения, хорошими коллекторскими свойствами, позволяющими отнести их к III классу коллекторов по А.А. Ханину [4].

В породах отмечается углистый растительный детрит и обугленные растительные остатки. По всему слою следы жизнедеятельности (Teichichnus), деформационно-биотурбационные текстуры и включения пирита.

Перекрывающие их алевролиты имеют светло-серую окраску, неравномерно слоистые за счет темно-серых прослоев глин со слабо пологоволнистой, тонкой слоистостью, представленной сериями разнонаправленных слабоволнистых слойков. В них отмечается также волнисто-линзовидная и волнистая прерывистая слоистость, следы биотурбирования. В подошвенных частях в породах встречен глинисто-алевритовый прослой (0,23 см) с неоднородной, деформативно-биотурбационной текстурой и обугленные корневые остатки, по всему слою присутствует редкий углефицированный растительный детрит.

Литература

1. Rychkova I, Shaminova M, Sterzhanova U and Baranova A. Lithologic-facies and paleogeographic features of Mid-Upper Jurassic oil-gas bearing sediments in Nurolsk depression (Western Siberia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2015. – Vol. 27: Problems of Geology and Subsurface Development. – [012009, 6 p.].
2. Shaminova M, Rychkova I, Sterzhanova U. Paleogeographic and litho-facies formation conditions of MidUpper Jurassic sediments in S-E Western Siberia (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016. – Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. – [012001, 5 p.].
3. Perevertailo T., Nedolivko N., Dolgaya T. Vasyugan horizon structure features within junction zone of Ust-Tym depression and Parabel megaswell (Tomsk Oblast) [Electronic resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24: Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress, 24–27 November 2014, Tomsk, Russia. – [012023, 6 p.]
4. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 366 с.

СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО ШЕЛЬФА

Е.В. Панова

Научные руководители: профессор И.В. Гончаров, профессор И.П. Семилетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Шельф Восточно-Сибирской Арктики – уникальный природный комплекс, в последние десятилетия представляющий особый интерес ученых при исследовании функционирования арктической климатической системы и ее влияния на усиливающееся глобальное потепление. Понимание природных закономерностей глобального цикла органического углерода является необходимым звеном в изучении и объективной оценке происходящих в настоящее время климатических изменений.

Предыдущие исследования цикла углерода неоднократно были направлены на оценку вкладов различных источников и системы переноса терригенного органического углерода в морях Восточной Арктики [1, 2, 3, 4]. Для оценки состава и судьбы терригенного органического углерода в системе суша-шельф применяются различные геохимические параметры, включая изотопный состав $\delta^{13}C$, распределение специфических биомаркеров (фенолы лигнина, жирные кислоты и др.), а также гранулометрические характеристики (фракционный состав осадков, удельная площадь поверхности зерен и пр.), позволяющие оценить гидродинамическую картину изучаемой системы.

Однако, несмотря на то, что большое число исследований уже было направлено на изучение источников терригенного органического вещества (ОВ), схему его транспортировки и скорости деградации, большинство из них охватывали лишь определённый регион Восточно-Сибирского арктического шельфа (ВСШ). В настоящей работе мы приводим уникальный массив данных, направленных на установление комплекса седиментологических закономерностей распределения осадков на территории практически всего ВСШ.

Гранулометрические характеристики пород с внешнего шельфа демонстрируют некоторые зональные различия: средние размеры зерен (5-404 мкм, среднее значение 18,4 мкм) в породах, отобранных с внешнего шельфа, значительно выше размеров зерен (7–27 мкм, ср. 11,4 мкм) образцов, отобранных на внутреннем шельфе (рис. 1а).

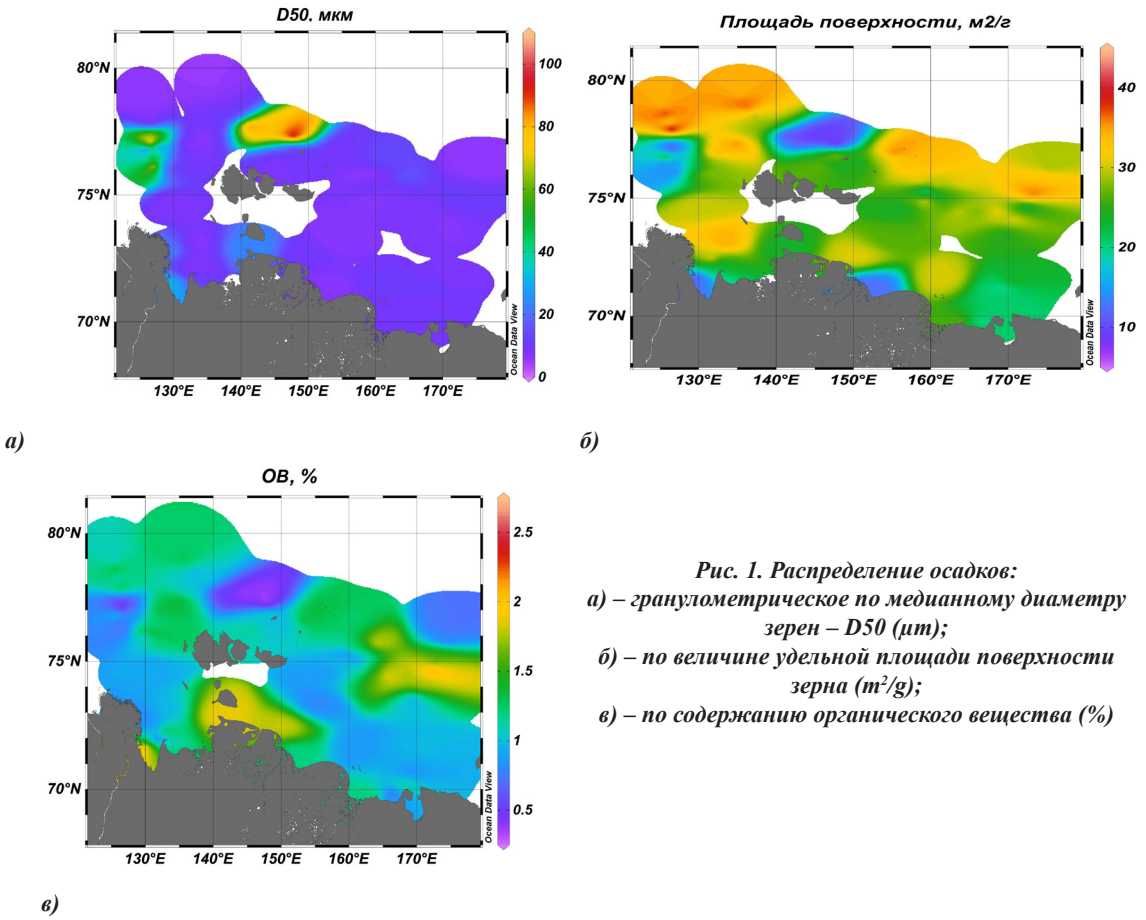


Рис. 1. Распределение осадков:
а) – гранулометрическое по медианному диаметру зерен – D50 (μm);
б) – по величине удельной площади поверхности зерна (m^2/g);
в) – по содержанию органического вещества (%)

В целом, очевидно, на всей обширной территории шельфа сохраняется устойчивая обстановка осадконакопления. Об этом свидетельствует сохранение выдержанности по большей части тонкодисперсной структуры донных осадков, независимо от удаленности от берега. Тем не менее, при общем доминировании мелкодисперсной фракции (<20 мкм) выделяются области с крупнозернистыми (>60 мкм) песчаными осадками. Такие исключения отмечены в области, расположенной к северу от Новосибирских островов на границе моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. Здесь средние значения размера зерен находятся в диапазоне 88-100 мкм с абсолютным доминированием песчаной фракции. На западе моря Лаптевых отмечается значительное увеличение среднего размера зерен также до 100 мкм. Более однородным гранулометрическим составом характеризуются осадки внутреннего шельфа, где преобладают фракции глин и мелкопесчаного ила.

Отмечается подобная изменчивость и в значениях удельной площади поверхности (УП) зерен (рис. 1б). Среднее значение УП для образцов с внутреннего шельфа составляет 26,7 м^2/г, варьируясь в широком диапазоне от 6,62 до 41,5 м^2/г; для осадков на внутреннем шельфе среднее значение равно 24,7 м^2/г (минимальное – 12 м^2/г, максимальное – 37,2 м^2). Особо низкие значения УП на внешнем шельфе характерны для аномальных областей с доминирующей песчаной фракцией.

Распределение зернистости осадков указывает на относительно однородную седиментационную обстановку, которая характеризуется наличием активных источников тонкозернистого терригенного материала (эрозия берегов, разрушение отложений ледового комплекса, речной сток), перемещающегося в процессе транспортировки на дальние расстояния. Результаты указывают на контролирующие процессы транспортировки и деградации терригенного вещества в системе суша-шельф. Показано, что определяющими условиями распределения терригенного субстрата являются избирательная деградация в связи с его сохранением в минеральной матрице зерен или замещение его автохтонным морским органическим углеродом.

Несмотря на то, что массив данных по содержанию терригенных маркеров в поверхностных осадках значительно меньше, чем объем известных гранулометрических параметров (46 образцов против 79), можно проследить их пространственное размещение. Интересно отметить, что практически отсутствует любая зависимость между фракционным составом зерен осадков и молекулярными маркерами, в том числе деградационными прокси. Однородное гранулометрическое распределение с выделением двух аномальных песчаных областей, отмеченных ранее, практически повсеместно характеризуется доминированием глинистой фракции и, вопреки ожиданиям, мало соотносится с различиями в концентрации органического вещества в осадках (рис. 1в). Тем не менее, определенный тренд наблюдается в песчаных зонах на западе. Крупнозернистые осадки в этих областях отличаются относительно низким содержанием органического углерода при низких значениях удельной площади поверхности, что может говорить об отсутствии условий сохранения органического материала в крупнозернистых осадках и, возможно, аномальной гидродинамической обстановке в указанных областях, обусловливающей вынос тонкозернистого материала.

Здесь можно предположить размыв палеоуровня придонным течением вод (возможен выход надмерзлотного материкового стока) с выносом тонкодисперсных глинистых частиц и обнажением неоднородных по структуре осадков, однако в таком случае распределение придонных температур и солености также отразило бы это изменение, но таких изменений не было обнаружено [5]. Также любопытно отметить, что песчаные зоны пространственно совпадают с зарегистрированными ранее в этих регионах газовыми факелами, предположительно проходящими через сквозные талики, сформированные в протаявшей подводной мерзлоте на глубинных интервалах [6, 7]. Подобные данные дают косвенное основание полагать, что вымывание тонкодисперсного материала могло быть обусловлено такими вертикально восходящими потоками.

Литература

1. Tesi T., Semiletov I., Hugelius G., Dudarev O., Kuhry P. and Gustafsson Ö. Composition and fate of terrigenous organic matter along the Arctic land-ocean continuum in East Siberia: Insights from biomarkers and carbon isotopes// Geochimica Et Cosmochimica Acta, 2014. №133. – P. 235 – 256.
2. Tesi T., Semiletov I., Dudarev O., Andersson A. and Gustafsson Ö. Matrix association effects on 44 hydrodynamic sorting and degradation of terrestrial organic matter during cross-shelf transport in the Laptev and East Siberian shelf seas// Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 2016. – № 121(3). – P. 731 – 752.
3. Bröder L., Tesi T., Salvadó J.A., Semiletov I.P., Dudarev O.V. and Gustafsson Ö. Fate of terrigenous organic matter across the Laptev Sea from the mouth of the Lena River to the deep sea of the Arctic interior // Biogeosciences, 2016. – №13 (17). – P. 5003 – 5019.
4. Karlsson E.S., Bruchert V., Tesi T., Charkin A., Dudarev O., Semiletov I. and Gustafsson Ö. Contrasting regimes for organic matter degradation in the East Siberian Sea and the Laptev Sea assessed through microbial incubations and molecular markers // Marine Chemistry, 2015. – № 170. – P. 11 – 22.
5. Дударев О.В. Современный литоморфогенез на Восточно-Арктическом шельфе России // Дисс. докт. геол.-минерал. наук. – Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2016. – 386.
6. Shakhova N., Semiletov I., Leifer I. Ebullition and storm-induced methane release from the East SiberianArctic Shelf // Nature Geoscience. – 2014. – № 7. – P. 64 – 70.
7. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V., Lobkovsky L., Yusupov V., Salyuk A., Salomatin A., Chernykh D., Kosmach D., Panteleev G., Nicolsky D., Samarkin V., Joye S., Charkin A., Dudarev O., Meluzov A. and Gustafsson Ö. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes6 and role of sea ice // Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 2015. – № 373(2052).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИН AL16003 И AL16014 МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ФАНДЮШКИНСКОЕ ПОЛЕ» АЛЬКАТВААМСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА

А.В. Плугина[1], Д.А. Скиба[2]

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

[1]Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

[2]ООО «Берингпромуголь», п. Беринговский, Россия

На Северо-Востоке России известно более двух десятков «больших и малых» угольных бассейнов, различающихся по возрасту, масштабам угленосности, степени изученности и их приуроченности к тем или иным региональным тектоническим структурам [3]. Наибольший интерес представляет Беринговский каменноугольный бассейн в Чукотском автономном округе, частью которого является месторождение «Фандюшкинское поле». Месторождение расположено в 35-40 км к юго-западу от пос. Беринговского и приурочено к бассейну верхнего течения р. Алькатваам.

В целом геолого-стратиграфическое строение Беринговского угольного бассейна определяется развитием отложений юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем. Непосредственно на месторождении «Фандюшкинское поле» наибольшее развитие получили палеогеновые отложения (рис. 1), толщина которых 1-1,2 км, меловые – от 2,2 до 2,3 и 4,5-4,8 км, и четвертичные отложения толщиной до 30 м. В верхнемеловых – палеогеновых отложениях сконцентрированы основные запасы угля.

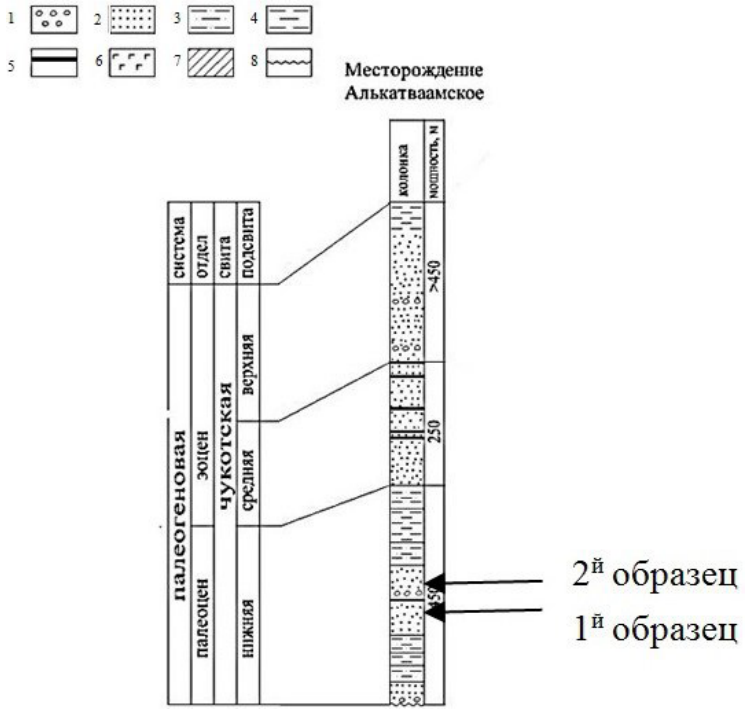


Рис. 1. Стратиграфическая колонка палеогеновых отложений Беринговского бассейна [3]:
1 – конгломераты и гравелиты; 2 – песчаники, 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты; 5 – каменный уголь; 6 – эффузивы; 7 – подстилающие верхнемеловые отложения; 8 – границы размыва

В статье на примере скважин AL16003 и AL16014 проведен ряд исследований, включающих детальное изучение пород палеогенового возраста нижнечукотской подсвиты (верхняя часть нижней пачки и надугольная пачка): макроскопическое описание и определение петрографического состава пород в шлифах.

Образец № 1 (рис. 2) (скв. AL16003 палеоген, нижнечукотская подсвита, верхняя часть нижней пачки).

Песчаник светло-серого цвета, тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный. Слоистость косая мелкая (толщина серий мелкая 8-9 см) однонаправленная, иногда слабо смещенная, подчеркнутая темноцветными включениями. Слойки параллельные, есть также S-образные (вогнуто-выпуклые) тонкие (1-2 мм), отчетливые благодаря хорошо выраженной сортировке зерен внутри каждого слойка [2]. Угол падения слойков крутой – 30º. Изменение наклона слойков в серии – затухающее. Органики нет. Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД).

Образец № 2 (рис. 2) (скв. AL16014 палеоген, нижнечукотская подсвита, надугольная пачка)

Послойное описание снизу вверх.

1. Песчаник мелкозернистый серого цвета, встречаются зерна литокластов (1-1,5 мм). Слоистость тонкая косоволнистая, несимметричная вогнуто-выпуклая.

2. Прослой алевролита серого цвета, мелкозернистый; слоистость неясно выраженная пологоволнистая, толщина прослоя по краям 3 мм, посередине 0,5 мм, представляет собой эрозионный срез.

3. Выше прослоя песчаник разнозернистый серого цвета, в основном преобладает среднезернистый, с относительно хорошей и средней сортировкой материала, состав предположительно кварцевый с карбонатным

цементом (вскипает в HCl), текстура нарушается знаками ряби, в результате чего появились косо-волнистые серии, причем основание каждого слойка волнообразно изогнуто.

4. Гравелит мелкогравийный, плохо сортированный, окатанность обломков 3-4 балла. Обломочная часть (30%) представлена в основном «плавающими» в матриксе линзами алевроаргиллитов и идеально окатанными гальками эффузивной породы, ориентированными по наслоению под углом 25-40º. Размер от линз 1:3–1:12. Матрикс (70%) – среднезернистый хорошо и средне сортированный песчаник. Текстура неясно слоистая, слоеватая, выявляемая расположением плоских включений галек.

5. Линза алевроаргиллита темно-коричневого цвета толщиной от 8 до 16 мм, образованная при гидроразрыве пород потоком относительно уплотненного состава, был перерыв – диастема, произошел песчаный взлом. Текстура слоистая, слоистость слабо отчетливая (толщина серий 7-10 мм) пологоволнистая, параллельная местами горизонтальная неравномерная, прерывистая. Слойки алевролита светло-серого цвета очень тонкие, сходящиеся к основанию серии, расположение равномерное, переходящие постепенно по толщине от 0,1 до 0,8 мм, отчетливые. Угол падения слойков 30º.

6. Средне-грубозернистый плохо сортированный песчаник, представляющий собой матрикс (85-90%), со слоеватой текстурой, подчеркнутой ориентировкой гравия. Гравелит мелкогравийный, сортировка плохая, окатанность обломков 2-3 балла. Обломочная часть (10-15%) пестрого состава, в основном линзы алевроаргиллитов, реже вулканогенных пород и кварца. Длинные оси гравия вытянуты в основном по наслоению под углом примерно 20º, некоторые под прямым углом.

7. Линза алевроаргиллита темно-коричневого цвета толщиной 5 мм. Текстура слоистая, слоистость пологоволнистая непараллельная слабо смещенная.

Фация песчаных осадков приустьевых частей равнинных рек (АРД).

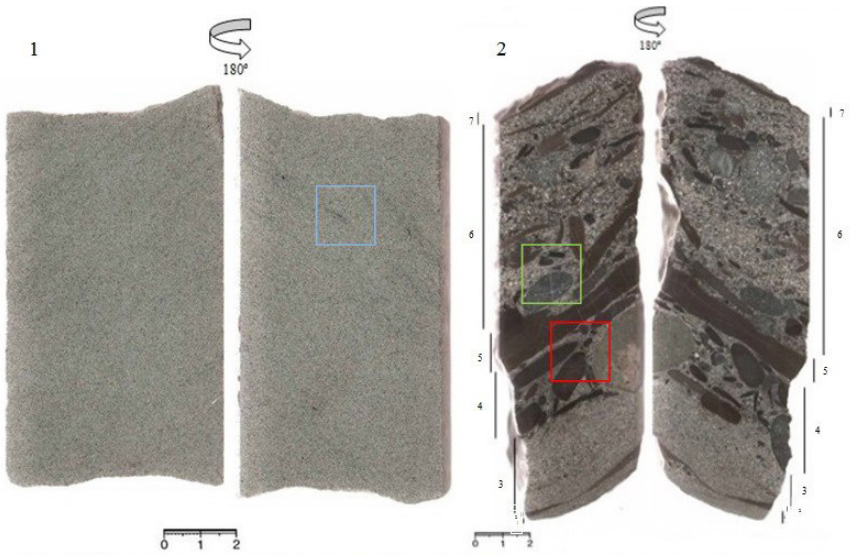


Рис. 2. Сканированные изображения образцов 1 и 2, цветом указаны места шлифов

Проведен микроскопический анализ, в результате которого определен петрографический состав отложений. В шлифе № 1 (1 образец) содержание кварца составляет 20%, полевых шпатов 40%, обломков горных пород 40%; в шлифе № 2 (2 образец): кварца – 10%, полевых шпатов – 50%, обломков пород – 40%; в шлифе № 3 (2 образец): кварца – 20%, полевых шпатов – 50%, обломков пород – 30%. По классификационной диаграмме песчано-алевролитовых пород В.Н. Шванова определено, что все образцы по составу достаточно близки и относятся к полевошпатовым грауваккам.

Сравнением петрографического анализа с макроскопическим описанием палеогеновых отложений, можно сделать вывод, что большое количество полевого шпата свидетельствует о невысокой зрелости пород. Также нужно отметить, что петрографический анализ псаммитовой составляющей показал генетически высокую палеогеографическую близость рассматриваемых образцов чукотской свиты. Они имеют аллювиальный генезис, переходящий в подводнодельтовые отложения, происходит латеральная проградация руслового потока [1].

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.
2. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. – М.: Наука, 1965. – 265 с.
3. Фандюшкин Г.А. Закономерности углеобразования в системе мезозоид и кайнозоид Северо-Востока России // Дис. д-ра геол. – минер. наук. – Губкин, 2006. – 286 с.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКЛИНИВАЮЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ГРП

Е.С. Полищук
Научный руководитель заведующий лабораторией А.Г. Скрипкин
Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

В работе представлены результаты исследования различных проппантов, используемых в качестве расклинивающих наполнителей при проведении операции гидроразрыва пласта. Проведены сравнительные испытания зависимости проводимости проппантной пачки от нагрузки и от времени для 5 марок проппантов (CarboProp, Fores, CarboCeramics, ТКЗ, Боровичи) различных фракций. На основании полученных данных сделаны выводы об эффективности тех или иных образцов проппантов.

В данный момент существует множество производителей проппантов, предоставляющих проппанты разного качества и стоимости. Для выбора оптимальной марки и фракционного состава проппанта проводится ряд испытаний, после которых можно сделать обоснованный выбор в пользу образцов, обеспечивших наиболее высокую эффективность в ходе лабораторных тестов.

Проведенные исследования динамики проводимости проппантных пачек от времени и от нагрузки (таблица) характеризуют механические свойства расклинивающего наполнителя, а также динамику проводимости проппантной пачки при увеличении приложенной нагрузки. Проведенные эксперименты проводятся в пластовых РТ условиях, что обеспечивает необходимую достоверность полученных результатов.

Таблица

Перечень исследованных образцов проппантов и виды выполненных исследований

Марка проппанта	Фракция	Проводимость от времени	Проводимость от нагрузки
CarboProp	12/18	-	+
	16/20	-	-
Fores	12/18	-	+
CarboCeramics	16/30	+	-
ТКЗ	12/18	-	+
	16/20	-	-
Боровичи	12/18	-	+
	16/20	-	-
	16/30	+	-

Оценка динамики проводимости от времени (рис. 1) позволяет оценить наличие и степень эффекта кольматирования проппантной пачки продуктами механического разрушения (измельчения) частиц проппанта. При максимальном нагружении 61МПа происходит перераспределение раздробленных частиц с уменьшением проводимости и ее стабилизацией после 25 часов. Проводимость обнаруживает зависимость и от порового давления (определяющей эффективную нагрузку на проппант), повышение порового давления до 2МПа обеспечивает более пологий тренд падения проводимости, не обеспечивающий стабилизации ее значений за все время эксперимента.

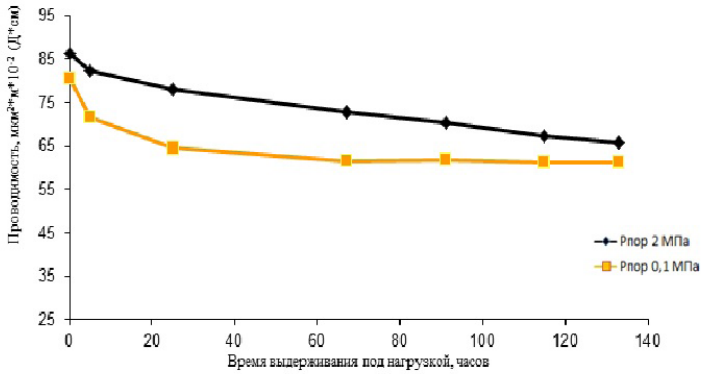


Рис. 1. Динамика проводимости проппантной пачки CarboCeramics 16/30, Робжима=35 МПа

Сравнительная оценка динамики падения проводимости проппантной пачки в зависимости от давления смыкания («стенки трещины ГРП») позволяет установить, что наилучшие результаты демонстрирует проппант марки CarboProp (Кпр=2205,78947Д), близкие к нему значения имеет проппант Fores (Кпр=2134,63497Д), затем в порядке убывания проппант ТКЗ (Кпр= 1067,31749Д). Стоит отметить, что первоначальной наибольшей проводимостью обладает проппант американского производства CarboProp, он же в течение эксперимента изменился в большей степени по сравнению с другими марками. Это свидетельствует о том, что пачка проппанта в ходе испытания претерпевала наибольшие изменения, часть проппанта разрушилась и уплотнилась. Проницаемость проппанта Fores также значительно изменилась во время теста, но осталась на высоком уровне, что свидетельствует о его высоких технологических показателях. Низкая проницаемость проппанта марки ТКЗ свидетельствует о его плохой способности противостоять продолжительным нагрузкам: продукты разрушения не выносятся из толщи проппантов, а заполняют (кольматируют) пустоты между гранулами, препятствуя течению флюида и снижая проницаемость проппантной пачки. Таким образом, проводимость упаковки снижается не только из-за уменьшения высоты слоя, но и из-за уменьшения общего числа фильтрующих пор.

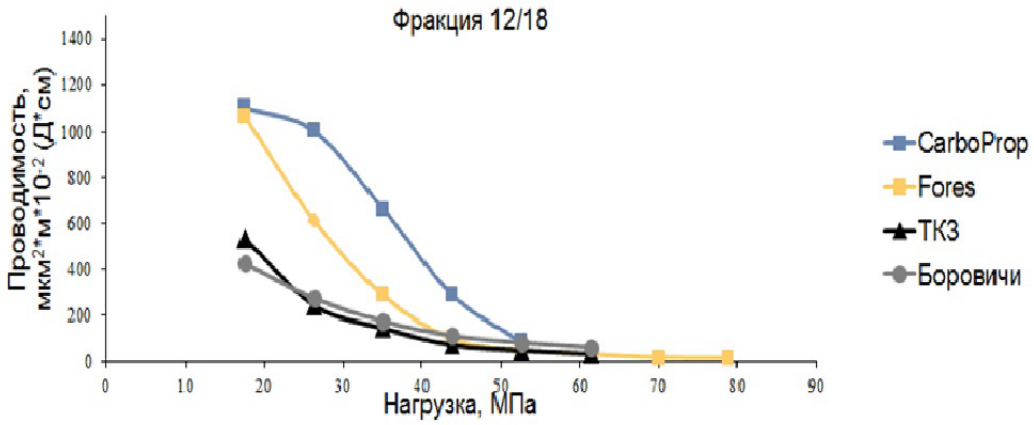


Рис. 2 Зависимость проводимости проппантных пачек фракции 12/18 от нагрузки

Таким образом, при исследовании изменения проводимости проппантной пачки CarboCeramics (фракция 16/30) от времени установлено, что при максимальном нагружении (61МПа) происходит перераспределение раздробленных частиц в пределах проппантной пачки, и проводимость стабилизируется уже после 25 часов. Определения изменений проводимости проппантных пачек (фракции 12/18) от нагрузки показали, что при равных давлениях смыкания наилучшей начальной проницаемостью обладает проппант марки CarboProp, близкие к нему значения имеет проппант Fores, затем в порядке убывания следуют ТКЗ и Боровичи. При увеличении давления до 35 МПа происходит наиболее резкий спад проводимости образцов CarboProp и Fores, что связано с разрушением частиц и сильным уплотнением пачки. Проводимость всех образцов стабилизируется в области 40 МПа. Использование образцов проппантов марки Боровичи фракции 16/30 обеспечивает самые низкие результаты (низкие значения проводимости относительно других фракций даже при малых нагрузках).

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ VII ПАЧКИ ЗАДОНСКОГО ГОРИЗОНТА РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

И.Ю. Помозова

Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Межсолевая толща Речицкого месторождения представлена фациями карбонатного шельфа, для которых характерна выдержанность литологического состава, параллельная слоистость, сравнительно большая глинистость пород, при наличии прослоев и пластов карбонатов биогермной природы.

В стратиграфическом отношении отложения VII пачки межсолевого комплекса Речицкого месторождения выделены в средней части разреза тонежского возраста. В пределах месторождения толщины отложений варьируют от 12 до 30 м в юго-западной и западной частях, достигая 35-38 м в юго-восточной и восточной частях площади. Постепенное уменьшение толщин отмечается в южном и юго-западном направлениях.

Разрез сложен, в основном, известняками, доломитами, реже мергелями, среди которых отмечаются тонкие прослойки глин, пирокластических и сульфатных разностей пород. Известняки встречаются по всему разрезу, но нижняя часть разреза (VII, VIII, IX пачки) в большей степени доломитизирована до доломитов. Среди известняков выделяются тонкозернистые, псевдобрекчиевидные, органогенные, в меньшей степени оолитовые, псевдооолитовые и обломочные разности.

Провести резкие границы между ними иногда невозможно, так как они переслаиваются между собой, постепенно переходя друг в друга, образуя линзы и обособленные участки. Соотношение равномерно слоистых, комковатых с желваками в более глинистом субстрате известняков и глинистых известняков меняется по простиранию литофации. Колебания литологического состава на небольших расстояниях – свидетельство большой мобильности условий осадконакопления в зависимости от тектонического режима и батиметрического положения разреза.

Коллекторские свойства нефтеносных известняков подвержены резким колебаниям, что обусловлено структурными и текстурными их особенностями. Лучшими коллекторскими параметрами обладают мелко- и среднезернистые доломитизированные псевдобрекчиевидные и органогенные разности. Среди доломитов различаются зернистые псевдобрекчиевидные и зернистые с реликтово-органогенной структурой. Породы пористо-кавернозные, трещиноватые. Из других пород наибольший интерес с точки зрения коллекторов представляют мергели, в различной степени перекристаллизованные, тонкослоистые с открытыми микротрещинами, ориентированными параллельно или под углом к слоистости [1].

Наибольшим распространением в межсолевых отложениях пользуются карбонатные породы, в которых основной емкостью служит вторичная пористость (пустоты выщелачивания), хотя заметная роль принадлежит и первичной межзерновой пористости.

Трещины имеют небольшое значение в емкости коллектора. Они определяют фильтрационные свойства пород. Выделяются открытые, минеральные трещины типа сутур и трещины, частично или полностью заполненные нефтью. В большинстве случаев трещины имеют хаотичную и параллельную слоистости ориентировку, реже вертикальную и наклонную. Открытые микротрещины развиваются по минеральным трещинам, стилолитам, а также вне связи с ними. Протяженность их бывает значительная. Трещины в известняках и доломитах чаще всего заполнены кальцитом, глинистым веществом, реже ангидритом, кремнеземом. Широко развиты трещины перекристаллизации, заполненные зернистым кальцитом. Они секут породу в различных направлениях, расщепляя ее на неправильные угловатые обломки, создавая псевдобрекчиевидную текстуру.

В разрезе межсолевых отложений преобладает смешанный тип коллекторов: трещинно-поровый, трещинно-порово-каверновый. По материалам геофизических исследований скважин, основные коллекторы в межсолевой толще выделены в задонском горизонте, эпизодически в елецком и петриковском.

Задонский горизонт представлен толщей разнообразного литологического строения, в которой пласты-коллекторы образуют мощные резервуары, перемежающиеся с флюидоупорами. Здесь обозначены четыре резервуара: верхний, средний, нижний тонежский и нижний кузьмичевский.

Описываемый резервуар объединяет пласты-коллекторы, выделенные по данным геофизических исследований скважин в нижней части тонежских слоев (VII и VIII литопачки). В литофациальном плане в этой части разреза прослеживается смена седиментационной обстановки. Разрез отличается однообразностью строения, представлен слабо дифференцированной однородной толщей биогермных образований, сложенной пакетами онколитов, столбчатых и стелющихся строматолитов, остатками брахиопод. В её составе преобладают известняки в различной степени доломитизированные и доломиты органогенные, органогенно-водорослевые. По водорослевым образованиям интенсивно развита кавернозность и пористость, прослеживается наложенная разно ориентированная трещиноватость [1].

Исследуемые породы характеризуются наличием онколитов размером от 5-6 мм до 1-1,5 см, которые неравномерно развиты по толще отложений VII пачки. Часто, скапливаясь, онколиты формируют единые онколитовые прослои. Такие породы неравномерно пористые, микротрещиноватые, трещины разноориентированные, короткие, иногда сообщающиеся между собой. Пористость развита преимущественно в доломитизированных разностях. Исследования карбонатности отложений VII пачки показали неравномерное распределение доломитовой составляющей, которая, как известно, улучшает фильтрационно-емкостные свойства

пород. Поле улучшения доломитизации пород выделено в северо-восточной части Речицкой площади в районе расположения скважин 15, 16, 17, 19, 26 и др., где доломитовая составляющая пород варьирует от 15 до 40%.

Анализ рисунка и фондовых материалов показал, что отложения VII задонского горизонта представлены известняками биогермными, органогенно-водорослевыми, серыми, светло-серыми, в различной степени доломитизированными, участками с брекчиевидной текстурой вследствие неравномерного распределения волнистых водорослевых образований в виде нитей и волокон, которые оконтуривают глинистые участки в разрезе.



Рис. Фотография керна из отложений VII пачки, скважина 289r2 Речицкая (гл. 2250-2253 м, К №1

Чередование более карбонатных и глинистых участков имеет нечетко выраженную субгоризонтальную ориентацию. Светлые участки сложены онколитовыми, сгустково-комковатыми известняками, участками пористыми, мелко-кавернозными. Размер развитых пустот выщелачивания не превышает первых мм. По ним отмечаются выпоты коричневой нефти. Пустоты сообщаются между собой межзерновыми канальцами. Нередко отмечаются открытые субгоризонтальные трещины, по которым отмечаются щелевидные мелкие каверны с выпотами коричневой нефти.

Литература

1. Уточненный проект разработки Речицкого месторождения // Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти БелНИПИнефть. – Гомель, 2009. – 553 с.

СТРОЕНИЕ ПОДУГОЛЬНОЙ ПАЧКИ НА КАЗАНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.А. Реховская
Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования явились продуктивные пласты $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$ подугольной пачки юрского терригенного нефтегазоносного комплекса, вскрытые на Казанском нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область). Казанское месторождение расположено в Томской области, находится в 325 км к северо-западу от Томска в Парабельском районе (рис. 1). В тектоническом плане площадь месторождения приурочена к одноименному локальному поднятию, расположенному в юго-восточной части Нюрольской впадины, на северной периклинали Таволгинского структурного мыса. Согласно нефтегазогеологическому районированию, месторождение относится к Пудинскому нефтегазоносному району Васюганской нефтегазоносной области, которая выделяется на востоке центральной части Западно-Сибирской низменности. К пластам $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$ приурочены газоконденсатные залежи.

Актуальность исследований связана с продуктивностью пластов, их сложным геологическим строением; латеральной и вертикальной литологической изменчивостью отложений.

Работа основана на анализе карт общих толщин отложений, включающих пласты; их литологического состава, песчанистости, толщин песчаников, построенных по данным каротажа самопроизвольной поляризации (ПС).



Рис. 1. Местоположение Казанского месторождения на карте Томской области

Подугольная пачка является базальной пачкой верхневасюганской подсвиты (J_3ovs_2), разделенной прослоями угля на подугольную, межугольную и надугольную пачки. С подстилающими мелководно-морскими глинистыми и алеврито-глинистыми отложениями нижневасюганской подсвиты (J_3ovs_1) она имеет постепенные переходы, будучи сформирована в результате регрессии моря в прибрежно-морских условиях. Нижневасюганские отложения вверх по разрезу постепенно замещаются довольно мощной пачкой алевролитов и песчаников верхневасюганской подсвиты (пласты $Ю_1^4$ и $Ю_1^3$). Песчаные пласты $Ю_1^4$ и $Ю_1^3$ отчетливо прослеживаются на всей территории месторождения. Выше по разрезу их сменяет переслаивание тонких пропластков аргиллитов, алевролитов, песчаников с присутствием обугленного растительного детрита (что свидетельствует о постепенном обмелении седиментационного бассейна) и, наконец, появляются сначала тонкие, а затем и более чем в метр толщиной угольные пласты. В кровле пласта $Ю_1^3$ залегает угольный пласт $У_1^3$, мощностью до 1,5 м, довольно четко выраженный на каротажных диаграммах. Пласт $У_1^3$ является границей раздела подугольной и межугольной толщ.

Пласты $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$ представлены светло-серыми мелкозернистыми и средне-мелкозернистыми крепко сцементированными граувакково-аркозовыми песчаниками, которые чередуются с прослоями алевролитов и

аргиллитов. Песчаники характеризуются порово-пленочным типом цементации. Цемент в них каолинитовый с гидрослюдой, хлоритом, сидеритом, иногда кальцитовый. Песчаники обладают высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Различия в содержании породообразующих компонентов, а также различных видов и состава цемента обусловливают сложную геометрию порового пространства и широкий диапазон изменения фильтрационно-емкостных характеристик [2].

Толща, включающая пласт $Ю_1^4$, имеет изменчивую толщину (от 4 м до 15,8 м), увеличивающуюся с севера на юг (скв. 12, 13, 15), в этом же направлении возрастает толщина песчаного пласта – от 2,5 (скв. 9) до 11 м (скв. 3) и увеличивается песчанистость от 31 % (скв. 9) до 81 % (скв. 3). Согласно карте, построенной по максимальным значениям $\alpha_{ПС}$, в северной части территории распространены смешанные песчано-алеврито-глинистые породы (скв. 9, $\alpha_{ПС}$=0,53), относящиеся по В.С. Муромцеву [3] к слабопроницаемым коллекторам со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,4 до 0,6. Южнее широкой полосой распространяются мелкозернистые песчаники со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,6 до 0,8, где пласт представлен проницаемыми коллекторами (скв. 8, $\alpha_{ПС}$=0,7; скв. 7, $\alpha_{ПС}$=0,75). На юго-западе, юге и востоке месторождения развиты средне-мелкозернистые песчаники (скв. 1 и 5, $\alpha_{ПС}$=1; скв. 2, $\alpha_{ПС}$=0,9; скв. 3, $\alpha_{ПС}$=0,88), скв. 4, $\alpha_{ПС}$=0,86), относящиеся к хорошо проницаемым коллекторам со значениями $\alpha_{ПС} > 0,8$.

Таким образом, из совместного анализа карт общих толщин, литологического состава, мощностей песчаного тела и коэффициентов песчанистости и кластичности пласта $Ю_1^4$ следует, что значения $\alpha_{ПС}$, мощность песчаного тела и коэффициент песчанистости территориально связаны. Пласт $Ю_1^4$ сложен коллекторами наилучшего качества в центральной и юго-западной, а также юго-восточной частях месторождения. В области месторождения, протягивающейся с северо-запада в центр и далее на восток месторождения, качество коллекторов пласта $Ю_1^4$ ухудшается. Коллекторами худшего качества пласт $Ю_1^4$ сложен на севере месторождения.

Толщина отложений, включающих пласт пласта $Ю_1^3$ меняется в пределах от 11,9 м (скв. 12) до 19,4 м (скв. 4). Из совместного анализа карт литологического состава, мощностей песчаного тела и коэффициентов песчанистости и кластичности пласта $Ю_1^3$ следует, что на востоке месторождения развиты наиболее перспективные коллекторы, характеризующиеся наибольшей мощностью песчаников (скв. 2 и 7 соответственно 11,5 м и 11 м), наибольшими значениями коэффициентов песчанистости (скв. 2 – 64 %, скв. 7 – 62%), и представленные средне-мелкозернистыми песчаниками со значениями $\alpha_{ПС} > 0,8$.

В центральной части месторождения пласт $Ю_1^3$ также представлен коллекторами хорошего качества, которые характеризуются повышенной толщиной песчаного тела и значением коэффициента песчанистости (скв. 3 – 6,2 м, 43 %), но сложены мелкозернистыми песчаниками со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,6 до 0,8 (в скв. 3 $\alpha_{ПС}$=0,72). По направлению на северо-запад месторождения качество коллектора снижается: мелкозернистые песчаники довольно резко сменяются смешанными песчано-алеврито-глинистыми породами, имеющими значения $\alpha_{ПС}$ от 0,4 до 0,6 (скв. 8 $\alpha_{ПС}$=0,6), а затем алевролитами и глинисто-алевритовыми породами (непроницаемыми породами) со значениями $\alpha_{ПС}$ от 0,2 до 0,4 (скв. 9 $\alpha_{ПС}$=0,33).

Юго-западная часть месторождения характеризуется промежуточными значениями толщины песчаников и коэффициентов песчанистости (скв. 5 – 5 м, 29 %; скв. 1 – 4 м, 26 %). Здесь пласт сложен средне-мелкозернистыми песчаниками.

Литература

1. Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Ковалева Н.П. Особенности формирования песчаных тел в средневасюганских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений. – Новосибирск, 1984. – 23 – 32 с.
2. Зимина С.В., Пулькина Н.Э. Изучение неоднородности продуктивных пластов: практикум. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 74 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

А.С. Рубан, Ю.А. Юринова
Научные руководители: профессор А.К. Мазуров, научный сотрудник О.В. Дударев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Происходящие в настоящее время климатические изменения наиболее интенсивно проявляются в Арктике. Увеличение среднегодовых температур воздуха негативно сказывается на состоянии многолетнемерзлых пород, слагающих южное побережье арктических морей [2]. К настоящему времени проблемы мобилизации, трансформации и переноса продуктов разрушения берегового ледового комплекса в Арктическом регионе остаются слабо затронутыми. Проведение исследований осложнено суровыми климатическими условиями, труднодоступностью района, а также слаборазвитой инфраструктурой. Однако, в связи с активно растущим к региону интересом, значимость подобных исследований достаточно очевидна. Более того, понимание современных осадочных процессов играет неоценимо важную роль для палеореконструкций обстановок осадконакопления.

Целью работы являлось выявление особенностей пространственной структуры распределения донных осадков на основе данных изучения их гранулометрического состава.

Фактическим материалом для работы послужили пробы донных осадков, отобранные в юго-восточной части моря Лаптевых (губа Буор-Хая) в ходе морских и прибрежно-морских арктических экспедиций в период с 2014 по 2016 гг. (рис. 1). В качестве технических средств пробоотбора использовались дночерпатели типа Van Veen, прямоточные гравитационные трубки, бокскорер. Гранулометрический анализ донных осадков выполнялся на лазерном дифракционном микроанализаторе «Analysette 22 Fritsch» в лаборатории арктических исследований ТОИ ДВО РАН, а также методом классического водно-механического анализа [1]. Литологическая типизация осадков и взвеси проводилась на основе трехкомпонентной классификации по соотношению содержания фракций песка Ps (1-0,1 мм), алеврита A (0,1-0,01 мм) и пелита Pl (<0,01 мм) [3].



Рис. 1. Положение района исследований

Основными источниками осадочного материала, поступающего в приемный бассейн, являются речной сток и продукты разрушения берегового ледового комплекса, при значительном доминировании последнего. На дальнейшее распределение материала оказывает влияние ряд факторов, таких как циркуляция и термохалинная структура вод, ледовый режим, морфоскульптурный рельеф дна и др.

Вдоль морского края дельты залегает песок. Далее в мористом направлении происходит последовательная смена более тонкозернистыми литологическими типами осадков по следующей схеме: песок среднезернистый→алеврит пелитовый→пелит алевритовый→пелит (рис. 2). Залегание песка вдоль морского края дельты объясняется разгрузкой влекомой фазы речного стока, в то время как распространение тонкозернистого материала говорит о выведении из транзита части взвеси. Вдоль восточного берега залива распространены песчаные осадки, представленные песком среднезернистым (устье р. Омолой) и алевритовым песком. Накопление среднезернистого песка в пределах устья Омолоя так же, как и в случае с морским краем дельты Лены, объясняется осаждением влекомой фазы речного стока. Отсюда следует, что песчаные осадки маркируют положение устьевых баров. В районе п-ва Буор-Хая встречаются миктиты. Осевая часть губы представлена пелитовыми осадками, в которых песчаная фракция практически повсеместно редуцирована до 0%, а на локальных участках дна – и фракция алеврита. В распределении пелита наблюдается влияние гидрологического режима, а именно внедрение интрузии соленых и более холодных вод из центральной части моря Лаптевых.

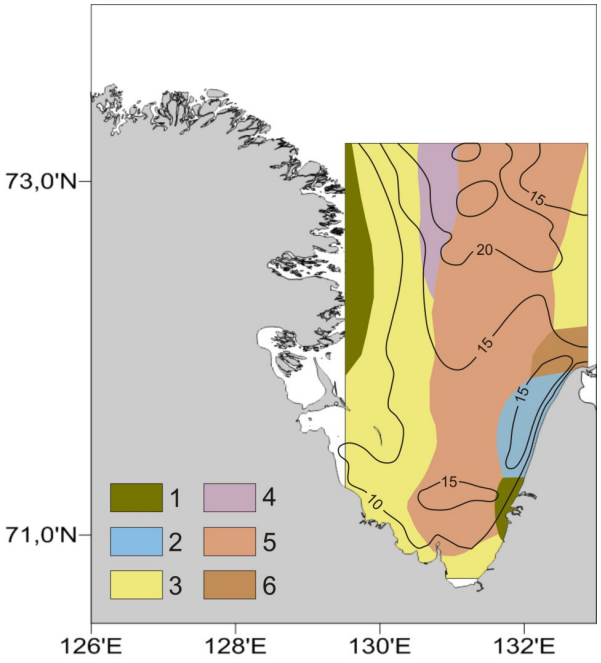


Рис. 2. Распределение литологических типов донных осадков:
1 – песок; 2 – песок алевритовый; 3 – алеврит пелитовый; 4 – пелит алевритовый; 5 – пелит; 6 – миктит

Таким образом, в распределении литологических типов донных осадков по мере удаления от береговой линии отмечается последовательное замещение крупных фракций более мелкими, что отражает циркумтерральный тип распределения осадков, который является характерным для приустьевых областей [4, 5]. Такой характер пространственной изменчивости типов осадков обусловлен последовательным в соответствии с гидравлической крупностью выведением частиц из водной миграции, а также взаимодействием вдольберегового потока осадочного материала с морскими водами. Он направлен вдоль свала глубин авандельты реки Лены в южную часть губы Буор-Хая, что находится в соответствии с доминирующими в летне-осенний период северными ветрами. Развитие в осевой части губы пелитовой фракции (содержание пелита в некоторых пробах достигает 100%) приурочено к тальвегу и, по-видимому, объясняется аккумулятивной литодинамической обстановкой у подножья свала глубин, благоприятствующей накоплению тонкозернистого материала.

Литература

1. Петелин В.П. Новый метод водного механического анализа морских осадков // Океанология, 1961. – Т.1. – Вып. 1. – С. 143 – 148.
2. Семилетов И.П. Разрушение мерзлых пород побережья как важный фактор в биогеохимии шельфовых вод Арктики // Доклады Акад. наук, 1999. – Т. 368. – № 5. – С. 679 – 682.
3. Структура осадков и фации Японского моря / Ф.Р. Лихт, А.С. Астахов, А.И. Боцул. и др. – Владивосток, 1983. – 283 с.
4. On Carbon Transport and Fate in the East Siberian Arctic Land-Shelf-Atmosphere System / I.P. Semiletov, N.E. Shakhova, V.I. Sergienko, I.I. Pipko, O.V. Dudarev // Environmental Research Letters, 2012. – Vol. 7. – N 1. – P. 015201. doi: 10.1088/1748-9326/7/1/015201
5. Seasonal and interannual variability of sedimentation and organic matter distribution in the Buor-Khaya Gulf: the primary recipient of input from Lena River and coastal erosion in the southeast Laptev Sea / A.N. Charkin [et al.] // Biogeosciences, 2011. – Vol. 8, Is. 9. – P. 2581 – 2594.

О НЕКОТОРЫХ КРИТЕРИЯХ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Р.М. Саитов
Научный руководитель научный сотрудник М.А. Фомин
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В качестве объекта исследования в настоящей работе выбран уникальный природный объект – баженовская свита. Многие годы она рассматривалась как основная нефтематеринская формация Западно-Сибирского осадочного бассейна. Вместе с тем, в 1961 году Ф.Г. Гурари указал, что свита также является самостоятельным перспективным объектом для поисков и добычи нефти [1, 2].

Снижение темпов прироста запасов и добычи углеводородного сырья за счет открытия залежей нефти и газа в обычных гранулярных коллекторах юрского и неокомского возраста в последнее время вновь привлекло внимание геологов и нефтяников к нетрадиционному сложнопостроенному объекту – баженовской свите [3]. Так, в настоящее время, во многих научно-исследовательских и производственных организациях активно проводятся комплексные работы по изучению баженовской свиты и разработке подходов к оценке её нефтеносности. В связи с этим, научная задача по изучению геологического строения баженовской свиты и выделению наиболее перспективных зон для обнаружения в ней нефти в центральной части Ханты-Мансийского автономного округа представляется актуальным исследованием. Стоит отметить, что ранее специалисты разных геологических организаций занимались изучением проблемы нефтеносности баженовской свиты [1, 2, 3, 4], но с появлением новой информации и фактического материала появилась возможность уточнить результаты предшественников.

Для расчленения и корреляции разреза, использовался комплекс геофизических методов исследований скважин, включающий: потенциал самопроизвольной поляризации (ПС), электрический каротаж (зонды кажущегося сопротивления КС и индукционные ИК), кавернометрия (КВ), гамма-каротаж (ГК) и нейтронный гамма-каротаж (НГК). В изучаемом интервале разреза были выделены свиты и толщи согласно региональной стратиграфической схеме келловея и верхней юры Западной Сибири [5]. Для проверки и уточнения результатов расчленения и корреляции юрско-меловых отложений проводилась их увязка с палеонтологическими данными.

В настоящей работе рассмотрены несколько основных критериев нефтеносности баженовской свиты. Одним из важных условий нефтеносности баженовской свиты является ее изолированность от выше и нижележащих отложений. В Томской области была установлена закономерность: если мощность глинистых отложений георгиевской свиты свыше пяти метров, то они будут являться достаточно хорошим флюидоупором для сохранения нефти в капельно-жидкой форме в отложениях баженовской свиты. Проведенное исследование позволило построить карту толщин георгиевской свиты изучаемой территории, на которой были выделены зоны с толщинами более 5 м. На этих площадях в баженовской свите могли сохраниться жидкие углеводороды.

Вторым критерием послужили значения катагенеза органического вещества в кровле верхнеюрских отложений [6] – были выделены зоны, где баженовская свита находится в фазе интенсивной генерации нефти.

Третьим критерием послужило взаимное площадное расположение залежей в горизонте $Ю_1$ васюганской свиты и в горизонте $Ю_0$ баженовской свиты. Было установлено, что в зонах перспективности горизонта $Ю_1$ залежи в горизонте $Ю_0$ отсутствуют.

Комплексный анализ всех перечисленных материалов в рамках этих трех критериев позволил построить кондиционную карту прогноза нефтеносности горизонта $Ю_0$ баженовской свиты в изучаемом регионе и выделить наиболее перспективные зоны для поисков новых нефтяных залежей в этих отложениях.

Литература

1. Гурари Ф.Г. О поисках нефти и газа в мезозое Западно-Сибирской низменности // Тр. СНИИГГИМС. – Л., Гостоптехиздат, 1961. –- Вып. 17. – С. 15 – 31.
2. Гурари Ф.Г. Об условиях накопления и нефтеносности баженовской свиты Западной Сибири // Тр. СНИИГГиМС. –- Новосибирск, 1979. – Вып. 271. – С. 153 – 160.
3. Методы оценки перспектив нефтегазоносности баженовской и абалакской свит Западной Сибири / М.Ю. Зубков, С.А. Скрылев, П.М. Бондаренко, С.И. Бачин, И.М. Кос, Н.Я. Медведев, А.И. Чуйко // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (вторая научно-практическая конференция). – Ханты-Мансийск, 1999. – С. 206 – 222.
4. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Западно-Сибирский бассейн / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск, 1994. – Вып. 2. – 201 с.
5. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
6. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. –- 331 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА МХ-III МАЛОХЕТСКОЙ СВИТЫ ТАГУЛЬСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

А.К. Сиязов

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тагульское газоконденсатнонефтяное месторождение в административном отношении располагается в Туруханском районе Красноярского края. Согласно нефтегазогеологическому районированию, относится к Большехетскому нефтегазоносному району Пур-Тазовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [1]. Основным нефтегазоперспективным комплексом этой территории являются меловые терригенные отложения, представляющие циклическое переслаивание песчано-алевритовых и глинистых свит, одним из которых является малохетский нефтегазоперспективный объект [2].

Малохетская свита (K_1mch) готерив-аптского возраста согласно залегает на суходудинской и перекрывается яковлевской свитами. Для нее характерны, преимущественно, отложения подводной равнины дельтового комплекса – песчаники, алевролиты, глины от темно-серого до, практически, белого цвета, содержащие линзы и прослои известковых разностей пород (до известняков), включения обугленных растительных остатков, обломков углей и интракластов глинистых пород. В составе свиты выделен горизонт $К_1$ с пластами Мх-I, Мх-II и Мх-III. Промышленная нефтегазоносность пласта Мх-III малохетской свиты на Тагульской площади была установлена в 1988 г. скважинами 3 и 4. Пласт Мх-III изучен недостаточно, необходимо проведение на дополнительном керновом материале литологических и петрофизических исследований, которые повысят степень изученности коллекторских свойств и позволят уточнить и детализировать фильтрационно-емкостные характеристики коллектора.

Отложения пласта Мх-III малохетской свиты в разрезе скважины Тагульская-9 залегают на глубинах 2074,5 – 2151,9 м, толщина пласта в пределах изучаемого разреза составляет 74,4 м. От вышележащего пласта Мх-II отделяется глинистыми отложениями. В разрезе отчетливо выделяется переслаивание разнозернистых песчаников, алевролитового и глинистого материала, причем песчаные породы занимают около 80 % отложений пласта.

Песчаные породы представлены светло-серыми, разнозернистыми разностями с неотчетливой косой однонаправленной градационной слоистостью с уменьшением размеров зерен снизу вверх, разнонаправленной косой и косоволнистой слоистостью, обусловленной переслаиванием крупнозернистых, участками гравелитистых, средне- и мелкозернистых разностей, подчеркнутой намывами растительного детрита. Они содержат линзы и прослои известковых разностей пород (до известняков), включения обугленных растительных остатков и обломков углей, иногда включения обугленной древесины. В песчаниках постоянно отмечаются интракласты – признаки перерывов в осадконакоплении, размыва и переотложения ранее сформированных пород, что обусловлено периодичным усилением динамической активности вод. Кроме того, градационная по разрезу, отражает изменчивую периодически усиливающуюся и постепенно снижающуюся гидродинамику.

Алевролиты преимущественно светло-серые с тонкой прерывистой и сплошной слоистостью: косоволнистой одно- и разнонаправленной, косой прямолинейной, в большинстве случаев пристой, обусловленной намывами тонкораспыленного растительного детрита, слюдистого и глинистого материала на плоскостях наслоения, участками наблюдается размыв, выраженный в срезании слойков и несогласном их залегании, в неровных ступенчато-волнистых контактах между слойками.

Глинистые породы представлены от серых до светло-серых разновидностей. Развита волнистая прерывистая, иногда сплошная слоистость, нарушенная следами мелких и крупных донных животных типа C*hondrites* и *Skolithos.* Она образована чередованием более светлого и более темного глинистого материала, иногда содержащего алевритовую примесь.

Пласт Мх-I залегает в интервале 2019 – 2036 м, толщина его составляет 17 м. Пласт подстилается глинистыми отложениями и перекрывается регионально выдержанным глинистым репером – яковлевской свитой (K_1jak), представлен песчаниками от светло-серых до темно-серых, крупнозернистыми, с косоволнистой и волнисто-линзовидной слоистостью, местами однородными, с намывами растительного детрита, иногда включениями обугленной древесины и интракластов глинистых пород.

Пласт Мх-II залегает в интервале 2045 – 2067 м, толщина его составляет 22 м. Подстилается и перекрывается глинистыми отложениями. Представлен песчаниками светло-серыми, преимущественно крупнозернистыми и среднезернистыми, с косоволнистой и волнисто-линзовидной слоистостью, местами однородными, с намывами растительного детрита, иногда включениями обугленной древесины и интракластов глинистых пород. Имеется известковый прослой.

Пласт Мх-III залегает на глубинах 2074,5 – 2151,9 м, толщина пласта в пределах изучаемого разреза составляет 74,4 м.

Для прослеживания распространения, выявления характера литологической изменчивости и выклинивания продуктивного пласта Мх-III по площади месторождения были построены 2 линии корреляции (рис.).

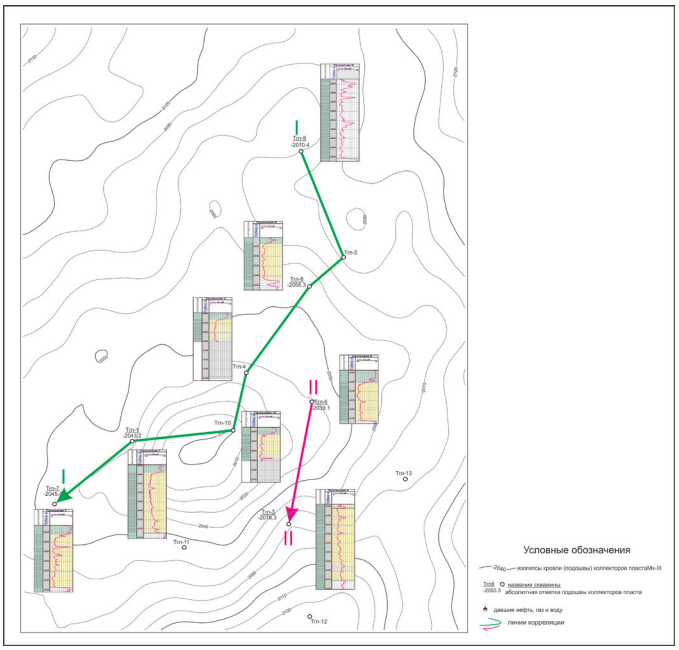


Рис. Линии корреляции на структурной карте по подошве малохетской свиты

Из анализа схем корреляции, следует что литологический состав пласта Мх-III практический однородный и представлен в основном песчаниками с прослоями карбонатизированных песчаников, алевролитов и редкими прослоями глинистых и карбонатных пород. Толщины пласта сильно изменчивы. Так, максимальная толщина (78,2 м) отмечена на севере территории (в скважине ТГЛ-9), а минимальная равна 39,2 м в скважине ТГЛ-8.

В северной части (ТГЛ-9) породы преимущественно сложены разнозернистыми песчаниками с прослоями алевролитов и карбонатных пород. В подошве и кровле пласта залегают глины (с линзой песчаников).

В центральной части площади толщина пласта несколько уменьшается и составляет 60 – 66,9 м (ТГЛ-4 и ТГЛ-1). Здесь пласт также сложен преимущественно песчаниками разнозернистыми с прослоями алевролитов и карбонатных пород. В подошве и кровле пласта распространены глинистые отложения.

К юго-западной и восточной частях месторождения толщина пластов уменьшается и составляет 39,2 м (ТГЛ-8); 55,4 м (ТГЛ-7); 42,1 м (ТГЛ-6). Отложения в нижней части пласта представлены глинами или чередованием глин и алевролитов; в середине пласта – разнозернистыми песчаниками с прослоями карбонатных пород, образующими волнисто-линзовидную слоистость, в кровле – мощным слоем однородных глин.

Таким образом, увеличение толщины песчаников наблюдается вблизи куполов антиклинальных складок (см. рис. 3.2), а уменьшение толщины пласта и его литологическое замещение на алевритоглинистые и глинистые породы приурочено к ее крыльям.

Анализируя схему корреляции по южной части месторождения, можно выявить следующие закономерности.

На юге в подошве пачка представлена волнисто-линзовидным переслаиванием алевролитов и глинистых пород. Вверх по разрезу переслаивание сменяют разнозернистые песчаники с прослоями карбонатных пород, толщиной 2 – 4 м. Перекрываются переслаиванием алевролитов и песчаников. Толщина пласта зафиксирована в скважине ТГЛ-3 и составляет – 77,7 м.

Подобное сочетание характеристик, свойственных для пласта МХ-III, возможно в прибрежно-морских условиях и наиболее вероятна связь песчаников с трансгрессивными баровыми постройками, в результате накопления материала вышедшими на поверхность, затем покрывшимися растительностью.

Все эти факторы свидетельствуют о том, что песчаные породы на протяжении длительного времени седиментации формировались в высокодинамичной непостоянной, связанной с неоднократным усилением и снижением гидродинамики, водной среде, в которой потоковая энергия сочетается с волновой. Подобное сочетание условий возможно в прибрежно-морских условиях и наиболее вероятна связь песчаников с отложениями устьевых баров, располагавшихся на стыке надводной и подводной равнины дельтового комплекса.

Глинистые породы накапливались в пониженных участках морского дна.

Литература

1. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф.Г. Гурари., В.П. Девятов и др. – М.: Наука, 2005. – 156 с.
2. Конторович В.А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика, 2009. – Т.50. – № 4. С. 461 – 474.

ТРАССЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

О.Н. Трифонова
Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для моделирования процесса фильтрации трещиновато-пористых горных пород в лабораторных условиях в основном используются образцы породы кубической и цилиндрической формы, при этом размеры образцов зачастую меньше среднего расстояния между трещинами. Поэтому в них попадает малое число трещин, количество которых и определяет проницаемость. Кроме того, часто во время исследований образцы керна разламываются по трещинам на отдельные обломки. При моделировании процесса фильтрации в процессе движения флюида принимают участие только единичные фильтрационные каналы, в то время как в пластовых условиях фильтрация происходит по многочисленным поровым каналам. В данном случае не учитываются коллекторы с наиболее проницаемыми каналами, трещинами и крупными кавернами, керн из которых практически не выносится и, следовательно, проницаемость трещиноватой породы, определенная стандартными лабораторными методами, практически всегда занижена и в большей степени зависит от размеров и формы исследуемого образца, избранного направления фильтрации и полноты выноса керна.

В связи с этим, при определении величины проницаемости коллекторов, необходимо учитывать результаты гидродинамических исследований скважин, в том числе данные промысловых трассерных (индикаторных) исследований [4, 3].

Также с помощью трассеров определяются истинная скорость движения жидкости в продуктивных отложениях, распределение потоков нагнетаемых агентов между пластами и скважинами, выявляются высокопроницаемые и трещиноватые участки пласта, зоны нарушения гидродинамической связи между отдельными участками залежи [5].

Поэтому целью работы является уточнение геологического строения и установление гидродинамических связей залежей посредством трассерных исследований на одном из месторождений ХМАО.

Объектом исследования являются две соседние площади, расположенные на одном тектоническом поднятии III порядка, приуроченному к Сургутскому своду.

Геологический разрез представлен мезозойско-кайнозойскими отложениями осадочного чехла, залегающими с угловым и стратиграфическим несогласием на поверхности складчатого фундамента.

Промышленная нефтеносность связана с пластами $ЮС_2$, $БС_{10}$, $БС_8$, $БС_6$. Основным продуктивным объектом месторождения является пласт $БС_6$.

Пласт $БС_6$ сложен мелко- и среднезернистыми песчаниками, переслаивающимися с алевролитами и глинами. Положение ВНК по пласту $БС_6$ принято на отметке -2243 м. Фильтрационно-емкостные свойства распределены неоднородно. Средняя пористость составляет 21,6 %. Средняя проницаемость – 121 мД.

Индикаторные исследования осуществляются путем добавления в закачиваемую в пласты воду специальных индикаторов – химических или радиоактивных элементов – и регистрации их концентрации и времени поступления в добывающие скважины.

Индикаторные исследования проводят в следующей последовательности. Первым этапом выбирают нагнетательные скважины для закачки индикаторов и добывающие скважины, которые расположены, предположительно, в зоне реагирования. Затем производится фоновый отбор проб жидкости. На третьем этапе определяют количество закачиваемого индикатора в конкретную скважину и закачивают индикатор через нагнетательную скважину в пласт. Далее отбираются пробы из добывающих скважин опытного участка и анализируются на содержание трассера. В заключении интерпретируют полученные данные [1].

На практике используют следующие виды индикаторов: флуоресцентные (флуоресцеин натрия, динатриевая соль эозина, эритрозин, родамин Ж, С), органические и ионные [2].

Для осуществления индикаторных исследований был выбран опытный участок, включающий нагнетательные и окружающие добывающие скважины двух соседних площадей, перфорированные на пласт $БС_6$. Для проведения исследования в скважины первой площади были закачаны флуоресцентные трассеры: флуоресцеин натрия и родамин Ж. Флуоресцентные трассеры отличаются экологической безопасностью, многоцветностью, индикаторы не сорбируются породой и оборудованием скважин и не искажают фильтрационного потока вследствие изменения его вязкости и плотности.

В пласт $БС_6$ через нагнетательную скважину 104 закачали 6,0 $м^3$ водного раствора флуоресцеина натрия с исходной концентрацией 2,0 г/л. В нагнетательную скважину 105 закачали 6,0 $м^3$ водного раствора родамина Ж (исходная концентрация 2,0 г/л). Продолжительность исследований составила 62 суток. Пробы брались из порядка 30 скважин.

В результате анализа полученных результатов установлено, что основная фильтрация меченой воды от скважины 104 по пласту $БС_6$ осуществляется в юго-западном направлении к добывающим скважинам первой площади. В продукции скважин второй площади за время исследования закачиваемый индикатор не зафиксирован.

Основное распределение меченой воды от скважины 105 осуществляется в северном направлении к добывающим скважинам первой площади. Индикаторы, закачанные в нагнетательную скважину 105 по пласту $БС_6$, за время исследований не были зарегистрированы в добывающих скважинах второй площади.

Распределение основных потоков фильтрации от нагнетательных скважин 104, 105 показано на розе-диаграмме (рис.).

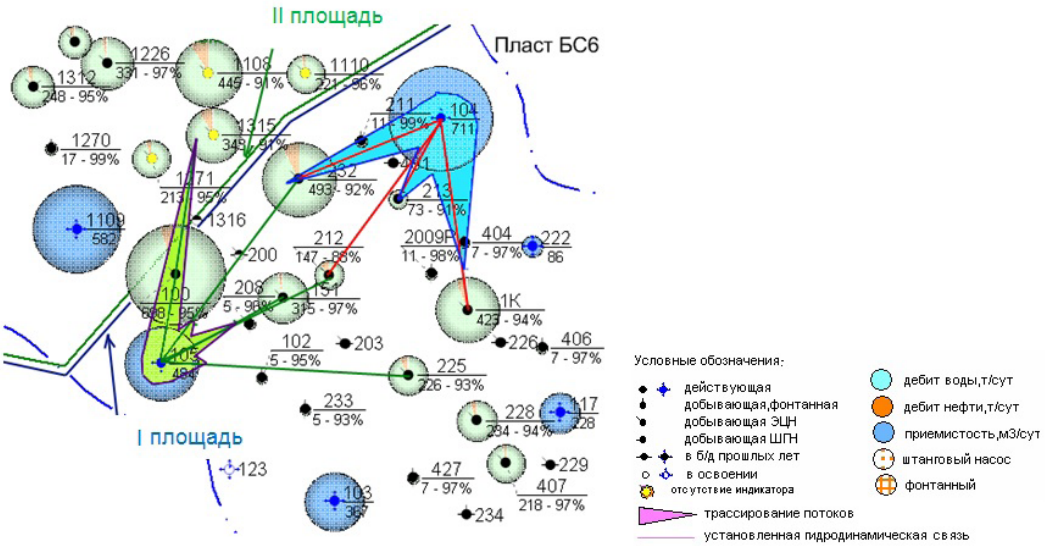


Рис. Розы-диаграммы трассирования фильтрационных потоков по пласту БС$_6$

Таким образом, несмотря на то, что обе изучаемые площади имеют единый водонефтяной контакт, по истечении времени исследования закачиваемые трассеры не были обнаружены в скважинах второй площади и распространились только в пределах первой площади. Из этого следует, что залежи пласта БС$_6$ в пределах площадей гидродинамически не связаны.

Для выявления причин отсутствия взаимосвязи были проанализированы результаты и других видов ГДИС (КВД и КВУ), на примере 80 скважин. По полученной информации была построена карта распределения проницаемости по пласту БС$_6$ в пределах площадей. Также была построена карта эффективных нефтенасыщенных толщин.

Анализируя карту распределения проницаемости по пласту БС$_6$, можно наблюдать, что на первом месторождении пласт-коллектор характеризуется более высокими ФЕС, чем на втором, однако эффективные нефтенасыщенные толщины в пределах первого месторождения ниже. Такая закономерность может быть обусловлена развитием вторичных процессов на первом месторождении – например, за счет трещин, созданных при ГРП или авто-ГРП. Поэтому при проведении трассеров индикаторы распространялись только внутри первой структуры, и, в связи с низкими значениями проницаемости, не успели дойти до скважин второй структуры за время исследования.

В дальнейшем для установления причины отсутствия гидродинамического взаимосвязи продуктивного пласта БС$_6$ на исследуемых площадях, также будут изучены особенности условий формирования пласта-коллектора.

Литература

1. Конев Д.А. Исследование нефтяных пластов с помощью индикаторного метода // Современные наукоемкие технологии. – Москва, 2014. – № 7 – 2. – С. 23 – 26.
2. Обобщение индикаторных (трассерных) исследований на месторождениях Западной Сибири / А.С. Трофимов, Н.Р. Кривова, С.В. Бердников, А.А. Алпатов, Г.И. Давиташвили, О.М. Гарипов // Новые ресурсосберегающие технологии недропользования и повышения нефтеотдачи: Тр. Междунар. технологич. Симпозиума. – М., 2006. – С. 378 – 384.
3. Соколовский Э.В., Соловьев Г.Б., Тренчиков, Ю.И. Индикаторные методы изучения нефтегазоносных пластов. – М.: Недра, 1986. – 158 с.
4. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. / Р.С. Андриасов, И.Т. Мищенко, А.И. Петров и др./ Под общ. ред. Ш.К. Гиматудинова – М.: Недра, 1983. – С. 396 – 409.
5. Юнь Сун Синь. Трассерные исследования пластов группы Ю месторождения Каламкас // Нефтяное хозяйство, 2012. – № 5. – С. 74 – 76.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.В. Угай

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск Россия

Западно-Останинское нефтегазоконденсатное месторождение административно находится в 35 километрах к северо-западу от г. Кедрового, в Парабельском районе, на юго-западе Томской области (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная карта района работ

В стратиграфическом отношении изучаемая территория приурочена к восточной части Нюрольской фациальной зоны Обь-Иртышской фациальной области.

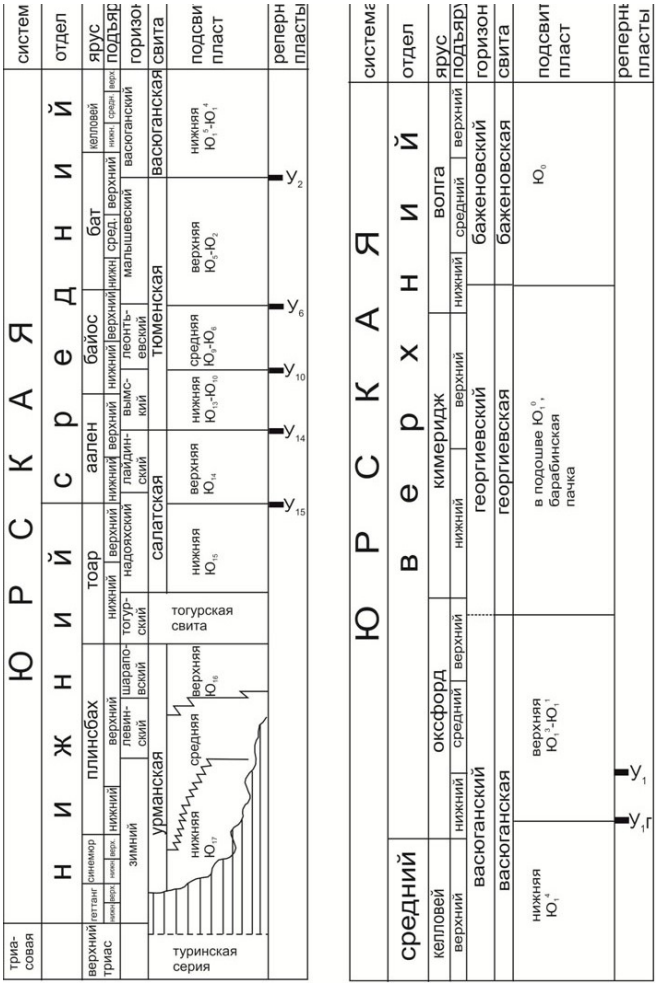
По отложениям платформенного чехла исследуемый район приурочен к Центральной тектонической области и находится в зоне сочленения двух структур первого порядка: Нюрольской впадины и Пудинского мегавала [4]. Западно-Останинское месторождение расположено в пределах западной части Останинского вала, осложняющего Пудинский мегавал. Поднятие представляет собой линейно вытянутую антиклинальную складку северо-западного простирания размером 9 х 4 км (по стратоизогипсе -2440 м) и амплитудой 100 м.

Юрские отложения с перерывом в осадконакоплении и с угловым несогласием залегают на эрозионной поверхности палеозойских карбонатных пород девона-нижнего карбона [5]. Отложения представляют собой переслаивание мелко-среднезернистых песчаников, аргиллитов, алевролитов.

Нефтегазоперспективная часть юрского разреза состоит (рис. 2) из интервалов: геттанг-раннетоарского (урманская, тогурская свиты); верхнетоар-ааленского (салатская свита), байос-батского (тюменская свита) и келловей-волжского (васюганская, георгиевская и баженовская свиты).

С точки зрения нефтегазоносности наибольший интерес представляет верхняя, преимущественно опесчаненная часть васюганской свиты – неоднородный горизонт, состоящий из проницаемых пластов $Ю_1^1$, $Ю_1^2$, $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$, сложенных светло-серыми полевошпато-кварцевыми, средне- и мелкозернистыми, слабо- и среднесцементированными песчаниками [2].

В ходе исследования применялись методы, позволяющие проводить детальную корреляцию разреза, выполнять анализ строения горизонта $Ю_1$, устанавливать связи между гидродинамическими свойствами среды осадконакопления и сформированными осадочными горными породами, выделять фациальные зоны. Для диагностики фациальных обстановок использовалась методика, предложенная В.С. Муромцевым и опробованная на нефтяных месторождениях Мангышлака, Куйбышевского Поволжья и Среднего Приобья, хорошо зарекомендовавшая себя при изучении терригенного разреза осадочных образований Западной Сибири. Данная методика основана на использовании электрокаротажных диаграмм с целью картирования и локального прогнозирования литологических ловушек углеводородов [6].


Ю Р С К А Я
Н И Ж Н И Й
с р е д н и й
плинсбах
тоар
аален
байос
бат
келловей
верхний
нижний
верхний
нижний
верхний
нижний
верхний
средний
нижний
верхний
средний
нижний
верхний
нижний
верхний
средний
нижний
верхний
нижний
верхний
средний
нижний
верх

МЕТОДИКА РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ КАРТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ

Ю.А. Ужегова, Д.В. Коношонкин
Научный руководитель доцент В.П. Меркулов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Согласно тенденциям последних десятилетий, по причине истощений многих месторождений, разработка месторождений с трудно извлекаемыми запасами является объектом повышенного интереса. Карбонатные трещиноватые отложения палеозойского возраста можно отнести именно к числу таковых по причине недостаточно точных исследований проводимых с керновым материалом из-за его плохой сохранности после извлечения из скважины. Для более эффективного процесса разработки и прогнозирования открытых трещин необходимо оценить напряженное состояние горных пород. Ранее это было возможно сделать лишь для открытых территорий с естественными обнажениями, где легко можно замерить элементы залегания борозд, на поверхности зеркала скольжения, образованного вдоль плоскости разлома, а также отследить амплитуду перемещений скользящих блоков. Однако как же быть с закрытыми территориями, у которых нет выхода на дневную поверхность? Основным инструментом для оценки напряженных состояний являются интерпретированные сейсмические данные.

Оценка напряженного состояния имеет интерес в первую очередь с точки зрения прогнозирования открытой трещиноватости, по которой осуществляется миграция углеводородов УВ, и как результат дает нам возможность спрогнозировать залежь и подобрать наиболее эффективный метод разработки.

В данной статье авторами предлагается рассмотреть методику расчета локального стресс-состояния при анализе структурных карт сейсмических горизонтов, используемую для реконструкции кинематических характеристик разрывных нарушений и поля палеонапряжений для Урмано-Арчинской площади (Нюрольской впадины), предлагаемую Москаленко А.Н., Худолей А.К., Жуковым В.В., Деминым В.Ю., Вериным А.В. (2015).

Метод основывается на сейсмических данных (профили и структурные карты сейсмических горизонтов), по которым можно выделить разрывные нарушения и относительные перемещения блоков, сопряженных с данными разломами, таким образом определить вектор перемещения, используемый в дальнейшем для расчета ориентации главных напряжений. Вектором напряжения является направленный отрезок, соединяющий два разорванных разломом фрагмента, идентифицируемых в структурной форме (антиклинальной или синклинальной) по сейсмическим данным, выделяемым как в висячем, так и в лежачем крыле. Подобная идентификация нередко оказывается спорной, поэтому необходимо принять ряд допущений, позволяющих ограничить те вектора перемещений, выделение которых является сомнительным. Таким образом, учитываются вектора напряжений, удовлетворяющие следующим условиям:

1) вектора напряжений имеют сходную ориентировку на разных сейсмических горизонтах, рассекаемых одним разломом;
2) вектора напряжений имеют сходную ориентировку в нескольких соседних структурных формах, выделенных в пределах одного сейсмического горизонта и пересекаемых одним разломом [1].

Для векторов перемещений, удовлетворяющих данным условиям, замеряются элементы залегания, которые, наряду с элементами залегания поверхности разлома, в дальнейшем используются для расчёта ориентации главных напряжений (рис. 1).

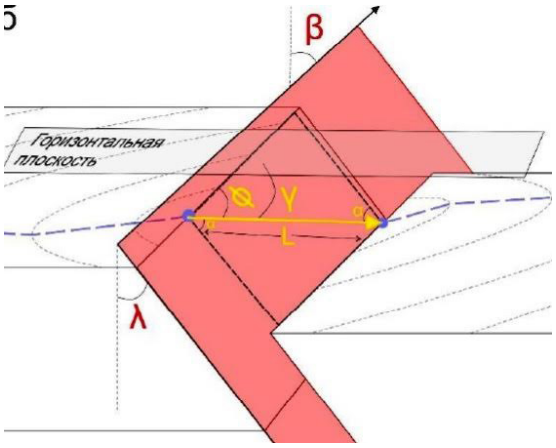


Рис. 1. λ – угол падения плоскости разлома, β – азимут простирания плоскости разлома, ϕ – угол наклонения (rake) вектора перемещения, γ – угол погружения вектора перемещения, L – длина вектора перемещения, α – угол между вектором перемещения и направлением падения поверхности разлома

Используя полученные на предыдущем этапе данные, можно рассчитать тензор напряжений. Данные расчеты можно реализовать в ряде программных продуктов, среди которых мы выделяем FaultKin и StressGeol, где реконструкция палеонапряжений основывается на данных об ориентировке векторов перемещений вдоль плоскостей разрывов и трещин.

Алгоритм программы StressGeol основан на методе катакластического анализа совокупности разрывных смещений, учитывающей наличие дефектов прочности в геологической среде и взаимное влияние разрывов

(Ребецкий, 1997, 2003, 2007), [3]. В рамках данного анализа подыскивается такое стресс-состояние, для которого каждый скол из выборки приводит к уменьшению упругой энергии (вектор смещений и направление касательного напряжения на плоскости скола должны составлять острый угол), а на совокупности сколов из выборки достигается максимальный сброс упругой энергии [2]. Основываясь на данных положениях механики, вся совокупность данных по трещинам сдвига подразделяется на выборки по принципу однородности, тем самым позволяя выделить несколько стресс-состояний из одной исходной популяции данных, формируя при этом две и более однородных групп трещин.

В отличие от вышеописанного программного продукта, в программе FaultKin расчет стресс-состояний осуществляется локально по каждому вектору перемещения, где оси максимального (σ_1) сжатия и девиаторного растяжения (σ_3) (минимального сжатия) лежат в плоскости, проходящей через вектор перемещения перпендикулярно плоскости разлома, и ориентированы под углом 45° к вектору перемещения. Данный метод разработан Р. Альмендингером (1990), в его основе лежит идея, что по величине разлома можно спрогнозировать величину сдвига, поэтому основная идея метода заключается в том, чтобы установить некоторый коэффициент взвешивания, который бы охватывал и площадь разлома, и среднюю величину сдвига [5]. Таким параметром является геометрический момент *(Mg)* (формула 1), учитывающий длину (h) и ширину разлома (L), а также сдвиговую компоненту (Δu) (рис. 2).

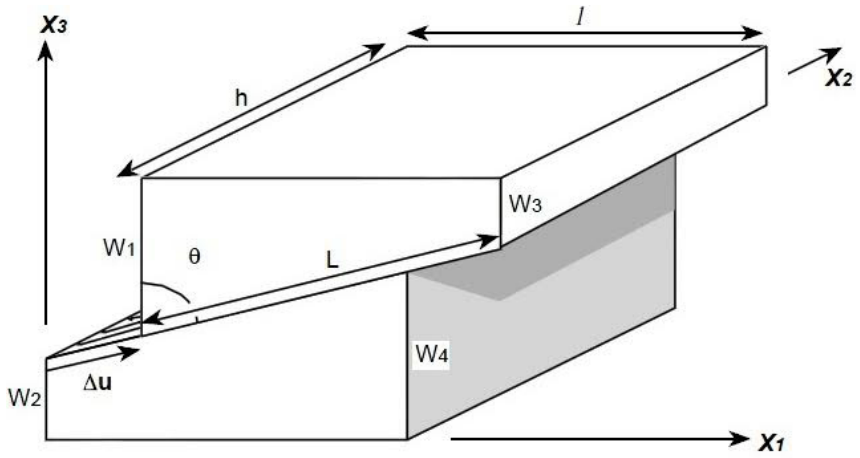


Рис. 2. Блок горной породы со сдвигом

Таким образом, градиент деформации сдвига (e_{ij}) учитывает геометрию разлома (формула 2: V – объем блока, W – высота блока, l – ширина блока, θ – угол падения плоскости разлома), и при анализе нескольких трещин наибольший вклад в ориентацию главных напряжений внесет больший разлом.

$$e_{ij} = \begin{bmatrix} -\sin\theta\cos\theta & \sin^2\theta \\ -\cos^2\theta & \sin\theta\cos\theta \end{bmatrix} \times \frac{M_g}{V} \quad (1)$$

$$e_{ij} = \begin{bmatrix} -\sin\theta\cos\theta & \sin^2\theta \\ -\cos^2\theta & \sin\theta\cos\theta \end{bmatrix} \times \frac{M_g}{V} \quad (2)$$

Графический анализ данного метода был хорошо описан Парфеновым В.Д. (1981, 1984), где прототипами векторов перемещения являются борозды скольжения, и где не учитывается геометрия разлома (рис. 3).

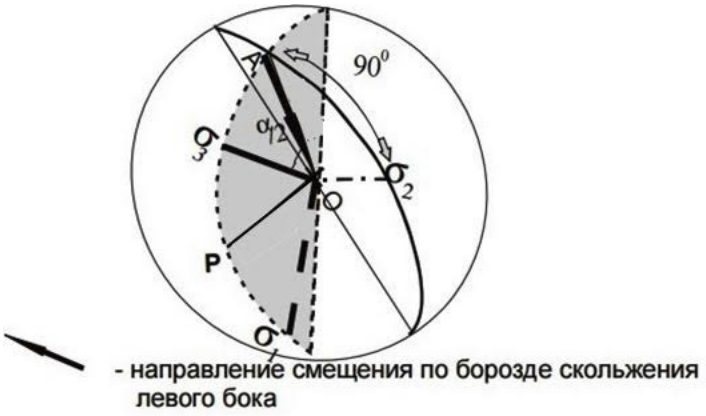


Рис. 3. Схема построения осей напряжения

Для определения положений осей σ_3 и σ_1 необходимо построить проекцию плоскости разлома (трещины) (I) с линией вектора перемещения на данной плоскости, по известным элементам залегания (линия АО), а также кинематическую плоскость (II), проходящую через две точки – полюс трещины (Р) и проекцию вектора перемещения А. В условиях сопряженных трещин при условии, что плоскость II перпендикулярна плоскости I, неизвестная вторая трещина обязательно пройдет через полюс первой, поэтому одна из осей находится на середине дуги АР, т.е. на расстоянии 45° от трещины, как биссектриса угла между данной трещиной и второй (сопряженной) [2].

Вторая из осей лежит на расстоянии 90° от первой – по дуге меридиана кинематической плоскости. Для установления индексов этих осей необходимо учесть направление смещения по борозде. Если в секторе дуги плоскости II, где находится проекция оси, смещение блока направлено к центру сетки (квадрант сжатия), построенная ось будет σ_3. Тогда в смежном секторе будет находиться σ_1 [2].

Ось σ_2 всегда перпендикулярна направлению смещения по борозде и лежит в плоскости трещины (совпадая с линией пересечения сопряженных трещин). Для построения ее проекции достаточно отложить угол 90° от проекции борозды по дуге меридиана плоскости трещины (I). Пространственная схема взаимного положения структурных элементов, направления смещений и осей напряжений показана на этом же рисунке. При учете известного угла скалывания пород (α) при построении оси σ_3 от проекции борозды по дуге кинематической плоскости откладывается угол $\varphi = 45 - \alpha/2$. Проекция оси σ_1 также получается при откладывании прямого угла от проекции оси σ_3 по дуге кинематической плоскости. Построенные оси напряжений соответствуют квазиглавным напряжениям и не в полной мере отражают реальную ситуацию. В областях с несколькими трещинами разных масштабов ориентация главных осей напряжений может быть различна, поэтому необходимо произвести аналогичные построения для группы трещин, для которых центры максимумов разброса построенных осей и будут являться истинными проекциями осей напряжений [2]. При использовании метода Альмендингера разлом с большим значением геометрического момента (разлом большего масштаба) вносит больший вклад в определение ориентации главных нормальных напряжений.

Подводя итого всему вышесказанному, можно сделать вывод, что каждый из рассматриваемых методов имеет свои слабые стороны. Наиболее оптимальным решением для прогнозирования трещин в карбонатных коллекторах является комплексный подход с использованием нескольких методов, что поможет снизить неточности в интерпретации. Примером тому может служить работа Москаленок А.Н. и др. (2015), где использовались программы, основанные на разных теоретических методах. При помощи программы StressGeol совокупность данных была разбита на выборки по принципу однородности, а дальнейшие расчеты ориентировки осей главных напряжений производились в программе FaultKin [1].

Литература

1. Москаленко А.Н., Худолей А.К., Жуков В.В., Демин В.Ю., Верин А.В. Реконструкция кинематических характеристик разрывных нарушений и поля палеонапряжений для Урмано-Арчинской площади (Нюрольская впадина) // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2015. – Т. 10 – № 2. – С. 16
2. Парфенов В.Д. К методике тектонофизического анализа геологических структур // Геотектоника, 1984. – №1. – С. 60 – 72.
3. Ребецкий Ю.Л., Кучай О.А., Сычева Н.А. Метод катакластического анализа разрывных нарушений и результаты расчетов современного напряженного состояния вблизи границ плит и для внутриплитовых скадчатых орогенов // Материалы Всероссийской конференции «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. К 40-летию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН, 2009. – С. 340 – 366
4. Allmendinger R.W., Gephart J.W., Marrett R.A. Notes on Fault Slip Analysis // Prepared for the Geological Society of America Short Course on “Quantitative Interpretation of Joints and Faults”November 4 & 5, 1989. – P. 59

ДОМАНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ТАТАРСТАНА КАК НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

М.Р. Фаткулин

Научные руководители: доцент В.М. Смелков, профессор В.П. Морозов

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

Сокращение активных запасов нефти в традиционных районах добычи приводит к необходимости изучения новых районов со сложным геологическим строением, а также ведения поисков резервов добычи, в том числе освоения трудноизвлекаемых запасов. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется наращиванию сырьевой базы нефти за счет нетрадиционных источников углеводородов [3]. По оценкам специалистов, общие запасы горючих сланцев в мире составляют порядка 650 трлн. т. Из них можно получить до 26 трлн. т сланцевой нефти. Таким образом, объема нефтяного сырья, который содержится в сланцах, и, так называемой, сланцевой нефти в 13 раз больше, чем запасов традиционной нефти. При нынешнем уровне потребления, этих энергоресурсов с лихвой хватит на 300 лет непрерывной добычи [1]. Аналогом сланцевых толщ в России являются доманиковые отложения. Эти отложения имеют кремнисто-карбонатный состав, и обогащены органическим веществом и другими нефтяными компонентами. Органическое вещество в сланцевых толщах слабо- и умеренно концентрированное, содержится в количестве 2,5-10%, иногда достигает 20-40%. В силу того, что эти породы являются основной нефтегазоматеринской толщей на территории их распространения, до сих пор изучались лишь те их свойства, которые определяют количество углеводородов, способных выйти из нефтегазопроизводящей породы и заполнить традиционные ловушки нефти и газа. Но, несмотря на значительные объемы миграции углеводородов и формирования традиционных скоплений нефти и газа, более двух третей от образовавшихся углеводородов остается в матрице производящей толщи. Ввиду того, что такие углеводороды не приурочены к поднятиям, не имеют явных покрышек, залегают без типичного газо-нефте-водяного контакта, их поиск не может быть основан на традиционных методах.

Главной целью изучения доманиковых отложений является забота о приросте или восполнении запасов нефти.

Разберем более детально доманиковые отложения Татарстана. Изучением данных отложений занимались многие ученые: Г.И. Гурари, С.Г. Неручев, Е.А. Рогозина, И.А. Зеличенко, М.И. Зайдельсон, С.Я. Вайнбаум и др. В определении термина «доманик» ученые сходятся во мнении, что это высокобитуминозные кремнисто-глинисто-карбонатные толщи, стратиграфически приуроченные к отложениям девона.

Отложения семилукского (доманикового) горизонта распространены в пределах Татарстана. Представлены они битуминозными глинистыми, глинисто-карбонатными, кремнисто-глинисто-карбонатными и кремнистыми разностями пород, содержащими рассеянное органическое вещество сапропелевого типа, концентрации которого на территории Республики Татарстан колеблются в пределах от 4 до 12%. В результате структурно-формационного анализа, проведенного рядом исследователей (О.М. Мкртчян, Р.О. Хачатрян, И.К. Королюк М.Ф. Мирчинк и др.) установлено, что на территории РТ выделяется два типа доманикитов: доманикиты – отложения семилукского (доманикового) горизонта, занимающие территорию обширной недокомпенсированной впадины семилукского бассейна; доманикоиды – отложения речицко-(мендымский)– заволжского возраста, развитые в осевых зонах Камско-Кинельской системы недокомпенсированных прогибов. Содержание ОВ в доманикитах колеблется от 5 до 22 %, в доманикоидах – от 0,5 до 5 %. Оба типа пород характеризуются одинаковым литологическим составом и находятся в зоне протокатагенеза, т.е. весь комплекс пород достиг условий главной зоны нефтеобразования [2]. Следует отметить, что в рассматриваемых отложениях выделены и традиционные залежи нефти, учтенные в балансе запасов.

Для изучения доманикоидных карбонатно-кремнистых и карбонатных пород на кафедру геологии нефти и газа и кафедру минералогии и литологии Института геологии и нефтегазовых технологии Казанского федерального университета поступил керновый материал скважины 5055 Тавельского месторождения. Она вскрыла карбонатные и карбонатно-кремнистые отложения в интервале глубин 1765,0-1799,0 м. Отложения, согласно данным ГИС, представлены мендымским и доманиковым горизонтами франского яруса верхнего девона. Вынос керна составляет 100%. Для изучения доманиковых отложений проводились макроскопическое описание керна, изготовление и описание петрографических шлифов под поляризационным оптическим микроскопом. Для уточнения минерального состава и структуры пород, рентгенографический анализ образцов. Для точного определения их качественного и количественного минерального состава, термический анализ (метод DSK и TG) для определения количественного содержания в образцах органического вещества, его состава и определения объема образцов, занятого органическим веществом – общей пористости.

1. По данным микроскопических и рентгенографических исследований карбонатно-кремнистые породы характеризуются полиминеральным составом, где преобладающими фазами являются кальцит и халцедон. В качестве примесей присутствуют пирит, реже доломит и зерна полевых шпатов. Лишь изредка встречаются аллотигенные чешуйки мусковита. Структура пород тонкозернистая, текстура – слоистая за счет неравномерного распределения органического вещества. Зерна кальцита и халцедона находятся в тесном срастании, образуя плотную массу. Органическое вещество сконцентрировано в межзерновом пространстве, придавая породе черную окраску. Зерна халцедона неравномерно раскристаллизованы в породе. В более светлых прослойках преобладают зерна ~Изученный разрез представлен двумя типами отложений – карбонатными и карбонатно-кремнистыми с высоким содержанием органического вещества.
2. Карбонатная (верхняя) часть разреза представлена вторичными доломитами, отмечается слабая пятнистая

нефтенасыщенность, которую не следует считать практически значимой, т.к. отмеченная пятнистая нефтенасыщенность не образует гидродинамически связанную систему.

3. Органическое вещество карбонатной части разреза представлено углеводородами нефтяного ряда, однако по данным термического анализа такая нефть относится к тяжелым и обладает слабой подвижностью по сравнению с нефтью вышерасположенных комплексов, например, турнейского или башкирско-верейского.
4. Карбонатно-кремнистая (нижняя) часть разреза представлена чередованием известняков и карбонатно-кремнистых пород с высоким содержанием органического вещества. Видимые проявления нефтенасыщенности отсутствуют.
5. Органическое вещество карбонатно-кремнистых пород представлено как керогеном, так и углеводородами нефтяного ряда. Углеводороды нефтяного ряда так же, как и в карбонатной части разреза, относятся к слабо подвижным.
6. Важным следует считать установленный факт: сверху вниз в разрезе карбонатно-кремнистых отложений среди органического вещества увеличивается доля углеводородов нефтяного ряда и уменьшается содержание керогена.
7. Промышленная разработка карбонатно-кремнистой части разреза, вероятно, возможна. Но следует применять высокие технологии извлечения углеводородов, связанные с гидоразрывом пласта, его нагревом и химической обработкой, например, катализаторами.

Доманиковые отложения давно привлекают к себе внимание как нетрадиционные источники углеводородов. Истощаются ресурсы многих традиционных бассейнов нефти и газа, которые давали большую часть добычи углеводородов в мире. Качество остаточных ресурсов не отвечает требованиям, так как везде происходит выработка лучшей части запасов, а заново открываемые месторождения в таких нефтегазоносных бассейнах по размерам почти превышают 2-5 млн. т. В этих условиях очень актуальным вопросом представляется изучение нетрадиционных источников углеводородов: тяжелая нефть, сланцевый газ, битумы, газы угленосных отложений и другие. Освоение нетрадиционных углеводородных ресурсов нуждается в поиске новых методов и способов обнаружения, разведки, добычи, переработки и транспортировки. В отличие от традиционных, они либо рассеяны в непродуктивных толщах, либо находятся в скоплениях, сложных для освоения. На территории Татарстана в отложениях семилукского (доманикового) горизонта выявлено 58 объектов с нефтепроявлениями, это выявляет высокую перспективность дальнейших поисковых работ на данных объектах, а проведенные экономические расчеты подтверждают высокую эффективность разработки этих объектов.

В европейской части, в пределах Восточно-Европейской платформы, широко известны нефтегазоматеринские толщи доманика и доманикоидов. Оценка объемов ресурсов углеводородов, как сохраненных в толще генерации, так и выдавленных из нее на разных этапах катагенеза, требует уточнения.

Литература

1. Искандаров Г.М., Габдрахманова А.Т. Доманик – это завтра Татарстана // Западно-Сибирский нефтегазовый конгресс. Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Сборник научных трудов X Международного научно-технического конгресса Студенческого отделения общества инженеров-нефтяников – Society of Petroleum Engineers. – Тюмень, 2016. – С. 29 – 30.
2. Преснякова О.В. Сланцевая нефть доманикитов – что это? // Труды молодежной научно-практической конференции «ТатНИПИнефть», 2014. – С. 1 – 11.
3. Прищепа О.М., Аверьянова О.Ю. Понятийная база и первоочередные объекты нетрадиционного углеводородного сырья // “Георесурсы”. – Санкт-Петербург, 2014. – №2. – С. 1 – 4.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

К.Р. Черенева
Научный руководитель профессор В.П. Алексеев
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Многие природные процессы, в том числе и осадконакопление, характеризуются тем, что в них наблюдается влияние предшествующих событий на последующие. Такие процессы называются «марковскими» по фамилии известного русского математика А.А. Маркова. В геологии, и в частности в седиментологии, они впервые рассмотрены А.Б. Вистелиусом в 1949 году. В настоящее время многие ученые используют их для моделирования разрезов скважин и оценки вероятности переходов из одной фации в другую [4].

Марковский процесс – это процесс, для которого нахождение в данный момент времени в определенном состоянии можно вывести из сведений о предшествующих состояниях. Для описания поведения марковских цепей строятся матрицы вероятностей перехода, каждый элемент которой – это вероятность перехода из заданного состояния (строки) в следующее состояние (столбцы). Она является постоянной величиной для всей анализируемой цепи. Из этого следует, что процессы обладают некоторой памятью. Если эта «память» распространяется на один шаг (непосредственно от предыдущего к последующему), такую цепь называют простой. На ее основе и проведено изучение тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района. Исходными данными стали 5 разрезов скважин данного района, в которых выделялись слои со средней толщиной около 2 м и с генетической интерпретацией по комплексу признаков [1].

Первым этапом исследования является подсчет количеств переходов между различными фациями снизу вверх по разрезу каждой скважины и соответственно построение матрицы. Далее она путем деления значений каждой ячейки на общую сумму значений переводится в матрицу эмпирических частостей переходов (ЭЧП), которая приведена в таблице. По ней определяется вероятность появления некоторого состояния j (столбец) при условии, что до него было состояние i (строка).

Таблица

Матрица эмпирических частостей переходов

Фация		Количество переходов	Фация (индекс)							
Краткая характеристика	Индекс		АР	АП	Т	ОЗ	ОВ	БЗ	БП	БМ
Русел	АР	32	0	0,38	0,03	0,31	0,06	0,13	0,09	0
Поймы	АП	17	0,29	0	0,18	0,29	0,06	0,06	0,12	0
Болот	Т	66	0,14	0,02	0	0,45	0,05	0,14	0,2	0,02
Застойныхозер	ОЗ	80	0,08	0,03	0,54	0	0,08	0,1	0,15	0,04
Открытых озер	ОВ	12	0,05	0	0,1	0,85	0	0	0	0
Заливов	БЗ	34	0,15	0	0,21	0,24	0	0	0,35	0,12
Полуизолированного мелководья	БП	56	0,04	0	0,14	0,41	0	0,21	0	0,2
Подвижного мелководья	БМ	17	0	0	0	0	0	0,12	0,88	0

Прежде чем проводить анализ матрицы ЭЧП, необходимо проверить последовательность на наличие «марковского» свойства. Для этого нужно сравнить коэффициент распределения Пирсона (χ^2) при уровне значимости α=0,05 с величиной $-2\ln\lambda$, вычисленной по формуле [2]:

$$-2\ln\lambda = 2\sum_{i,j}^{m}(n_{ij}\times\ln(\frac{P_{ij}}{P_j}))$$

, где P_{ij} – вероятность, соответствующая строке с номером i и столбцу с номером j;

$$P_j = \sum_{i=1}^{m} n_{ij} / \sum_{i,j}^{m} n_{ij}$$ – безусловная вероятность, соответствующая j-му столбцу;

n_{ij} – частота переходов для i–й строки ij-ого столбца;
m – общее число состояний.

Подставляя наши значения, получим $-2\ln\lambda$=309,3, что сильно превышает χ^2, равный 43,77. Из этого следует,

что последовательность обладает марковским свойством.

Следующий этап – это непосредственно анализ матрицы эмпирических частостей переходов. Время принимается за дискретную величину, а это значит, что учитываются переходы только между различными фациями, поэтому в диагонали получены нулевые значения. В матрице ЭЧП четко выделяются подматрицы [3] континентальных фаций (АР – ОВ), а также прибрежно-бассейновых (БЗ – БМ). Поля, не вошедшие в них, являются переходными. Открытые озера (ОВ) являются финальной фацией в подматрице континентальных обстановок. Подвижное мелководье – конечная область сноса для всей матрицы.

По результатам матрицы ЭЧП на следующем этапе построена модель процесса осадконакопления (рис). Толстыми стрелками показаны наиболее существенные переходы (>0,2 в таблице); тонкими – 0,1-0,2; пунктиром – 0,05-0,1. За начальное положение взято состояние БМ, характеризующее смену трансгрессивной ветви осадконакопления на регрессивную.

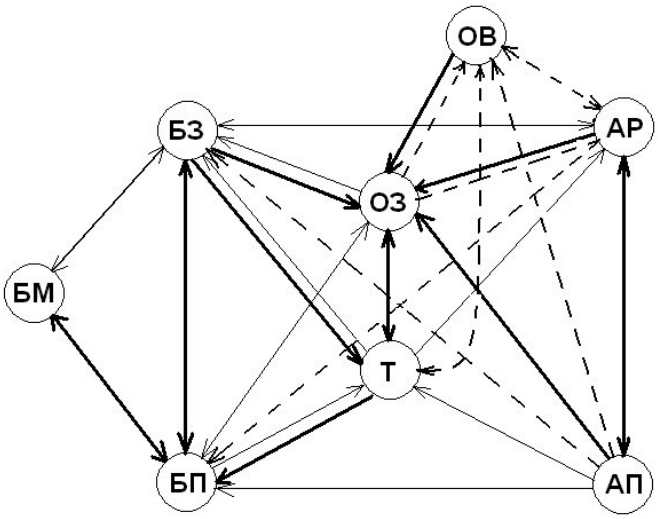


Рис. Модель процесса осадконакопления

По модели осадконакопления можно выявить цепочки переходов, которые соответствуют элементарным циклам седиментации:

1. БМ – БП – БЗ – ОЗ – Т – АР – АП – БП’ – БМ’
2. ОВ – ОЗ – Т – АР – АП – ОЗ’ – ОВ’.

БП’, БМ’, ОЗ’ и ОВ’ сходны с элементами цепочки БП, БМ, ОЗ и ОВ соответственно, но не тождественны им.

Из модели следует, что подвижное мелководье (БМ) находится как бы в стороне от основной схемы. В большинстве случаев эта фация переходит только в полуизолированное мелководье (БП) и реже в фацию заливов (БЗ). Они, в свою очередь, тесно связаны как между собой, так и с застойными озерами (ОЗ) и болотами (Т). Заболачивающиеся отложения расположены в центре модели. Они являются основными переходными между бассейновыми и континентальными фациями. Фации русла и поймы в редких случаях могут попадать в полуизолированное мелководье и заливы соответственно без прохождения заболачивающейся части. В открытые озера переходит каждая континентальная фация, правда, не часто, поэтому ОВ, как и БМ, обособлены от схемы. ОВ и БМ фиксируют конечное положение трансгрессивной части разреза.

В статье показано, как можно применять один из методов математики в осадочной геологии. С помощью цепей Маркова вычисляются вероятности перехода из одной фации в другую, строятся модели осадконакопления, по которым можно установить общие закономерности разреза на определенной площади.

Литература

1. Алексеев В.П. Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 227 с.
2. Харбух Дж., Бонэм-Картер Г. Моделирование на ЭВМ в геологии. – М.: Мир, 1974. – 318 с.
3. Reigl B.M., Purkis S.J. Markov models for linking environments and facies in space and time (Racent Arabian gulf, Miocene Parathys). – 42 p. [Электронный ресурс]. URL: http://mgg.rsmas.miami.edu/rnggsa/rieglfinal.pdf.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЛИНОВОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

М.Н. Шатова, Ву Конг Ханг

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение минерального состава тонкозернистых отложений представляет собой сложный анализ. При этом определение в их составе глинистых минералов является значимым для нефтепромысловой геологии и разработки нефтяных месторождений.

Анализ глинистых минералов в составе материнских пород дает качественную оценку образования и миграции углеводородов. Глинистые минералы путем адсорбции помогают накопиться органическому веществу и затем выступают в качестве катализатора для образования нефти [1, 2]. Присутствие глинистых минералов в коллекторах оказывает влияние на фильтрационно-емкостные свойства пласта. Комплексное исследование глинистых минералов, включая метод инфракрасной спектроскопии, позволяет интерпретировать условия осадконакопления в геологическом прошлом [9], выявить особенности структуры пустотного пространства и его изменения. Увеличение глинистости способствует ухудшению фильтрационно-емкостных свойств коллектора. Однако другие диагенетические процессы могут повысить пористость за счет формирования вторичной пористости через выщелачивание глины, при котором происходит формирование микропор в глинах или за счет предотвращения цементации, например, при оконтуривании хлоритом в виде пленки зерен кварца [5].

Целью данной работы является изучение состава сложной смеси породы (качественный анализ) и определение глинистых минералов методом инфракрасной спектроскопии (ИКС).

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» с преобразованием Фурье (FTIR-8400S) в интервале 300 – 4000 $см^{-1}$ с разрешением 0,01 $см^{-1}$ (FT-IR), с помощью программного обеспечения IRsolution (кафедра геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов ТПУ) [8].

Исследовались образцы палеозойских отложений, отобранных из керна скважины Х Калинового нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного на территории Томской области. Калиновое месторождение приурочено к карбонатным палеозойским толщам, которые представлены известняками светло- и темно-серыми однородными со структурой от скрытокристаллической до мелко- и среднезернистой (рис. 1).

№ образца	Интервал, м	Литологическая колонка	Мощность, м	Описание горных пород
1	2855 –			Белая органогенно-кремнистая сингенетическая брекчия
2				Темно-бурый аргиллит с примесью обломков белых кремнистых органогенных пород
3			68	Белая кремнисто-глинистая микрослоистая порода
4	– 2935			Белая карбонатная глинисто-кремнистая порода
5			128	
6	3009			Серая карбонатная глинисто-кремнистая порода
			56	
7	3172 –		66	Темно-серая кремнистая порода с карбонатными обломками
8				Бурый мелкообломочный глинисто-кремнистый известняк
9				Слоистый микрозернистый известняк
10	– 3202			Бурый мелкообломочный глинисто-кремнистый известняк
11	3238 –		86	Серая карбонатно-кремнистая порода
12				Буровато-черный детритово-шламовый известняк
13	– 3246			Буровато-черный детритово-шламовый известняк
14	3412 – – 3417			Буровато-черный микрозернистый известняк

Рис. 1. Литологическая колонка скважины Х Калинового месторождения

В результате работы были получены сложные спектры инфракрасного поглощения (рис. 2).

В спектрах исследуемых образцов отчетливо выделяются пики поглощения, характерные для известняка [8]: 1417 $см^{-1}$, 872 $см^{-1}$; доломита: 729 $см^{-1}$; кальцита: 712 $см^{-1}$; а также для глинистых минералов (рис. 3). При частоте поглощения 1088 $см^{-1}$ наблюдается широкая полоса поглощения, которая может быть обусловлена колебаниями связей Si-O-Si кремнекислородного каркаса. Полоса 797 $см^{-1}$ соответствует Si-O-Si колебаниям колец из SiO_4 тетраэдров [10]. В области 400 – 1300 $см^{-1}$ инфракрасного спектра можно выделить характерные полосы валентных колебаний Si-O связи (кварц SiO_2): 1088, 799, 779, 694, 467 $см^{-1}$. Полоса деформационных колебаний Al-Al-OH соответствует пику 914 $см^{-1}$ [4].

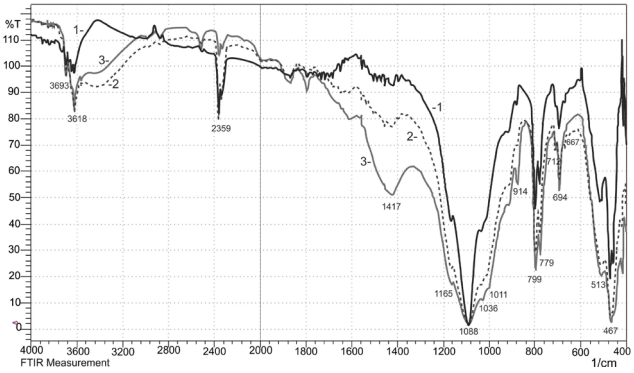


Рис. 2. Обзорные спектры образцов скважины Х Калинового месторождения в области 400 – 4000 см$^{-1}$: 1 – №7, 2 – № 8, 3 – № 9

В области поглощения ОН-групп спектры инфракрасного поглощения минералов группы каолинита имеют двойной пик поглощения при 3734 – 3600 см$^{-1}$ (3696 и 3620 см$^{-1}$) [3, 7]. Полоса поглощения в области 3620 см$^{-1}$ монтмориллонита имеет большую ширину спектральной линии по сравнению со спектром каолинита [6]. Поглощение в данной области характерно для группы монтмориллонита с высоким содержанием Al в октаэдре.

Кроме того, характерным для монтмориллонита является наличие еще одного пика с частотой поглощения 3420 см$^{-1}$. Спектры инфракрасного поглощения исследуемых нами образцов имеют характерные пики со значениями 3693-3694, 3618 и 3420 см$^{-1}$ (рис. 4). Поэтому, можно предположить, что в исследуемых образцах содержится минерал, относящийся к группе монтмориллонита.



Рис. 3. Область поглощения в интервале 400 – 1000 см$^{-1}$. Образец: Темно-серая кремнистая порода с карбонатными обломками



Рис. 4. Область поглощения ОН-групп. Образец: Темно-серая кремнистая порода с карбонатными обломками

Таким образом, сложный состав известняков палеозойских отложений Калинового нефтегазоконденсатного месторождения отражается в спектрах их инфракрасного поглощения. Глинисто-кремнистые известняки содержат глинистый минерал группы монтмориллонита, определяемый по спектрам инфракрасного поглощения. Повышенную набухаемость монтмориллонита, по сравнению с другими глинистыми минералами, следует учитывать при проектировании и разработке месторождения.

Литература

1. Brooks B.T. Evidence of Catalytic Action in Petroleum Formation Ind. Eng. Chem., 1952. – 44 (11). – P. 2570 – 2577.
2. Grim R.E. Relation of clay mineralogy to origin and recovery of petroleum: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 1947. – 31(8). – P. 1491 – 1499.
3. Madejová J. FTIR techniques in clay mineral studies // Vibrational Spectroscopy, 2003. – 31(1). – P. 1 – 10.
4. Ritz M., Vaculikova L., Plevova E. Application of infrared spectroscopy and chemometric methods to identification of selected minerals // Acta Geodyn, Geomater., 2011. – 8(1) (161). – P. 47 – 58.
5. Shu Jiang. Clay Minerals and Oil and Gas Exploration // InTech Chapter 2 for book Clay Minerals in Nature –Their Characterization, Modification and Application, 2012. – P. 21 – 38.
6. Vaculikova L., Plevova E. Identification of clay minerals and micas in Sedimentary Rocks // Acta Geodyn, Geomater., 2005. – 12(2) (138). – P. 167 – 175.
7. Vu Cong Khang, Mikhail V. Korovkin, Ludmila G. Ananyeva. Identification of clay minerals in reservoir rocks by FTIR spectroscopy. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016. – 43(1). – 012004 p.
8. Коровкин М.В. Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.
9. Крупская В.В., Крылов А.А., Соколов В.Н. Глинистые минералы как индикаторы условий осадконакопления на рубежах мел-палеоцен-эоцен на хребте Ломоносова (Северный Ледовитый Океан) // Проблемы Арктики и Антарктики, 2011. – № 2. – С. 23 – 35.
10. Четверикова А.Г., Маряхина В.С. Исследования полиминеральной глины, содержащей трехслойные алюмосиликаты физическими методами // Вестник Оренбургского государственного университета, 2015. – № 1. – С. 250 – 255.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

Л.С. Юнусова, Л.С. Исматова, Е.С. Ваганова
Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Материалы геофизических исследований скважин используются для расчленения и корреляции разрезов, определения коэффициентов пористости, проницаемости, эффективной мощности, нефтенасыщенности, для подсчета запасов полезных ископаемых, оценки технического состояния скважин и контроля за испытаниями объектов [4].

Главной целью интерпретации является выделение в разрезе коллекторов и их оценка. Для этого решаются следующие задачи:

- расчленение разреза скважины;
- оценка фильтрационно-емкостных свойств, литологическогоо состава пород и типа коллекторов в продуктивных интервалах разреза;
- оценка эксплуатационных характеристик продуктивных пластов.

Одним из основных методов ГИС является метод потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС). В скважине, заполненной глинистым раствором или водой, и вокруг нее самопроизвольно возникают электрические поля, названные самопроизвольной или собственной поляризацией (естественные потенциалы). Измерение кривой ПС производится обычно одновременно с записью кривой КС (кажущихся сопротивлений) стандартным градиент- или потенциал-зондом, размеры которых устанавливаются в зависимости от геолого-геофизических условий района. Операция совместной регистрации таких кривых получила название стандартный электрический каротаж.

Разность потенциалов ПС измеряется в милливольтах (мВ). Обычно применяются масштабы 5, 10 и 12,5 мВ/см. Масштабы глубин устанавливаются в соответствии с масштабом, применяемым для кривой КС, и в зависимости от детальности регистрации равны 1:500; 1:200 и в редком случае 1:50.

Для определения относительной амплитуды ПС ($\alpha_{пс}$) проводится следующим способом: в изучаемом разрезе выделяется мощный однородный водоносный пласт с минимальной глинистостью и максимальным значением ПС.

Максимальная амплитуда ПС в изучаемом пласте определяется по формуле:

$$Eпс\ макс. = Eопор + \frac{3 \times (Hпл - Hопор)}{100}$$

где: $H_{пл}$ – глубина изучаемого пласта;
$H_{опор}$ – глубина опорного пласта;
$E_{опор}$ – значение ПС в опорном пласте.
Величина относительной амплитуды ПС определяется по формуле:

$$\alpha\ пс = \frac{U\ пс}{E\ пс^{макс}}$$

где: $U_{пс}$ – наблюденная ПС.
При интерпретации диаграмм ПС выделяем в терригенном разрезе коллектор (рис. 1).

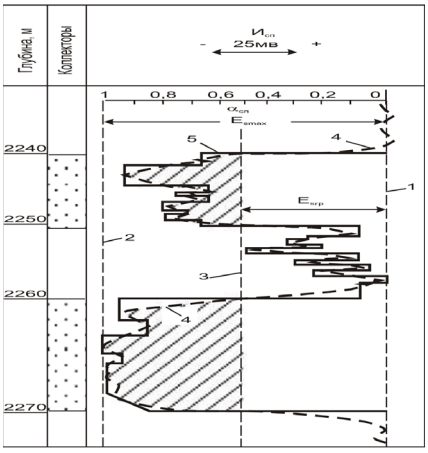


Рис. Пример расчленения терригенного разреза и выделения коллекторов по диаграмме ПС. Линии: 1 – глин; 2 – чистых песчаников; граница коллектор-неколлектор; 4 – кривая $U_{сп}$; 5 – график E_s, составленный в результате количественной интерпретации $U_{сп}$

Используя стандартный каротаж, производим отбивку границ пластов по способу характерных точек в нахождении максимумов, минимумов и точек перегиба на каротажной кривой, которая сводится к следующим операциям:

- выделение отдельных однородных пластов и прослоев по максимумам и минимумам на кривых КС, записанных градиент-зондами, и по перегибам кривых КС, полученных потенциал-зондом или зондами бокового и индукционного каротажа.
- объединение прослоев с близкими значениями удельного сопротивления в пласт согласно заданному критерию однородности.

Одной из важнейших задач интерпретации промыслово-геофизических исследований является выделение коллекторов в разрезе скважин. Эту задачу целесообразно решать на основе литологического расчленения разреза по комплексу различных видов каротажа. В песчано-глинистом разрезе для этой цели успешно применяются кривые самопроизвольной поляризации (ПС), сопротивления (КС), кавернограмма (ДС) и диаграмма микрозондов (МЗ).

На этапе разведки при подсчете геологических и извлекаемых запасов нефти и проектировании разработки используют, в основном, данные лабораторных исследований керна и пластовых флюидов, результаты испытаний, гидродинамических и геофизических исследований скважин в открытом стволе (после бурения). Материалы потокометрии скважин на этот момент, как правило, отсутствуют, либо имеются в весьма ограниченном количестве. На более поздних стадиях освоения залежей нефти накапливается значительное количество материалов потокометрии скважин, выполняемой для решения различных задач контроля за разработкой [1, 3, 4].

Литература

1. Ильина Г.Ф. Промысловая геофизика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 120 с.
2. Итенберг С.С. Интерпретация результатов каротажа скважин. – М.: Недра,1978. – 350 с.
3. Латышова М.Г., Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1975. – 305 с.
4. Методические указания: Комплексирование и этапность выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. РД 153-39.0-109-01.–М., 2002.–73 с.

СЕКЦИЯ 5
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ ГЕОФИЗИКИ (ОБЗОР ДОКЛАДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ)

М.М. Немирович-Данченко
д.ф.-м.н., профессор каф. ГЕОФ ИПР ТПУ
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Секция «Геофизические методы исследования Земли и поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» на XXI международном научном Симпозиуме имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» представлена 45 докладами из нескольких регионов России (от Казани и Уфы до Биробиджана и Хабаровска) и двух государств – Республики Беларусь и Республики Казахстан. Работы выполнены как студентами и аспирантами, так и преподавателями и научными сотрудниками ВУЗов, институтов и профильных предприятий. Среди докладов есть работы и по экологической геофизике, и по сейсмологии, и по вычислительным проблемам.

Можно по разному классифицировать работы геофизической секции. Например, можно их отнести к двум следующим группам. В первой группе (две трети работ) объединяются статьи, непосредственно связанные с поиском месторождений полезных ископаемых (МПИ) – как углеводородов, так и твердых МПИ. Вторая группа условно может быть отнесена к задачам сейсмологии и геодинамики. Это – своего рода предметная классификация докладов секции.

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

Прежде всего, хочется выделить статью «Алгоритм сейсмической миграции в обратном времени на основе эффективного численного моделирования первых вступлений сейсмических волн» (авторы А.С. Смелов, Г.С. Чернышов, научный руководитель ст. науч. сотр. А.С. Сердюков). В ней использован оригинальный прием – решать прямую задачу эластодинамики не во всей области, а в скользящем окне с предвычисленным положением. Это дает, как показывают авторы, ускорение вычислений (до 40 раз) и экономию памяти (до 50 раз). В наше время даже экономия на первые проценты рассматривается как прорывное решения, а такой технологичный подход, который ускоряет работу и экономит оперативную память на первые порядки, имеет, конечно, большие перспективы. Интересны и другие работы, выполненные группой авторов под руководством А.С. Сердюкова. Здесь привлекаются методы, позволяющие отказаться от высокочастотной аппроксимации (метод волновой томографии), методы расчета волновых полей, основанные на использовании библиотеки решений с заданным набором функций Грина.

В последние десятилетия в решении задач геофизики все чаще используются методы оптимизации с использованием нейронных сетей, генетических алгоритмов. Одна из разновидностей решения задач оптимизации рассмотрена в работе А. А. Волковой «Комплексный анализ сейсмических и скважинных данных при изучении трещиноватых коллекторов на примере месторождения в фундаменте Западной Сибири», научный руководитель доцент В.П. Меркулов. Ею использованы результаты применения т.н. «муравьиного алгоритма» как дополнительного атрибута для выявления зон повышенной трещиноватости при постобработке данных 3D сейсморазведки в сочетании с данными каротажа.

Несколько работ, представленных в геофизической секции, основаны на численном решении задач электромагнитного зондирования.

Это работы, выполненные под руководством профессора Ельцова И.Н. (Павлова Д. М. «Интерпретация данных скважинной геоэлектрики с учетом гидродинамических параметров на примере юрского нефтяного коллектора»), доцента Сухоруковой К.В. (Копытов Е В. «Сигналы высокочастотного электромагнитного каротажа при пересечении тонкослоистых и анизотропных моделей субгоризонтальной скважиной», Литвиченко Д. А. «Влияние эксцентриситета зондов на трансформации сигналов высокочастотного электромагнитного каротажа»), под руководством доцента Глинских В.Н. (Москаев И. А. «Численное моделирование данных высокочастотного индукционного каротажа в процессе бурения наклонно-горизонтальных скважин»), доцента Молоковой Н.В. (Коробейников П.А., Соколова А. С. «Математическая модель программного комплекса для интерпретации данных метода дипольного электромагнитного зондирования»). Во всех этих работах представлен широкий спектр подходов к решению прямых и обратных задач геоэлектрики.

Нужно еще выделить работу, стоящую на стыке геофизики и геодинамики – это работа Татауровой А. А. «Численное моделирование деформаций в складчато-надвиговых поясах», научный руководитель ведущий научный сотрудник Ю.П. Стефанов. В этой статье модель упруго-пластической среды использована для описания формирования складчато-надвиговых структур, а численная реализация базируется на конечно-разностном аналоге полной системы уравнений механики сплошных сред. Такие решения пока довольно редко встречаются

в мировой литературе применительно к задачам физики Земли.

Сейсмологические проблемы представлены в работах Чубарова Д.Л. «Расчет и анализ роли приливных сил в процессе подготовки землетрясения», Васильевой М. А. «Сейсмичность и глубинное строение тектоносферы дальневосточного региона», Шабалина В.А. «Сейсмомикрорайонирование особой экономической зоны Советская Гавань», Ислямовой А.А. «Прогноз оползнеопасных участков склона на основе моделирования поля напряжений». В последней работе численное решение прямой задачи сочетается с применением известного пакета расчета амплитудных характеристик колебаний грунта.

Настоящий обзор не может претендовать на полноту представления всей информации о докладах секции. Все работы опубликованы в трудах симпозиума, значительная часть работ будет опубликована и в других изданиях. Надеемся, что в будущем нам удастся использовать возможности социальных сетей в сочетании с веб-трансляцией для информирования широкого круга специалистов о ходе работы конференции.

УСТОЙЧИВОСТЬ АЛГОРИТМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА СЕЙСМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА К ОШИБКАМ В СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

А.В. Азаров

Научный руководитель, заведующий лабораторией С.В. Сердюков

Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

На практике, зачастую, используемые скоростные модели геологических сред содержат ошибки, которые влияют на результаты обработки сейсмических данных. Поэтому разработка алгоритмов, устойчивых к ошибкам в скоростных моделях является важной задачей.

В данной работе исследуется влияние ошибок в скоростной модели среды на результаты восстановления механизмов очагов при использовании методики, предложенной в [5]. В рамках данной методики рассматриваются источники с известной локацией, расположенные в горизонтально слоистой изотропной среде. Считается, что источники являются точечными, поэтому их описание производится с помощью тензора сейсмического момента $\boldsymbol{M}$ [1]. Методика состоит из двух основных этапов.

Первый этап заключается в вычисление шести полей от источников с тензором сейсмического момента, имеющим одну ненулевую компоненту (т.е. поля $\mathbf{u}_{M_{11}}$, $\mathbf{u}_{M_{22}}$, $\mathbf{u}_{M_{33}}$, $\mathbf{u}_{M_{12}}$, $\mathbf{u}_{M_{13}}$, $\mathbf{u}_{M_{23}}$).

Второй этап заключается в поиске комбинации шести рассчитанных полей, дающих зарегистрированное поле. Нужная комбинация ищется путем построения и минимизации функционала

$$\left\| \mathbf{u}_{registr} - \mathbf{u}_{sum} \right\|_2^2,$$

где $\mathbf{u}_{registr}$ – зарегистрированное поле, $\mathbf{u}_{sum} = \sum_{M_{ij}} w_{M_{ij}} \mathbf{u}_{M_{ij}}$ – комбинация рассчитанных полей, $w_{M_{ij}}$ – вес, с которым $\mathbf{u}_{M_{ij}}$ входит в $\mathbf{u}_{sum}$.

С целью получения синтетических данных, которые требуются для проведения анализа представленного алгоритма, выполнялось прямое моделирование волновых полей от точечных источников с различными механизмами очагов. Так как в рамках данной работы рассматриваются горизонтально слоистые среды, то моделирование полей целесообразно проводить с использованием методики «wavenumber integration» [3,4]. При использовании данной методики считается, что каждый слой является однородным и изотропным. Введение цилиндрической системы координат $\{z, r, \theta\}$ и рассмотрение сейсмических источников, распределенных на оси цилиндра, позволяет понизить размерность задачи, так как решение в таком случае становится независимым от координаты θ, что приводит к снижению вычислительных затрат и повышению скорости расчета синтетических сейсмограмм. Несмотря на то, что в рамках методики «wavenumber integration» вычисляются решения, не зависящие от угла φ, с помощью неё можно рассчитывать поля от источников с любыми механизмами [2].

Для исследования устойчивости алгоритма к ошибкам в модели среды рассматривались модели с измененными упругими параметрами. В качестве примера рассматривались только случаи, когда имеются ошибки в верхних, близких к поверхности слоях. В таблице 1 приведены точная горизонтально-слоистая модель среды и модель с измененными параметрами двух верхних слоев (модель с ошибками), которые выделены полужирным шрифтом.

В точной модели выполнялось моделирование зарегистрированных полей $\mathbf{u}_{registr}$, в модели с ошибками рассчитывались $\mathbf{u}_{M_{ij}}$. В качестве восстанавливаемого механизма источника рассматривался источник сдвиговой дислокации с тензором сейсмического момента, имеющим одну ненулевую компоненту M_{12}.

Данный источник устанавливался на глубину 195 метров, форма сигнала бралась в виде импульса Рикера, с центральной частотой 100 герц. Система приемников располагалась на поверхности.

Таблица 1

Скоростные модели сред

Точная модель				Модель с ошибками			
Мощность (км)	Vp (км/с)	Vs (км/с)	ρ (кг/м³)	Мощность (км)	Vp(км/с)	Vs(км/с)	ρ (кг/м³)
0.0050	**0.6000**	**0.3000**	**1600**	0.0050	**0.5000**	**0.2600**	**1500**
0.0050	**1.0000**	**0.5000**	**1750**	0.0050	**0.9000**	**0.4500**	**1750**
0.0100	1.6000	0.9000	1800	0.0100	1.6000	0.9000	1800
0.1400	2.3000	1.3500	2000	0.1400	2.3000	1.3500	2000
0.0300	2.7000	1.6000	2200	0.0300	2.7000	1.6000	2200
0.0010	1.7000	1.0000	1360	0.0010	1.7000	1.0000	1360
0.0000	2.3000	1.3500	2000	0.0000	2.3000	1.3500	2000

Использование моделей с ошибками может приводить к изменению времен прихода волн на приемники, из-за чего минимизация функционала $\left\|\mathbf{u}_{registr}-\mathbf{u}_{sum}\right\|_2^2$ не даст корректного результата. Это демонстрируется данными, приведенными в столбце 4 таблицы 2. Как показано в таблице, незначительное изменение скоростных параметров привело к тому, что источник сдвиговой дислокации не смог восстановиться. Чтобы решить данную проблему, необходимо проведение сдвига сейсмотрасс по времени. С этой целью сейсмотрассы, рассчитанные в различных моделях, сдвигаются друг относительно друга для нахождения максимума корреляции сигналов. Коэффициент корреляции двух трасс находится как

$$k=\frac{\sum_{i=1}^{N}a_i b_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}a_i^2}\cdot\sqrt{\sum_{i=1}^{N}b_i^2}}$$

Таблица 2

Результаты восстановления компонент тензора сейсмического момента

Компоненты тензора	Значения компонент для сдвига	Восстановленные компоненты в точной модели	Восстановленные компоненты в модели с ошибками. Без учета изменения времени прихода волны	Восстановленные компоненты в модели с ошибками. С учетом изменения времени прихода волны	Восстановленные компоненты в модели с восстановленными верхними слоями. С учетом изменения времени прихода волны
M11	0,00	0,00	-0.0223	0.0021	0.0113
M12	1,00	1,00	-0.1808	0.6753	0.6783
M13	0,00	0,00	0.000	0.0000	0.0000
M22	0,00	0,00	0.0223	0.0021	-0.0113
M23	0,00	0,00	0.000	0.000	0.0000
M33	0,00	0,00	0.000	0.000	0.0000

В качестве другого примера рассматривалась модель, где верхние двадцать метров среды были восстановлены методами поверхностной сейсмики. Для этого проводилось моделирование поверхностных волн от ударного источника, расположенного на поверхности. Используя полученные данные, строились дисперсионные кривые, по которым находились скоростные параметры верхних слоев. В результате получалась отличная от точной модели среда, где первые двадцать метров представляли собой 6 тонких слоев (таблица с упругими параметрами не приводится). Скоростные параметры нижележащих слоев соответствовали точной модели. В данном случае механизм очага, как и в первой задаче, был восстановлен (Таблица 2, столбец 6), причем сдвиг сейсмотрасс не потребовался.

Таким образом, в работе исследована устойчивость алгоритма к наличию ошибок в скоростной модели среды. Показана необходимость учитывать изменение времени прихода волн на приемники, которое может также возникать при наличии ошибок в локации источников. Показана возможность использования методов поверхностной сейсмики при проведении микросейсмического мониторинга с целью уточнения скоростной модели среды, близкой к поверхности.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ, проект № 16-35-00513 мол_а.

Литература

1. Aki K., Richards P. Quantitative Seismology: Theory and Methods, V.1, 1980. – 520 c.
2. Jost M. L., Herrmann R. B. A student's guide to and review of moment tensors//Seismological Research Letters.–1989, 2–P. 37-57.
3. Lucifredi I., Ishii M. A coupled wavenumber integration approach for calculating the wavefield in large-scale laterally varying structures // Geophysical Journal International. – 2012. – Т. 188. – №. 1. – P. 195-210.
4. Schmidt H., Glattetre J. A fast field model for three dimensional wave propagation in stratified environments based on the global matrix method // The Journal of the Acoustical Society of America. – 1985. – Т. 78. – №. 6. – P. 2105-2114
5. Азаров А.В., Сердюков А.С., Яблоков А.В. Методика определения механизмов очагов микросейсмических событий на основе моделирования полных волновых полей в горизонтально-слоистых средах /А.В. Азаров, // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 10. – С. 131–143

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ВОЛН НА БЕРЕГАХ ТРЕЩИН КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ ПОГЛОЩЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

А.О. Алеева

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Одним из важнейших факторов, влияющих на наблюдаемые в 3D сейсморазведке волновые поля, является азимутальная анизотропия. Она возникает из-за наличия в среде систем трещин, которые квази-коллинеарны из-за действия в земной коре неравномерно распределенных горизонтальных напряжений. Ось симметрии такой системы трещин ориентирована по нормали к плоскостям трещин. В случае вертикальных трещин данная анизотропия была названа азимутальной. Еще сравнительно недавно системы вертикальных трещин успешно обнаруживались с использованием такого свойства (атрибута), как анизотропия скоростей [3, 5]. Здесь существует большое количество теоретических и лабораторных работ. А в последние десять-пятнадцать лет в связи с необходимостью выявления и изучения залежей углеводородов (УВ) в более сложных условиях залегания внимание исследователей привлечено к анизотропии поглощения. Это приводит к так называемому тензору ослабленностей – аналогу тензора упругих модулей, обусловленному наличием трещин и вероятного механизма проскальзывания.

В ряде экспериментальных работ [1, 4] было отмечено, что в системах вертикальных трещин возникают волноводы с существенным вкладом головных волн. В свою очередь, главенствующим подходом к аналитическим оценкам дифракции волн на трещинах является теория дифракции Кирхгофа, базирующаяся на принципе Гюйгенса-Френеля. Другой подход к дифракции связан с именем Магги, Юнга и Рубиновича. Гипотеза Юнга об активном крае, о существовании волны, исходящей от освещенного края препятствия, была математически подтверждена Магги и Рубиновичем [2]. В работе [6] приведены результаты интегрирования поверхностного интеграла Френеля-Кирхгофа с помощью сведения его к интегралу по контуру. Приведено пространственное распределение модуля множителя прохождения (уровень поля, некий аналог функции направленности).

Нами при расчете дифракции на трещине при падении плоской сейсмической волны было выделено собственно излучение от трещины (рис. 1, а) и построена функция направленности как зависимость модуля уровня поля от полярного угла (рис. 1, б).

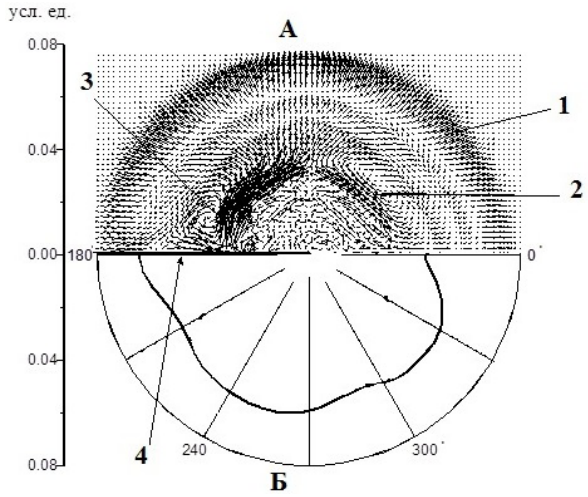


Рис. 1. Излучение системы волн из вершины трещины (а) и функция направленности (б). Цифрами обозначено: 1 – продольная волна, 2 – поперечная (SV) волна, 3 – волна вдоль берега трещины, 4 – линия трещины.

Полученный характер функции направленности (рис. 1, б) аналогичен поведению распределения модуля множителя прохождения из работы [6].

Литература

1. Pyrak-Nolte L. J., Roy S., Mullenbach B. L. Interface waves propagated along a fracture // Journal of Applied Geophysics. – 1996. – Т. 35. – №. 2-3. – С. 79-87.
2. Rubinowicz A. Thomas Young and the theory of diffraction // Nature. – 1957. – Т. 180. – №. 4578. – С. 160-162.
3. Schoenberg M., Sayers C. M. Seismic anisotropy of fractured rock // Geophysics. – 1995. – . 60. – №. 1. – С.204-211.
4. Shao S., Pyrak-Nolte L. J. Interface waves along fractures in anisotropic media // Geophysics. – 2013. – Т. 78. – №. 4. – С. 99-112.
5. Thomsen L. Elastic anisotropy due to aligned cracks in porous rock // Geophysical Prospecting. – 1995. – Т. 43. – №. 6. – С. 805-829.
6. Дагуров П. Н., Дмитриев А. В. О граничной дифракционной волне в теории Френеля–Кирхгофа // Письма в ЖТФ. – 2009. – Т. 35. – №. 10. – С. 49-57.

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ СТРОЕНИЯ ПАЛЕОЗОЯ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

М.М. Амани[1], И.В. Парубенко[2]

Научные руководители доцент Д.Ю.Степанов, доцент Г.И.Резяпов

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

[2] ООО Научно-исследовательский центр «Недра», г. Томск, Россия

Породы, слагающие палеозой, представляют собой уникальный нефтегазогеологический объект с особыми условиями нефтегенеза и нефтегазонакопления. Если нефтегазоносность мезозоя и кайнозоя Западной Сибири хорошо изучена, и имеется много опубликованных данных, то палеозой еще имеет низкую степень изученности. Однако, с активным распространением площадных 3D исследований появилась возможность изучать палеозой и установить новые перспективные нефтегазовые объекты Западной Сибири.

Для изучения геологического строения палеозойских отложений и решения других геологических задач сейсмическими методами разведки необходимо правильно планировать и проектировать качественную пространственную съемку.

В данной статье кратко рассмотрено геолого-геофизическое строение палеозоя с точки зрения возможности его исследования сейсморазведкой. Вторая часть посвящена анализу и оценке пространственной системы наблюдения методами 3D сейсморазведки с учетом сложного глубинного строения разреза. В третьей части предлагается обоснование 3D съемки с использованием современных подходов и новых программно-аппаратных комплексов для оптимального изучения палеозоя.

Поскольку успешное решение геологических задач невозможно без знания характеристик изучаемых объектов, мы рассмотрим общие геологические характеристики, которые отражаются во временном сейсмическом разрезе в диапазоне палеозоя, и проведем сравнительный анализ с более поздними интервалами осадконакопления.

Геолого-геофизическое строение палеозоя

По характеру распределения сейсмических скоростей мы можем сделать следующие выводы: в отличие от мезозоя и кайнозоя, где есть хорошие акустические границы, которые можно проследить по сейсмическим данным, палеозой обладает блочной структурой с зонами вертикальных или наклонных трещин и зонами выклинивания и в большинстве случаев имеет слабо выраженные акустические границы [3]. Это приводит к следующей геологической характеристике рассматриваемого объекта:

1) более крутые углы наклона границ (до 60 градусов) и значительная кривизна границ в отличие от горизонтов мезозоя и кайнозоя, где углы наклона не превышают одного градуса;
2) палеозой слагают породы с разным физическим составом и разной плотностью, с проявлениями магматизма разного типа (эффузивные, интрузивные);
3) с тектонической точки зрения палеозой отличается контрастностью блокового состава.

Анализ характеристик рассмотренного геологического объекта показывает, что его выделение и картирование сложно, но возможно с использованием сейсмических методов, которые позволяют проводить дифференцированное изучение геологического разреза. Малые размеры, сложная конфигурация в пространстве и отсутствие подчиненности структурному фактору объектов исследования определяют необходимость дальнейшего повышения разрешающей способности сейсмических методов [1].

Совместный анализ структурной карты, построенной по сейсмическим разрезам, и данных геофизических исследований скважин позволяет прогнозировать фильтрационно-емкостные свойства коллекторов. Качество и точность прогноза тесно связаны с системой наблюдений 2D и 3D МОГТ [2]. Известно много разных способов корреляции разрезов, но чем сложнее тектоника (разломы, разрывы) и больше помех, тем слабее отражения, и корреляция разрезов становится возможной только после специальной обработки.

Метод отраженных волн МОВ-2D ограничен для изучения вторичных процессов тектоники, так как основан на изучении отраженных волн и напряжений в вертикальном направлении. Метод общей глубинной точки МОГТ-3D, который базируется на анализе объемных волн, позволяет изучать напряжения в разных направлениях и исследовать тектоническую активность в различные эпохи осадконакопления. Следовательно, для изучения такого сложного объекта, как палеозой, необходимо проводить сейсморазведку методом ОГТ-3D. Однако, при неправильном проектировании 3D съемки возникает ряд проблем, из-за которых результаты наблюдений становятся непригодными для изучения палеозоя. В качестве примера рассмотрим оценку и анализ результатов реальной съемки МОГТ-3D, проведенной на одной из площадей территории Томской области.

Общая характеристика произведенной на площади 3D съемки

Результаты сейсмической съемки 3D на площади проанализированы с использованием программного продукта Mesa Expert 12.2.2, результат импорта представлен на рис.1. Из приведенного рисунка хорошо видно, что съемка произведена не по ортогональной системе наблюдений, когда линии пунктов возбуждения – ЛПВ (на рисунке красные) перпендикулярны линиям пунктов приема – ЛПП (на рисунке синие). Второе важное обстоятельство – значительное смещение ЛПВ от проектных (в отдельных случаях на 400 м).

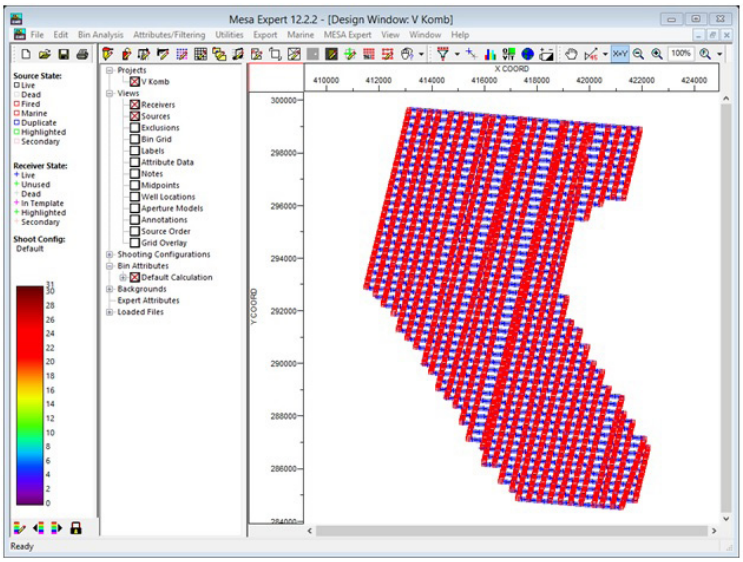


Рис.1. Система наблюдений

Обычно съемку производят таким образом, чтобы смещения пунктов возбуждения (ПВ) компенсировалось смещением расстановки сейсмоприемников в противоположную сторону, при этом сохраняется проектная кратность, хотя и нарушаются удаления. Смещения производились, но при «приблизительно ортогональной» съемке. Это не дает должного эффекта по сохранению кратности. Использованная при съемке расстановка из 10 линий по 120 приемников тоже не совсем корректна, т.к. число приемников в линии должно быть кратно 16 (при этом исходим из расстояния между ЛПВ = 400 м), т.е. или 112 или 128. Другое количество линий даст дробную кратность по оси x. Количество линий 10 приведет к узкоазимутальной съемке, что показано на рис.2.

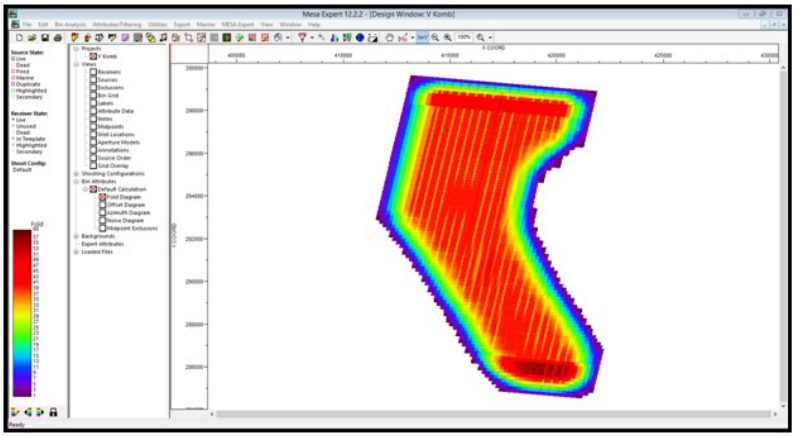


Рис.2. Диаграмма кратности

Анализ результатов произведенной на площади съемки 3D

Кратность съемки (Fold) должна быть равна произведению (Fold_x) * (Fold_y), кратность по оси X – Fold_x $= \frac{120}{2 \cdot 8} = 7{,}5$, кратность по оси Y равна половине числа приемных линий, т.е. Fold_y = 5, тогда Fold = 37,5. Если исключить края площади, где происходит набор и сброс кратности, то на оставшейся площади кратность распределена сильно неравномерно – значения варьируются от 29 до 60 (рис. 2). Такое распределение кратности недопустимо для динамической интерпретации и в дальнейшем потребует усложнения обработки данных, т.е. приведения к равномерной кратности и естественное ее снижение.

Анализ распределения удалений «источник-приемник» показал, что удаления распределены неравномерно как для отдельных бинов, так и от бина к бину. Распределение азимутов, с которых собирается информация в бины, также показывает, что съемку следует признать узко- или среднеазимутальной (рис. 3). Роза-диаграмма распределения удалений и азимутов для всей площади съемки свидетельствует об априорно заданной неравномерности проведенных 3D сейсморазведочных работ. Такие съемки мало пригодны для анализа трещиноватости горных пород, в особенности для изучения палеозойской части разреза. Результаты съемки будет сложно обрабатывать совместно с соседними площадями, где проведены стандартные МОГТ-3D. Поэтому мы провели новое проектирование с использованием современных подходов и новых программно-аппаратных комплексов.

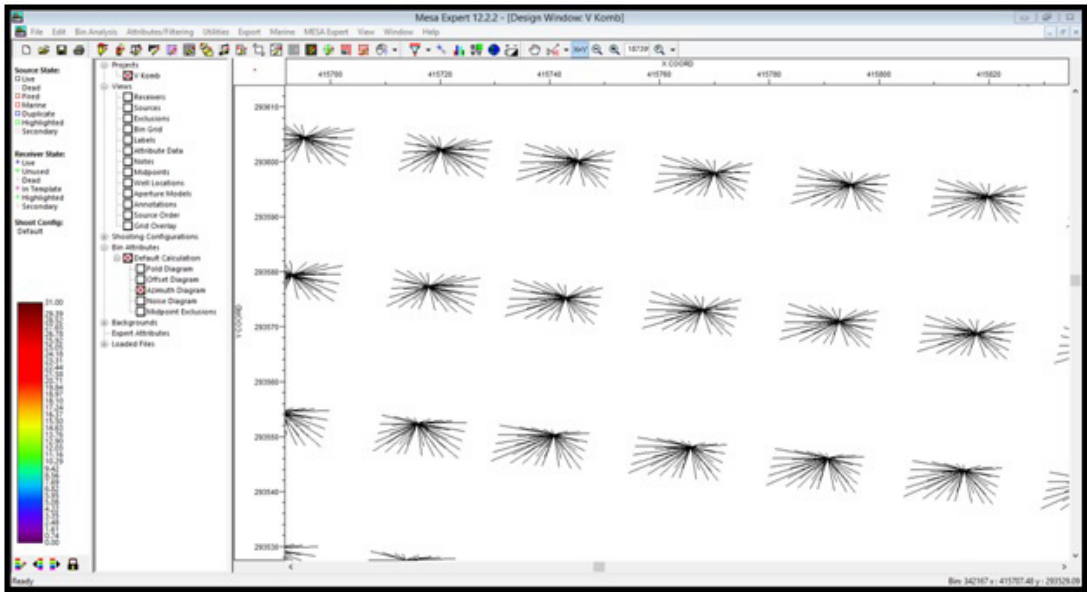


Рис.3. Распределение азимутов проведенной съемки

Проектирование новой системы наблюдений 3D сейсморазведки

Для оптимального решения проблемы изучения палеозоя была спроектирована новая съемка 3D, в которой использована ортогональная система наблюдений. В результате распределение максимальной кратности на нашем участке равномерно и перекрывает участок полностью, распределение удалений «источник-приемник» равномерно как для отдельных бинов, так и от бина к бину, а съемку можно признать широкоазимутальной (рис. 4). Новый проект выполняет поставленные условия и, следовательно, результат съемки можно будет использовать для изучения трещиноватости пород.

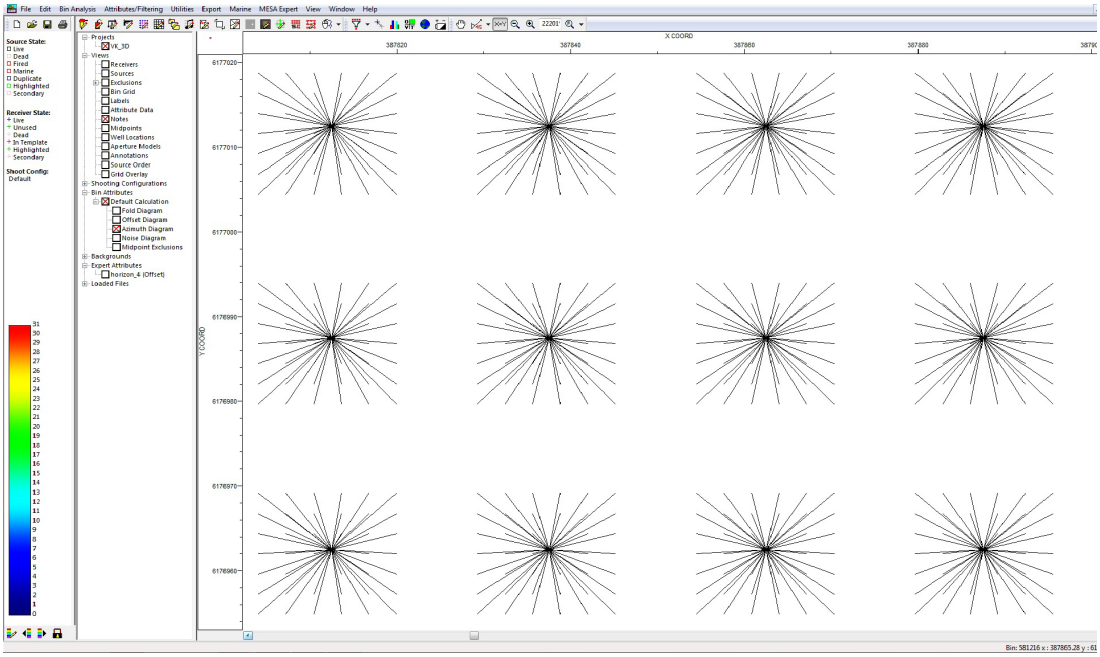


Рис.4. Распределение азимутов в проектной съемке

Литература

1. Воскресеннский Ю.Н. Полевая геофизика. – М.: Недра, 2010. – 479 с.
2. Кузнецов В.И. Элементы объемной (3D) сейсморазведки – 2-е изд., изм. – Уфа: Информреклама, 2012.–269 с.
3. Харахинов В. В., Шленкин С. И. Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири на примере Куюмбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазонакопления // М.: Научный мир. – 2011. – 420 с.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКШАТАУ

Е.И. Асабай
Научный руководитель доцент Г. Т. Борисенко
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Введение. В настоящей работе рассмотрены петрофизические характеристики пород месторождения Акшатау. Месторождение Акшатау находится в Агадырском районе Карагандинской области. Месторождение Акшатау является ярким классическим эталоном кварцевожильно-грейзеновой групп редкометалльной формации и объектом научного познания. Полнота геологической и геофизической информации по данному месторождению позволяет построить различные модели, позволяющие разрабатывать научно обоснованные критерии прогнозирования. Петрофизические характеристики пород и руд данного месторождения своеобразны, они связаны пространственным расположением месторождения: оно охватывает юго-восточные части Шетского антиклинория, сложенного песчаниками и сланцами верхнего силура, в том месте, где он переходит в Токрауский синклинорий. Восточная часть месторождения сложена эффузивами нижнего карбона. Породы силура собраны в крутые складки северо-западного простирания, а карбоновые отложения примыкают с востока. Главные рудные минералы: вольфрамит, молибденит, пирит, шеелит, флюорит (представлены хорошо образованными кристаллами и друзами) [1,2,4].

В работе анализируются удельное электрическое сопротивление, плотность, поляризуемость, магнитная восприимчивость пород месторождения для построения геолого-геофизической модели месторождения. Каждый геологический объект обладает комплексом свойств, в том числе и физических. «В природе не существует критериев или позиций, с которых одно качество должно быть выделено среди других как наиболее важное, существенное» (Васильченко, 1968). Понятие существенных или несущественных признаков геологического объекта появляется тогда, когда мы начинаем изучать его с какой-либо целью [4]. Под петрофизической моделью (ПФМ) понимают объемное распределение в геологическом пространстве различных физических параметров, характеризующих главные петрофизические структурно-вещественные комплексы изучаемого геологического объекта. Значимость тех или иных свойств геологического объекта зависит от стадии поисково-разведочного процесса. Таким образом, в зависимости от цели исследования один и тот же геологический объект рассматривается с разных позиций. Абстрактное отображение объекта в отношении некоторых заданных критериев, называется моделью объекта. Форма представления модели зависит от геологической задачи, для которой эта модель создается, сведения могут быть представлены в виде таблиц, текста, графиков и формул [3].

Электрическое сопротивление на данном месторождении изучалось различными организациями методом ВЭЗ и каротажными работами. Породы района месторождения хорошо дифференцируются по электрическому сопротивлению. Наименьшее электрическое сопротивление имеют сплошные сульфидные руды ($\rho_к$ = 1-50 Ом*м), из рыхлых – неогеновые глины ($\rho_к$ = 10-70 Ом*м). Наибольшими сопротивлениями отмечены силурийские песчаники ($\rho_к$ = 50-150 Ом*м). Граниты акшатауского комплекса, а также адамеллиты характеризуются удельным электрическим сопротивлением в пределах 540-1500 Ом*м, измененные их разности, а именно пиритизированные граниты и гранодиориты, отмечаются пониженными электрическими сопротивлениями, где $\rho_к$ = 50-200 Ом*м. Высокие электрические сопротивления имеют неизмененные эффузивы, где $\rho_к$ = 500-2500 Ом*м. На изменение удельного сопротивления влияет гидротермальное изменение пород (окварцевание приводит к увеличению удельного сопротивления; хлоритизация, серицитизация, пиритизация – к уменьшению удельного сопротивления). Такая возможность электроразведки позволяет выделить зоны сульфидной минерализации, проследить контакты пород, разрывные нарушения, выделить зоны гидротермального изменения пород по электрическому сопротивлению [4].

Поляризуемость интрузивных пород и вторичных кварцитов на данном рудном поле изменяется в пределах 2,5 - 3,5%, т.е. сливается с обычным нормальным фоном.

Плотность. Породы данного месторождения по плотности делятся на три группы: породы с пониженной плотностью – интрузивные (пермские граниты) и эффузивные породы кислого состава (липариты), измененные породы (вторичные кварциты) с плотностью в пределах 2,57 - 2,62 г/см^3; породы средней плотности – интрузивные и осадочные породы карбона (адамеллиты, гранодиоритовые порфиры, песчаники, сланцы, алевролиты) с плотностью в пределах 2,65 – 2,74 г/см^3; породы повышенной плотности – диоритовые порфириты девона и андезиты карбона с плотностью в пределах 2,77 - 2,92 г/см^3.

Магнитная восприимчивость. Породы месторождения по магнитным свойствам делятся на три группы: I группа – немагнитные породы: песчаники, известняки, алевролиты верхнего силура и вторичные кварциты карбона (1-50*10^{-6} СГС); II группа – слабомагнитные породы: ороговикованные породы верхнего силура, липариты и дациты карбона (50 - 550*10^{-6} СГС); III группа – сильномагнитные породы: диоритовые порфириты девона, андезиты карбона (550 - 2500*10^{-6} СГС) [4].

На месторождении выявлено более 300 жильных и грейзеново-жильных тел. Многочисленными исследованиями на месторождении выявлено 95 минералов. Промышленную ценность имеют вольфрамит и молибденит.

Выводы. Подводя итог, можно сделать вывод, что породы района четко дифференцированы по электрическим, плотностным и магнитным свойствам, что позволило применить геофизические методы для геологического картирования. Для скважинных геофизических методов при выделении сульфидных руд наиболее важными свойствами являются удельное электрическое сопротивление, поляризуемость и электрохимические свойства

пород и руд, плотностные и магнитные свойства. В таблице приведены сведения о физических свойствах изучаемых пород месторождения.

Таблица

Физические свойства изучаемых пород месторождения

Система	Отдел	Страт. Индекс	Характеристика	Плотность, г/см^3	Магнитная восприимчивость, $\chi*10^{-6}$	Поляризуемость, η, % СГС	Кажущееся сопротивление, $\rho_к$, Ом*м
Пермь	Нижний	P_1	граниты	2,60	160	2,8	1500
Карбон	Средний-Верхний	C_{2-3}	липариты и фельзит-порфиры	2,62	5-7	0,58	
		$C_{2-3}kg$	гранодиорит-порфиры	2,67	410		540
		$C_{2-3}kg$	липариты и дациты	2,59	350-500	3,5	800
		C_2	адамеллиты	2,71	2440	2,5	1500
	Средний	C_2	вторичные кварциты	2,57	20		
		C_{1-2}	андезиты	2,77	1100		2500
	Нижний	C_1v_3-nkr^1	песчаники, сланцы, алевролиты	2,65			
Девон	Средний	D	диоритовые порфириты	2,92	850		1500
Силур	Средний	S_2ld_2	ороговикованные песчаники, сланцы, алевролиты	2,74	550-847		50-150

Литература

1. Гуляев А.П. Акшатауское кварцевожильное-грейзеновое месторождение // Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Алматы: Наука, 2004. – С.82 – 86.
2. Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д., Хайруллин Е.М. Редкоземельные элементы в рудных минералах редкометальных месторождений Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию института геологических наук им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2010. – С.216 – 218.
3. Петрофизика. Справочник. Книга вторая. Техника и методика исследований / Под ред. А.А. Молчанова, Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1992. – 256 с.
4. Рамадан Хатем Саад Бакри. Усовершенствование научной основы прогнозирования перспективности площадей в пределах месторождений и рудных полей на промышленные руды: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философских наук (PhD). – Алматы, КазНТУ, 2014. – 123 с.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ ФЛЮИДОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СТВОЛЕ СКВАЖИНЫ

А.Р. Аюпов, С.Р. Гильмутдинов
Научный руководитель Е.А. Ячменёва
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Разработка нефтяных, газовых и битумных месторождений все больше отходит от вертикального бурения скважин. Растет число наклонно направленных и горизонтальных скважин. В связи с этим, в научном мире возрос интерес к изучению структуры и гидродинамики потока в горизонтальных участках скважин.

Данная работа посвящена исследованию движения флюидов в горизонтальном стволе скважины.

Основные работы отечественных ученых посвящены изучению неизотермического потока [4], многофазных потоков [1], особенностям проведения и интерпретации геофизических исследований в горизонтальных скважинах [2].

Для проведения экспериментов был спроектирован и сконструирован стенд горизонтального участка скважины с интервалом перфорации (Рисунок 1). Стенд представляет собой прозрачную поликарбонатную трубу с внешним диаметром 80 мм и внутренним диаметром 76 мм, что соответствует внутреннему диаметру НКТ 3’. Длина горизонтального участка 2 метра. Длина интервала перфораций 30 см, количество перфорационных отверстий – 10 штук, диаметром 12 мм, что соответствует пулевому перфоратору ПБ-2. Движение внедряемому агенту придается при помощи компрессора, нагнетающего воздух в рабочие ёмкости.

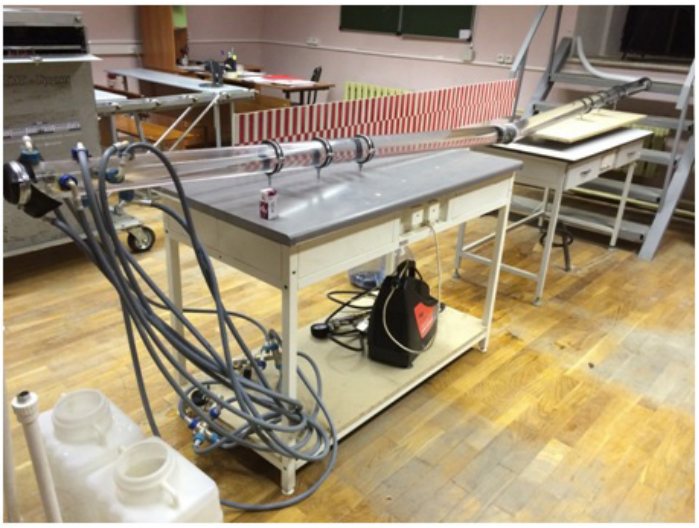


Рис. 1. Стенд горизонтального участка скважины

Основное затруднение, возникающее при проведении геофизических работ и интерпретации данных каротажа, связано с отсутствием однозначного представления о структуре многофазного потока, так как динамика течения флюидов в горизонтальных скважинах существенно отличается от динамики потоков в вертикальных скважинах [3].

В данной работе мы представляем результаты опыта, проведенного на стенде горизонтального ствола скважины, сконструированного в целях визуализации и изучения многообразия процессов, происходящих в горизонтальных скважинах. В «скважину», заполненную жидкостью, внедрялся флюид с изменённой температурой. Рассматривались случаи поступления в ствол «скважины» холодного и горячего потоков. В обоих случаях разница температур между жидкостью в стволе и внедряемым флюидом составила 10°С. В результате было установлено, что непосредственно напротив интервала перфорации и на некотором удалении от него происходит смешивание фаз с образованием турбулентного потока, который впоследствии переходит в ламинарный. При этом переходе фиксируется эффект термогравитационного расслоения флюида (Рисунок 2).

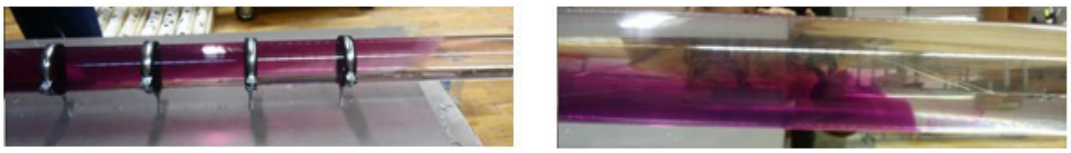


Рис. 2. Эффект термогравитационного расслоения флюида: а – внедрение горячего флюида; б – внедрение холодного флюида

Представленный в данной работе эксперимент полностью доказывает, что структура и динамика потока в горизонтальном стволе скважины отличны от вертикальных скважин. Полученные результаты подтверждаются работами исследователей [4].

Литература

1. Вакулин А.А., Хамов Е.А. Экспериментальный стенд для изучения многофазных потоков при различных температурах // Вестник Тюменского государственного университета. – Тюмень, 2010. – №4. – С. 75 – 79.
2. Валиуллин Р.А., Яруллин Р.К. Особенности геофизических исследований действующих горизонтальных скважин // Вестник академии наук РБ. – Уфа, 2004. – Т.19. – №1. – С. 21 – 28.
3. Яруллин Р.К. Гидродинамический стенд для изучения особенностей потоков в горизонтальных скважинах // НТВ “Каротажник”. – Тверь: АИС, 2004. – Вып. 14 (127). – С. 118 – 123.
4. Яруллин А.Р. Экспериментальное исследование многофазных потоков на модели горизонтальной скважины: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Уфа, ФГБОУ ВПО БашГУ, 2013.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВЫБРОСООПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

А.Ж. Байкенжина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

ТОО «Азимут Геология», г. Караганда, Казахстан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Анализ проблемы. Карагандинский угольный бассейн является одним из наиболее опасных по внезапным выбросам угля и газа в странах СНГ. Одними из важнейших факторов в возникновении внезапного выброса угля и газа являются изменение строения пласта и структуры угля в пласте. Мощность угольного пласта и его пачечное строение являются теми элементами морфологии, которые относительно надежно устанавливаются по разведочным скважинам. Анализируя сведения о выбросах угля и газа, происшедших в шахтах Карагандинского бассейна, можно отметить, что в 91% случаев выбросам были подвержены такие угольные пласты, мощность которых составляет 3,5 м и выше. Такие выбросоопасные пласты как $к_{10}$, $к_{12}$ и $д_6$, в местах выбросов имеют среднюю мощность от 5,2 до 8,3 м.

Различные слои в угольном пласте могут значительно отличаться по физико-механическим свойствам. Эта неоднородность может еще более усилиться под действием тектонических движений вдоль угольных пластов, создающих различную степень препарации для отдельных прослоев, которая оказывает существенное влияние на устойчивость угольных пластов [2].

Отмечается также приуроченность выбросов угля и газа к таким тектонически препарированным участкам, как раздувы и пережимы мощности угольных пластов, возникшие в результате перераспределения угольного вещества в процессе тектонических подвижек. В подобных условиях произошли выбросы на шахте «Казахстанская» 4.03.1977 и 25.11.89 г. на пластах $т_1$ и $д_6$ соответственно. В первом случае на глубине 469 м от поверхности в месте выброса наблюдался раздув пласта $т_1$, а также частичный размыв с нарушением его структуры. Во втором случае выработка по пласту $д_6$ проводилась в зоне геологических нарушений. После пересечения сброса с амплитудой 2,5 м наблюдалось постепенное уменьшение мощности пласта $д_6$ с 5,5 м до 2,0 м на протяжении 25 м от сброса. Выброс угля и газа произошел на глубине 478 м в зоне раздува пласта (8 м) за счет резкого увеличения мощности перемятой нижней пачки пласта [1]. Основной из причин этого выброса угля и газа является выход забоя штрека из зоны утонения пласта и внезапный вход в зону его раздува.

С помощью ниже приведенной формулы, можно прогнозировать, что более мощный или вскрытый на большую высоту угольный пласт при прочих равных условиях менее устойчив в отношении восприятия веса горных пород (прочность которых, как правило, значительно выше) и, следовательно, более опасен по выбросам, чем маломощный пласт.

$$\sigma_1 = k\gamma e^{\frac{2f\lambda}{m}x},$$

где σ_1 – несущая способность угольного пласта в области предельно напряженного состояния, МПа; k – сопротивление угля сдвигу, МПа; f – коэффициент трения по почве и кровле; m – мощность пласта, м; γ, λ – константы, зависящие от угла внутреннего трения угля ρ, град; x – расстояние от кромки забоя (текущая координата), м.

Многие исследователи Карагандинского, Кузнецкого, Донецкого бассейнов отмечают локальность выбросоопасности и её тесную связь с тектонической нарушенностью угольных пластов. Это дизъюнктивные нарушения типа «сброс» и «взброс» или зоны мелких тектонических нарушений. Так как внезапные выбросы располагаются вблизи тектонических нарушений, образуя линейно вытянутые зоны (например, на шахтах Саранского и Промышленного участков), то важность тектонического фактора почти не вызывает сомнений.

На сегодняшний день вопрос о прогнозировании зон горно-геологических нарушений, несущих определенную степень выбросоопасности, с одновременным учетом газового фактора, напряженно-деформированного состояния массива, а также физико-механических свойств угольного пласта является весьма актуальным.

Постановка задачи. Таким образом, прогноз выбросоопасности угольных пластов строится на выявлении, прежде всего, именно зон геологической нарушенности пластов. К таким зонам можно отнести:

1) дизъюнктивные (типа сдвигов, сбросов, взбросов) и пликативные нарушения с высокой степенью препарации угольных пластов с изменением мощности и элементов залегания угольных пластов;

2) геологические нарушения, выраженные нарушенностью угольных пластов или пачек, особенно с изменением их мощности;

3) геологические нарушения, выраженные нарушенностью угольных пачек небольшой мощности, без ощутимого изменения мощности пачек;

4) препарация угольного пласта или отдельных пачек небольшой нарушенности.

Разведочные скважины. Неравномерность размещения в пределах угольных пластов геологических нарушений определяет небольшую их вскрываемость. Опыт эксплуатации шахт Карагандинского, а также Донецкого и Кузнецкого бассейнов показывает, что в процессе детальной разведки шахтного поля выявляются лишь основные черты тектонического строения – крупные складки и разрывные нарушения пласта более 10 м.

Отмечается, что при любом сгущении плотности разведочных скважин не гарантируется выявление всех тектонических нарушений с амплитудами смещения менее 10 м. Расчеты показывают, что достоверное вскрытие средних и крупных нарушений с вероятностью P = 0,82 может быть обеспечено лишь при разведочной сетке 125x125 м и более плотных, что с экономической точки зрения неэффективно.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что современные методы геологической разведки не полностью выявляют тектонические нарушения шахтного поля. Поэтому для решения этих задач в последние годы начали широко применяться геофизические методы исследования горных пород и массивов.

Геофизические методы. Акустические и плотностные свойства углей и пород Карагандинского бассейна показаны на рисунке.

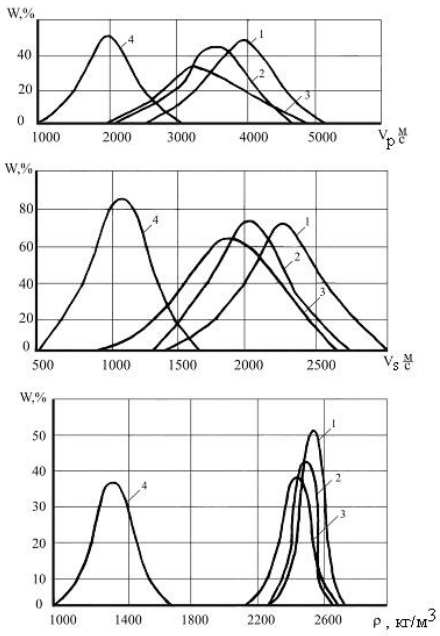


Рис. Акустические и плотностные свойства углей и пород Карагандинского бассейна: 1 – песчаник; 2 – алевролит; 3 – аргиллит; 4 – уголь

В настоящее время разработаны и успешно применяются в условиях производства методики определения показателей прочностных свойств пород с помощью ультразвукового, акустического и межскважинного прозвучивания. Ультразвуковые методы применяются для решения задач горного производства: выявления зон интенсивной трещиноватости массива, оценки нарушенности кровли и целиков, при проходке подземных выработок, изучения напряженного состояния и устойчивости массива при ведении горных работ.

С помощью традиционных способов и методов наземных сейсмических исследований невозможно выявить тектонические нарушения амплитудой смещения менее 2-3 м. В связи с этим для эффективного изучения малоамплитудных тектонических нарушений были разработаны новые приемы полевых работ, способы обработки и интерпретации данных на основе новой сейсмологической модели разрывных нарушений.

Разрывное нарушение, согласно этой модели, можно представить субвертикальным геологическим телом в пласте или пачке слоев, отличающимся по своим физическим параметрам от вмещающих их пород. Такая модель по теоретическим и экспериментальным данным отображается в волновом поле рядом признаков: смещением осей синфазности, изменением амплитуды и частоты, интерференционным характером записи. На основе этих признаков проводится выявление тектонических нарушений по сейсмическим временным разрезам с последующим определением типа и амплитуды разрывного нарушения.

Заключение. Применение геофизических методов на стадии геологической разведки повышает эффективность выявления малоамплитудных тектонических нарушений угольных пластов. Так, в западных угленосных районах Карагандинского бассейна из-за увеличения объема геолого-геофизических работ на стадии разведки выявлено в 3,4 раза больше нарушений, чем в центральном Карагандинском районе.

Литература

1. Айруни А.Т. и др. Проблемы разработки метаноносных угольных пластов, промышленного извлечения и использования шахтного метана в Карагандинском бассейне. – М.: Изд-во Академии горных наук России, 2002. – 320 с.
2. Иванов Б.И., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства выбросоопасных угольных пластов. – М.: Наука, 1979. – 195 с.

РАДИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.Ф. Борисова
Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность исследования баженовской свиты не нужно доказывать [2], равно как и причины ее аномально высокой радиоактивности. О преимущественно урановой природе аномальных показаний метода ГК при геофизических исследованиях скважин (ГИС) также известно [1, 3 и др.]. Практически не изучен вклад в показания гамма-каротажа (ГК) других естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) – калия и тория, а также корреляционные взаимоотношения ЕРЭ между собой и с другими методами ГИС, «работающими на атомарном уровне» – нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (НКТ) и метод рассеянного гамма-излучения – гамма-гамма-каротаж (ГГК) в плотностной модификации.

К сожалению, спектрометрический гамма-каротаж (СГК) при геофизических исследованиях редко применяется. Исследования этим методом имеются на Восточно-Сургутском нефтяном месторождении. Результаты анализа данных ГИС по разрезу скв. 1 этого месторождения приведен в настоящей работе (рис. 1,2 и табл. 1,2). По результатам интерпретации данных геофизических исследований баженовская свита в разрезе скважины 1 не содержит нефти.

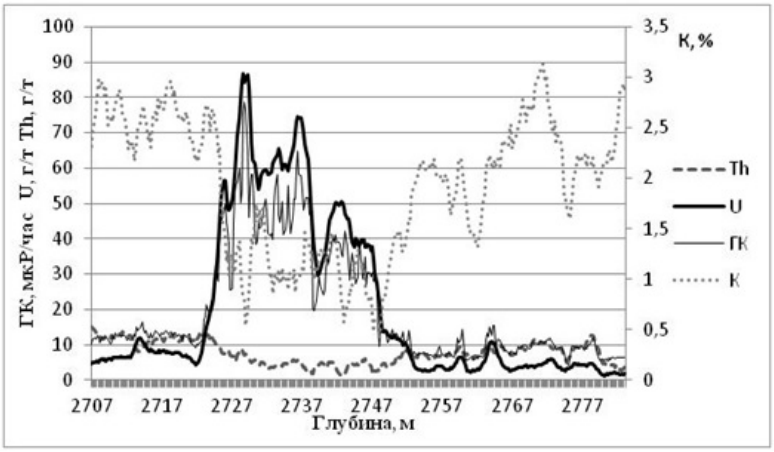


Рис. 1. Результаты радиогеохимических исследований (ГК, СГК) интервала баженовской свиты (2724,6-2752,6 м) в скважине 1 Восточно-Сургутского месторождения

Для сравнения были исследованы скважины месторождений Сургутского района: Федоровского нефтегазоконденсатного месторождения, скважина 63 с нефтеносной (прогноз по данным ГИС) баженовской свитой; Ай-Пимского нефтяного месторождения, в пределах которого ведется разработка нефтеносной баженовской свиты (скважина 72). Номера всех скважин в настоящей статье – условные.

Таблица 1

Средние значения и интервалы изменения радиогеохимических и геофизических параметров исследованных разрезов баженовской свиты

Разрез, месторождение	***К, %**	**Th, г/т**	**U, г/т**	**ГК, мкР/час**	**ГГК, г/см³**	**НКТ, отн. ед.**
Скважина 1 Восточно-Сургутское	1,17 *0,41-2,54*	5,05 *1,23-10,9*	46,1 *6,2-86,6*	36,6 *8,0-78,8*	2,16 *1,84-2,48*	2,06 *1,54-2,61*
Скважина 63 Федоровское	1,01 *0,00-2,47*	8,81 *3,29-18,00*	43,9 *5,0-92,3*	39,4 *16,0-79,4*	2,15 *1,73-2,65*	2,59 *1,38-5,85*
Скважина 72 Ай-Пимское	1,49 *0,51-2,51*	6,41 *2,12-13,48*	34,0 *5,9-113,0*	31,1 *5,2-154*	2,27 *1,98-2,66*	4,96 *2,2-13,19*
*Кларковые содержания радиоактивных элементов в аргиллитах: К – 2,5%, Th – 11,5 г/т, U – 4 г/т						

Разрез баженовской свиты (БС) в скв. 1 – хороший пример подтверждения урановой природы аномальной радиоактивности БС. Из данных рис. 1 видно, что, во-первых, содержание урана в БС высокое, на промышленном уровне, кривая в деталях повторяет характерные особенности изменения ГК, в первую очередь, рост показаний к кровле свиты. Во-вторых, содержание двух других естественных радиоактивных элементов, калия и тория, наряду с ураном определяющих показания ГК в остальных частях терригенного разреза Западной Сибири, в баженовской свите скв. 1 понижены. Содержание калия также понижено и в окрестностях БС, где локальные повышения ГК коррелируются с повышением урана (пики на глубинах 2714,2 и 2764,6 м, рис. 1).

Наиболее тесные корреляционные связи уран имеет с показаниями ГК (рис. 2, табл. 2), а также с показаниями НКТ и плотностью (ГГК). Это характерно для всех исследованных скважин. Но имеются и различия, наибольшие – в системе U_НКТ (рис. 2). Из данной зависимости видно, что в большей степени разрезы БС различаются в интервале содержания урана до 50 г/т, то есть в подошвенной части ее разреза (рис. 1). Именно из подошвенной части БС получены притоки нефти на Ай-Пимском месторождении. С этой точки зрения баженовская свита скв. 1 Восточно-Сургутского нефтяного месторождения наименее перспективна на открытие (разработку) здесь нефтяной залежи. Положительный момент – она может служить геофизическим (и радиогеохимическим) эталоном «нулевой» баженовской свиты.

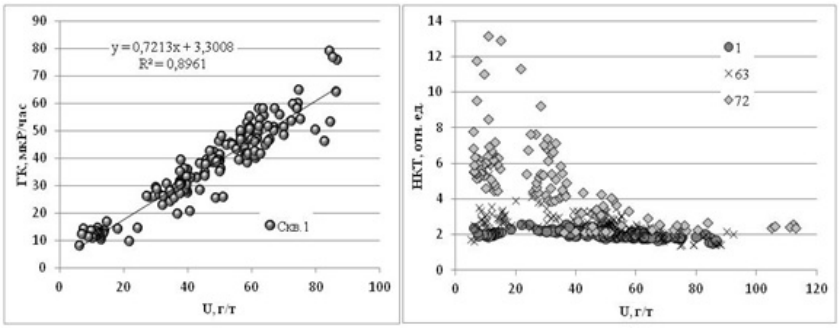


Рис. 2. Кроссплоты содержания урана и значений ГК (скв. 1) и НКТ (скв. 1, 63, 72) в интервалах баженовской свиты

Судя по результатам статистических исследований (табл. 1), во всех изученных скважинах баженовская свита содержит значительно больше U и меньше K и Th, чем вмещающие БС породы (содержания соответственно выше и ниже кларковых для аргиллитов). Содержание U в среднем понижается в ряду разрезов скважин 1 – 63 – 72, что можно объяснить процессом образования нефти из керогена. Показания ГК более тесно связаны с содержанием керогена в БС, чем с ее нефтенасыщенностью [4]. Наиболее согласованы статистические характеристики U и показаний нейтронного каротажа, который разнонаправлено отражает карбонатизацию и нефтенасыщенность баженовской свиты [4]. Перераспределение содержания урана в этих процессах – возможная причина увеличения интервалов изменения НКТ при понижении средних значений U (табл. 1).

Таблица 2

Коэффициенты линейных аппроксимаций зависимости между радиогеохимическими параметрами БС (первый коэффициент уравнения / R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации)

Коррелируемые параметры	U_ГК	Th_U	K_U	K_Th
Восточно-Сургутское, скв.1	+0,72 / 0,896	–0,27 / 0,001	–7,56 / 0,018	+2,89 / 0,284
Федоровское, скв.63	+27 / 0,338	+0,50 / 0,003	–17,71 / 0,198	+1,87 / 0,191
Ай-Пимское, скв.72	+0,84 / 0,899	+5,54 / 0,38	+23,43 / 0,179	+3,52 / 0,325

Корреляционные связи между содержанием радиоактивных элементов (табл. 2) наименее тесные в парах с ураном, особенно в скв. 1. Зависимость между содержанием калия и тория всегда прямая. В баженовской свите скв. 72 все связи между содержаниями радиоактивных элементов положительные и наиболее тесные.

Таким образом, баженовская свита в разрезе скв. 1 Восточно-Сургутского нефтяного месторождения характеризуется аномально высокими содержаниями урана и низкими (ниже кларковых для аргиллитов) содержаниями тория и калия. Содержание урана наиболее тесно связано с показаниями ГК, НКТ и ГГК, наименее тесно – с содержанием тория и калия. Баженовская свита здесь отличается от разрезов месторождений Федоровское и Ай-Пимское, где нефтеносность БС прогнозируется по данным ГИС или доказана в процессе разработки соответственно. Основные признаки отличия: зависимость между U и НКТ в области концентраций урана менее 55 г/т; большее среднее содержание урана и меньший диапазон изменения этого параметра; самая низкая теснота связи урана с другими ЕРЭ – торием и калием.

Литература

1. Зубков М.Ю. Особенности распределения урана в битуминозных отложениях баженовской свиты (Западная Сибирь) /Каротажник, 2015, №5 (251). – С. 3-32.
2. Нестеров И.И. Несметные запасы // Нефтегазовая вертикаль, 2010, №23-24. – С. 98-100.
3. Номоконова Г.Г., Колмаков А.Ю. Углеродистые породы месторождений золота и нефти: радиогеохимическая специализация //Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней: материалы Всероссийского форума с международным участием, 24-27 сентября 2013 г., г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 405-409.
4. Особенности строения и нефтеносности отложений баженовской свиты на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз» /В.П. Сонич, В.Л. Плеханова, И.М. Кос, Н.Я. Медведев //Нефть Сургута. М.: Нефтяное хозяйство, 1997. – С. 205-223.

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ

А.К. Бурков
Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

К месторождениям с трудноизвлекаемыми запасами нефти, кроме нефтяных месторождений в баженовской свите, относят также нефтегазоконденсатные месторождения, если извлечение нефти из нефтяных оторочек целесообразно по геолого-экономическим показателям. Типичным примером такого месторождения является Новопортовское нефтегазоконденсатное месторождение, содержащее самые крупные на полуострове Ямал запасы нефти. По информации разрабатывающей компании ПАО «Газпром нефть» к середине 2016 года накопленная добыча нефти достигла 1 млн. тон. Специально для отгрузки нефти этого месторождения морским путем в 2016 году был введен в эксплуатацию нефтеналивной терминал «Ворота Арктики». Проблемы с извлечением нефти из нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) обусловлены мощными залежами газа и конденсата над нефтяными оторочками. Основным решением проблемы трудноизвлекаемых запасов нефти на Новопортовском НГКМ является бурение горизонтальных скважин по нефтеносной части пласта (в частности, компанией «Газпром нефть» пробурена скважина с горизонтальным стволом 2000 м), а также поддержание естественной энергетики пласта с помощью обратной закачки в него высушенного газа [3].

Новопортовское НГКМ отличается сложным геологическим строением и большим интервалом нефтегазоносности (около 2500 м). Залежи углеводородов локализованы от сеномана (пласт $ПК_1$, газ) до нижней юры (пласты $Ю_{11}$, газоконденсат). Нефтегазоконденсатные залежи размещены в нижнемеловых отложениях новопокурской толщи (пласты групп $БЯ_{23-24}$ и $НП_{1-8}$) и среднеюрских отложениях тюменской свиты ($Ю_{2-6}$). Наибольшие запасы нефти и газа сосредоточены в пластах $Ю_{2-6}$ [3].

Цель исследования – выявление геофизических особенностей нефтеносных интервалов Новопортовского НГКМ. *Объекты исследований*: основной нефтепродуктивный горизонт $Ю_{2-6}$; пласты новопортовской серии (для сравнения). Анализировались результаты геофизических исследований (ГИС) по трем скважинам (номера скважин условные). Скважина 6 (количественный анализ, рис. 1, 2 и табл.) размещена в интервале нефтенасыщенных толщин 10-20 м, при испытании дала однофазный приток нефти. Скважины 4 и 2 (качественный анализ) размещены в зоне нефтенасыщенных толщин 0-10 м и за пределами нефтенасыщенности горизонта $Ю_{2-6}$ соответственно.

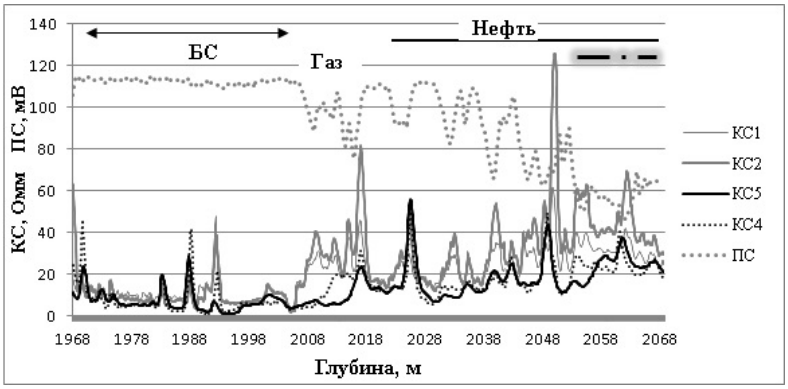


Рис. 1. Изменение показаний электрических методов ГИС в интервале «баженовская свита – горизонт $Ю_{2-6}$» (скважина 9). На диаграмме показаны интервалы баженовской свиты (БС), газовой и нефтяной части пластов горизонта, положение мощного пласта с однофазным притоком нефти

Качественный анализ результатов ГИС позволил выявить следующие особенности Новопортовского НГКМ:

- в многопластовости НГКМ большую роль играют покрышки. Пласты наиболее продуктивного горизонта $Ю_{2-6}$ отделены от пластов новопокурской серии региональной покрышкой – баженовской свитой, а вторжению газа в пласты $Ю_{2-6}$ снизу препятствуют отложения тогурской свиты – региональной покрышки для газоконденсатных залежей $Ю_{11}$;
- геофизическая характеристика баженовской свиты существенно отличается от таковой нефтяных месторождений Западной Сибири [1]. Главное отличие заключается в том, что она не выделяется аномально высокими значениями радиоактивности (ГК) и электрического сопротивления (КС).
- в сравнении с непродуктивной скважиной 2 в разрезах скв. 4 и 9 широко развиты процессы карбонатизации (максимумы показаний методов КС, нейтронного каротажа, глубокие минимумы ГК и индукционного каротажа ИК) по всему интервалу нефтенасыщенности, а также более выразительные показания метода электрической поляризации ПС (глубокие отрицательные аномалии) в группе пластов $Ю_{2-6}$.

Количественный анализ результатов ГИС был направлен на выявлении геофизических характеристик покрышек нефтеносной части разреза Новопортовского НГКМ и наиболее продуктивного из пластов $Ю_{2-6}$.

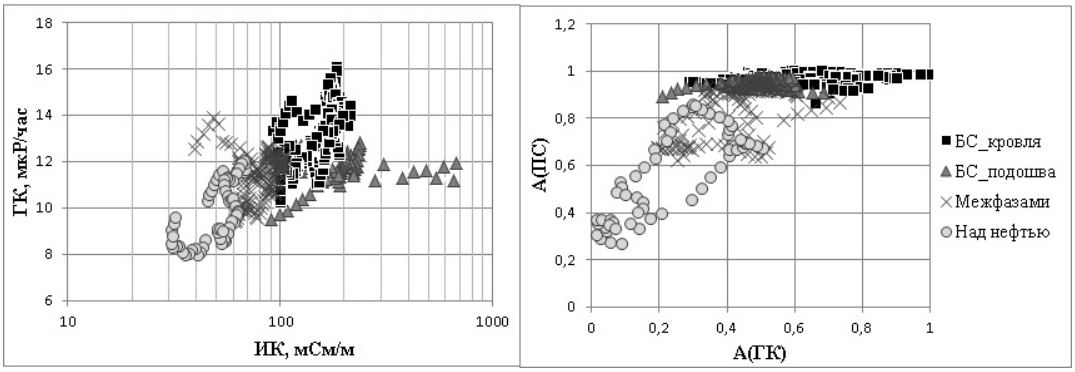


Рис. 2. Кроссплоты геофизических параметров региональной покрышки (кровельная и подошвенная части баженовской свиты) и пород-неколлекторов: между группами газовых и нефтяных пластов; в нефтяной группе выше основного нефтепродуктивного пласта. А(ПС) и А(ГК) – нормированные значения показаний соответствующих методов

Результаты количественного анализа данных ГИС по интервалу разреза скважины 9 «баженовская свита – пласты $Ю_{2-6}$» (рис. 1, 2; табл.):

- баженовская свита на каротажных диаграммах выделяется пониженными сопротивлениями (КС, рис. 1) и повышенными показаниями ИК (рис. 2). По данным ГИС подошвенная и кровельная части баженовской свиты различаются. Граница соответствует карбонатизированным породам на глубине около 1993 м;
- в направлении к наиболее продуктивному пласту понижаются показания ПС против пластов и увеличиваются показания КС разных размеров зондов против пластов и в межпластовом пространстве. Пласт с однофазным притоком нефти отличается улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами (глубокий минимум ПС), повышенными показаниями наиболее глубинных зондов КС и наиболее карбонатизированными надпластовыми неколлекторами (рис. 2). Большая мощность пласта и устойчивая кровля благоприятны для бурения горизонтальных скважин с многократным ГРП.

Таблица 2

Статистические характеристики (медиана/среднее, интервал изменения) пород-покрышек нефтегазоносных комплексов Новопортовского НГКМ (скважина 9)

Покрышка групп:	**БК, Омм**	**ИК, мСм/м**	**ГК, мкР/час**	**МГЗ-МПЗ*, Омм**
Газоносных пластов $БЯ_{23}$ … $НП_4$	5,6 / *5,5* (4,0…6,9)	186,9 /*187,9* (154,1…241,0)	11,9 / *11,8* (9,6…13,7)	0,21 / *0,28* (-4,02…5,28)
Нефтеносных пластов $НП_{5-1}$ … $НП_7$	7,7 / *8,3* (6,3…21,7)	129,5 / *126,5* (77,6…143,3)	9,5 / *11,3* (8,1…14,4)	1,74 / *1,95* (-2,67…10,90)
Газо-нефтеносных пластов **$Ю_{2-6}$**	6,8 / *9,5* (2,2…140,1)	163,1 / *168,2* (86,2…670,8)	12,4 / *12,7* (9,5…16,1)	0,8 / *1,0* (-18,31…11,13)
*Разность между показаниями микроградиент и микропотенциал зондов				

Анализ количественных показателей пород-покрышек основных групп пластов (табл.) показывает, что хорошими изоляционными свойствами обладает покрышка, перекрывающая пласты новопортовской серии (пласты $БЯ_{23}$…$НП_4$). Она отличается высокой однородностью показателей и очень высокими значениями ИК (низкими БК). Причина – тонкозернистый состав, возможно, аномально высокое поровое давление. Данная покрышка может быть признана близким геофизическим аналогом алымской свиты, отложения которой перекрывают неокомский нефтеносный комплекс центральной части Западной Сибири.

Отложения, перекрывающие нефтеносные пласты $НП_{5-1}$…$НП_7$, скорее всего, в небольшой степени карбонатизированы (низкие показания ИК и ГК, повышенные БК).

Баженовская свита как покрышка несет в себе черты и уже упомянутой покрышки новопокурской серии, и баженовской свиты нефтяных месторождений Западной Сибири, породы которой в разной степени карбонатизированы. Отсюда следует очень высокая геофизическая неоднородность пород свиты. Пока нет обоснованного ответа на вопрос, ухудшает или улучшает это обстоятельство изоляционные свойства баженовской свиты Новопортовского НГКМ. Не ясна и причина существования нефти в пластах $Ю_{2-6}$ с растущей при увеличении глубины нефтеносностью, которые отделены от баженовской свиты газовой шапкой. Также остается открытым вопрос, какое значение для строения и продуктивности разреза имеют отложения тогурской свиты.

Литература

1. Номоконова Г. Г. Геофизическая характеристика и нефтеносность баженовской свиты // Геофизические методы при разведке недр: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию основания в Томском политехническом институте кафедры "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых". – Томск, 2016. – С. 154-157.
2. Повышев К.И., Вершинин С.А., Верниковская О.С. Комплексная модель «пласт-скважина-инфраструктура» и ее возможности // «PROнефть. Профессионально о нефти». – 2016. – № 2. – С. 48-53.
3. Ушаев О.С., Чамеев И.Л., Баженов Д.Ю., Артамонов А.А. Оптимизация обратной закачки газа с целью увеличения нефтеотдачи на нефтегазоконденсатном месторождении // «PROнефть. Профессионально о нефти». – 2016. – № 2. – С. 54-60.

СЕЙСМИЧНОСТЬ И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ТЕКТОНОСФЕРЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

М.А. Васильева
Научный руководитель зав. лабораторией А.М. Петрищевский
Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан, Россия

Сейсмические процессы, распространение которых контролируется пространственными параметрами жестких (т.е. более вязких) тектонических сред, способных накапливать и разряжать тектонические напряжения, содержат информацию о глубинном строении земной коры и верхней мантии. Эта информация используется преимущественно в двух аспектах: по сгущениям эпицентров землетрясений диагностируются глубинные разломы, приуроченные к границам литосферных, или коровых, сегментов [6], а по распределениям гипоцентров землетрясений в вертикальных разрезах трассируются зоны субдукции литосферных плит [1, 11]. Более широкие возможности изучения глубинного строения литосферы по сейсмологическим данным предоставляет 3D-анализ полей сейсмичности, результаты которого отражаются в данном сообщении. Предлагаемый метод отличается от известных приемов статистической обработки карт эпицентров землетрясений (например, карт плотности землетрясений [6]) учетом глубины гипоцентров и магнитуд сейсмических событий.

С целью изучения сейсмологического районирования земной коры и верхней мантии были сформированы массивы (M, x, y, z), исходными данными для составления которых были ежегодные сейсмические каталоги Геофизической службы РАН [5] и сейсмический каталог КНР [11]. Точность локализации эпицентров в Дальневосточном регионе оценивается ±0,01-0,1°, а представительность сейсмических событий с M = 2,6. По этим массивам с помощью стандартных средств перевода цифровой информации в графические образы были составлены комплекты карт-срезов распределений магнитуд землетрясений, анализ которых позволил выявить реологические особенности земной коры и верхней мантии Приамурья, Северо-Восточного Китая, Охотоморского и Япономорского регионов. Выявленные реологические неоднородности связаны с геологическим строением исследованных регионов Дальнего Востока России. Была обнаружена устойчивая связь областей и зон повышенных значений магнитуд землетрясений с жесткими блоками земной коры и верхней мантии, сложенными древними метаморфическими комплексами. Границы литосферных плит на картах-срезах осредненных магнитуд землетрясений сопровождаются границами резкого изменения значений магнитуд: в Приамурье регистрируется граница Амурской плиты с Алданским щитом, в Охотоморском регионе – граница Охотоморской и Тихоокеанской литосферных плит, а в Япономорском регионе – граница Евразиатской и Тихоокеанской литосферных плит. Локальные области повышенных магнитуд землетрясений, совпадают с расположением Алданского щита и блоков кратонного типа (микроконтинентов): Цзямусы-Буреинского, Аргуно-Мамынского и Дягдагачинскго [1]. Анализ комплекта карт-срезов, построенных для разных глубин, дает возможность определять глубину залегания кровли и вертикальную мощность метаморфических блоков.

Линейные зоны и локальные участки с низкими значениями магнитуд землетрясений совпадают, соответственно, с линейной сдвиго-раздвиговой зоной Танлу в Северо-Восточном Китае и Охотско-Анадырской структурой растяжения [9] и с центрами структур центрального типа плюмовой природы: Алдано-Зейской и Мая-Селемджинской. Последняя образовалась на пересечении двух линейных зон пониженной сейсмичности. Такие зоны и участки характеризуются низкими электрическими сопротивлениями подкорового слоя верхней мантии [8] и поднятиями астеносферы [10]. Периферические части плюмов выражены концентрическими распределениями повышенных значений магнитуд. В разрезах плюмов установлен асейсмичный слой, который имеет грибовидную форму, типичную для плюмов.

В разрезах 3D-моделей распределений магнитуд землетрясений Приамурья и Северо-Восточного Китая выявлены асейсмичные слои, приуроченные к границе раздела структурно-вещественных комплексов (гранитно-метаморфического и базальтового) на глубинах 14-20 км и к разделу “кора-мантия”. В асейсмичных слоях по данным МТЗ и ГСЗ регистрируется уменьшение скорости сейсмических волн и удельных электрических сопротивлений.

В распределениях магнитуд землетрясений Охотоморского региона проявлены локальные линейные зоны повышенной и высокой сейсмичности, маркирующие контакты жестких слоев и пластин в нижней коре и верхней мантии, на которых накапливаются и периодически разряжаются тектонические напряжения. Эти зоны протягиваются параллельно границе плит на различных расстояниях от нее. Совмещение этих зон в одной горизонтальной плоскости приводит к выводу, что в сейсмичности Охотоморского региона регистрируются как минимум 3 слоя повышенной вязкости, разделяемые слоями пониженной вязкости. Направления смещений линейных зон по мере увеличения глубины срезов M(x,y,z)-модели в земной коре и верхней мантии Охотоморского региона противоположны, что свидетельствует о послойном характере геодинамических процессов в переходной зоне “континент-океан”. На границе плит в пространственном взаимоотношении сейсмогенных слоев отражаются признаки расщепления литосферы в зонах коллизии плит.

В тектоносфере Охотоморского и Япономорского регионах выполненные исследования обнаружили противоположные тренды латеральных вариаций магнитуд землетрясений. В нижней коре регистрируется 2 основных направления векторов увеличения магнитуд. Преобладающий вектор направлен в сторону Тихого океана, в пределах Тихого океана – в сторону континента. Ниже, в подастеносферной мантии, все векторы увеличения магнитуд землетрясений ориентированы в сторону континента [3].

Таким образом, в 3D-моделях полей сейсмичности Дальневосточного региона отражаются: тектоническая

расслоенность земной коры и верхней мантии, глубинные границы и формы структурных взаимоотношений литосферных плит, структуры центрального типа (плюмы), рифтовые системы и древние метаморфические блоки, обрамляемые складчатыми и вулканическими комплексами.

Литература

1. Глубинное строение и металлогения Восточной Азии / отв. ред. А.Н. Диденко, Ю.Ф. Малышев, Б.Г. Саксин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 332 с.
2. Горнов П.Ю. Тепловое поле области сопряжения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского складчатых поясов и смежных окраин Сибирской и Северо-Китайской платформ. Автореферат дисс. … канд. физ-мат. наук. – Хабаровск: ИТГИГ ДВО РАН, 2010. – 24 с.
3. Губанова М.А. Петрищевский А.М. Гравитационные и сейсмологические признаки реологического расслоения литосферы Дальневосточных окраин России // Литосфера. – Екатеринбург, 2014. – № 6. – С. 150 – 160.
4. Губанова М.А., Петрищевский А.М. Связь сейсмичности с глубинным геологическим строением Приамурья и Маньчжурии // Региональные проблемы. – Биробиджан, 2011. – Т.14. – №2. – С. 51 – 56.
5. Землетрясения России. Обнинск: Геофизическая служба РАН, каталоги 2004 – 2009 гг.
6. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Николаев В.В., Семенов Р.М. Буферные сейсмогенные структуры между Евразийской и Амурской литосферными плитами на юге Сибири // Тихоокеанская геология. – Хабаровск, 2003. – Т.22. – №6. – С. 55 – 61.
7. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М Сейсмотектоника Олекмо-Становой сейсмической зоны (Южная Якутия) // Литосфера. – Екатеринбург, 2002. – №2. – С. 21 – 40
8. Каплун В.Б. Геоэлектрические строение Верхнеамурского района по данным магнитотеллурических зондирований // Тихоокеанская геология. – Хабаровск, 2006. – Т.25. – №1. – С. 33 – 53.
9. Петрищевский А.М, Злобин Т.К. Плотностная неоднородность тектоносферы Охотоморского региона // Ученые записки Сахалинского государственного университета: Сборник научных статей. Вып.4. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ. 2004. – С. 10 – 20.
10. Петрищевский А.М., Ханчук А.И. Кайнозойский плюм в Верхнем Приамурье // Докл. РАН, 2006. – Т.406. – №3. – С. 116 – 119.
11. Тараканов Р.З. Оценка максимальных возможных магнитуд землетрясений для Курило-Камчатского региона. Природные катастрофы и стихийные бедствия в Дальневосточном регионе. Т.1. / Под ред. Иващенко А.И. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. – С. 28 – 47.

НОВЫЙ МЕТОД К СЕЙСМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

М.А. Васильева

Научный руководитель зав. лабораторией А.М. Петрищевский

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан, Россия

Поиск путей для прогнозирования землетрясений является актуальной и широко обсуждаемой проблемой в науках о Земле. Мелкофокусные землетрясения происходят чаще и наиболее опасны для человека. Наибольшее количество гипоцентров землетрясений за 2003-2009 гг. на территории среднего Приамурья зарегистрированы в интервалах глубин 6-9 км, 10-15 км и 16-20 км.

Реализуемый нами подход к прогнозированию сейсмической опасности основывается на анализе 3D-моделей полей сейсмичности, которые дают возможность изучить сейсмическое районирование и прогнозировать сейсмическую опасность исследуемой территории в непрерывном пространстве. Для прогнозирования сейсмической опасности были использованы ежегодные сейсмические каталоги землетрясений Геофизической службы РАН [3]. Точность локализации эпицентров оценивается в ±3-5 км, а представительность сейсмических событий с M = 2,6 [4]. Из каталога исключали землетрясения, у которых погрешность глубины гипоцентра более 50% от значения глубины. Для определения условных прогнозируемых классов опасности (КО) мы рассмотрели зависимость линейной связи между отношением магнитуды к гипоцентру (M/H) и КО сильных землетрясений мира по данным [1]. Для трех слоев земной коры вывели формулу этой зависимости, которую применили к сейсмическому каталогу Среднего Приамурья за 2003-2009 гг. Исходным материалом для построения карт были цифровые массивы КО (x, y, z), рассчитанные для слоев, которые преобразовали в графическую информацию с помощью пакета Surfer-8.

По полученным данным для территории Среднего Приамурья класс сейсмической опасности уменьшается с глубиной. Наиболее сейсмоопасный слой 6-9 км, КО = 7,4. По распределению изолиний равных значений класса опасности землетрясений в верхнем слое земной коры регистрируется область с повышенным классом опасности в восточной части района в зоне сочленения Амурской и Охотоморской литосферных плит (средняя часть о. Сахалин и Татарский пролив), КО = 7,28. В западной части регистрируется локальная область с КО = 7,28, расположенная в пределах южной части Северо-Азиатского кратона [2].

Для среднего слоя земной коры (интервал глубин 10-15 км) характерен КО 3,6-6,0. Восточная часть

района характеризуется повышением класса сейсмической опасности в этом слое. Регистрируется линейная зона локальных максимумов (КО 5,4-6,0), проходящая по югу Татарского пролива с продолжением на севере о. Сахалин и заканчивающаяся в Охотском море. В восточной части района регистрируется два локальных максимума (КО = 5,4) на юге Алданского щита [2]. Южнее изолиниями КО = 5,2 выделяется локальный максимум, маркирующий Аргуно-Мамынский архей-протерозойский блок повышенной жесткости [2]. К востоку изобаты регистрируют локальный минимум, расположенный на Амуро-Зейской равнине, сложенной мезозойско-кайнозойскими отложениями. Эти отложения характеризуются пониженной вязкостью, и в них происходят редкие и незначительные по магнитуде землетрясения.

Третий слой (диапазон глубин 16-20 км) исследуемого района характеризуется относительно низкой сейсмичностью (КО 2,6-5,4). Низкая сейсмичность регистрируется в пределах Алданского щита (КО 2,6-3,4), снижена сейсмическая опасность в пределах о. Сахалин (КО 3,0-4,4). В этом слое регистрируется три локальных максимума, расположенных в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса. Локальный максимум на северо-западе исследуемого района маркирует Аргуно-Мамынский блок, в центре максимум изобат района регистрирует Цзямусы-Буреинский массив [2], на востоке – территорию нижнего Амура.

Литература

1. NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) [Электронный ресурс]. URL: https://www.ngdc.noaa.gov/ (дата обращения: 17.01.2017).
2. Глубинное строение и металлогения Восточной Азии / отв. ред. А.Н. Диденко, Ю.Ф. Малышев, Б.Г. Саксин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 332 с.
3. Землетрясения России. – Обнинск: Геофизическая служба РАН, каталоги 2003 – 2009 гг.
4. Левин Б.В., Ким Чун Ун, Нагорных Т.В. Сейсмичность Приморья и Приамурья в 1888-2008 гг. // Вестник ДВО РАН. – Владивосток, 2008. – №6. – С.16 – 22.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ И СКВАЖИННЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТРЕЩИНОВАТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ФУНДАМЕНТЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.А. Волкова

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большинство крупных месторождений с традиционными запасами, в основном представленными терригенным коллектором в антиклинальных ловушках, выработаны и приходит время трудноизвлекаемых запасов углеводородов в сложнопостроенных, преимущественно трещиноватых коллекторах. В последние годы заметно возрос интерес к изучению данного типа коллекторов, которые характеризуются достаточно низкой пористостью и высокой проницаемостью за счет трещин. Одной из основных трудностей для последующей разработки является понимание распространения трещин в межскважинном пространстве, что особенно актуально при выборе направления ствола дорогостоящих наклонных и горизонтальных скважин.

Следует отметить актуальность поиска и разведки месторождений в фундаменте. Обычно такие месторождения характеризуются комплексными системами порового пространства, состоящими из соединенных между собой пор, каверн и фильтрующих трещин. Кроме того, данным месторождениям зачастую свойственны различные литологические замещения, вызванные вторичными дигенетическими преобразованиями горных пород.

Основными, наиболее достоверными методами изучения трещиноватости являются скважинные методы. Например, измерение элементов залегания на ориентированном керне и микросканирование скважин позволяют достаточно точно определить плотность трещин и их ориентацию. Но значительная неопределенность данных методов вызывается тем, что при бурении горные породы деформируются, происходит разгрузка напряженных состояний, вследствие чего образуются новые (техногенные) трещины и изменяется апертура ранее существовавших трещин. Кроме того, у данных методов радиус исследований может лишь незначительно превышать радиус скважины. Гидродинамические исследования скважин позволяют оценить расстояние до разломов/зон трещиноватости; гидропрослушивание скважин и трассерные исследования позволяют выделить преимущественные направления фильтрации. Естественно, данных исследований недостаточно для достоверного определения распределения сети трещин в породе-коллекторе. Можно изучать трещиноватость на обнажениях, где имеется возможность наблюдать распространение трещин и их взаимодействие на значительной площади. Но обнажения-аналоги месторождений находятся на большом удалении от изучаемых территорий, и, кроме того, месторождения-аналоги не могут быть точной копией изучаемого объекта, что опять же не позволяет дать точную характеристику трещиноватости.

Сейсмические исследования позволяют значительно снизить неопределенности при изучении данного вопроса. Несравненный плюс таких исследований заключается в том, что современная трехмерная (3D) сейсмическая съемка равномерно охватывает значительную площадь над месторождением, независимо от неравномерно расположенных на площади скважин [1]. Существует достаточное количество разнообразных

методов выделения трещиноватости по данным сейсморазведки. Имеется возможность оценивать как интенсивность трещиноватости, так и ее азимутальную направленность.

Важно понимать, что по сейсмическим материалам затруднительно сказать, сколько именно трещин находится в пласте и какова пространственная ориентация каждой из них; но можно по характерным признакам выделить зоны повышенной трещиноватости и определить их преимущественную азимутальную ориентировку.

Наиболее распространенными и общедоступными для решения этой задачи являются сейсмические атрибуты, каждый из которых подчеркивает определенную характеристику волнового поля, связанную с трещинами. Геометрические атрибуты преимущественно направлены на анализ геометрии сейсмического горизонта, что является прямым признаком наличия трещиноватости. К геометрическим атрибутам относится большая часть всех применяющихся на практике методов. Наиболее информативные из них следующие: кривизна, дисперсия и запатентованный компанией Шлюмберже атрибут Ant-Tracking. Кривизна является мерой структурной деформации – анализирует форму сейсмического горизонта и показывает, насколько он изогнут в некоторой точке. Дисперсия позволяет выделить несоответствие сигнала по латерали и указывает на неоднородности вследствие зон разломов, трещин и разрывных нарушений. Ant-Tracking особо ценится за технологию прослеживания разрывных нарушений, зон высокой плотности трещин и коридоров трещиноватости. Метод включает в себя нейронные сети с обучением для создания синергетического искусственного интеллекта на основе поведения колонии муравьев, что имитирует поток флюида по трещинам [3].

Рассмотренные геометрические атрибуты были рассчитаны и проанализированы для одного из месторождений пород фундамента со сложным блоковым строением. Месторождение S расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в структурном элементе северо-восточного борта Нюрольской впадины и локализовано на тектоническом поднятии северо-западного простирания. Доюрская поверхность палеозойского фундамента представлена разновозрастными породами различного состава (доломиты, известняки, кремнистые породы и эффузивы) и характеризуется высокой степенью расчлененности. Основные тектонические нарушения имеют северо-западное и северо-восточное простирания. Нефтяная залежь месторождения S приурочена к доломитам замещения [4].

Существующие методы выделения трещиноватости по сейсмике являются достаточно точными, но косвенными. Это вызвано тем, что множество других явлений, например, зоны выклиниваний, литологические замещения, да и просто артефакты, связанные с проведением полевых сейсморазведочных работ, дают сейсмический отклик, сравнимый с откликом от трещиноватости.

Кроме того, зачастую наблюдается, что разные сейсмические методы показывают неодинаковую картину распространения трещиноватости.

Для наиболее полного понимания распространения трещиноватости в исследуемой породе недостаточно только сейсмических данных, необходима интеграция сейсмики с другими данными, содержащими в себе информацию о трещинах [2]. Наиболее точными считаются скважинные измерения. Но только при попадании скважины в зону направленной трещиноватости верификация выделенных трещин по сейсморазведке с результатами интерпретации скважинных методов будет давать положительный результат. Причина заключается в кардинально различающихся радиусах исследования. На опытном участке месторождения S с направленной трещиноватостью обоснован перебор сейсмических методов выделения трещиноватости с целью наилучшей корреляции со скважинными данными, после чего можно с большей уверенностью перемещаться на недостаточно исследованные скважинами аналогичные территории.

Помимо данных по плотности трещин, скважинные методы позволяют получать информацию об их азимутальной направленности, которая обычно наглядно визуализируется в виде роз-диаграмм. На рассматриваемом месторождении S, из скважинных исследований трещиноватости имелись только данные, полученные электрическим микросканером (Compact Micro Imager) в скважине S2.

Для сопоставления сейсмических данных со скважинными были выделены линеаменты на временном срезе атрибута Ant-Tracking в области исследованной скважины.

Для выделения преимущественных направлений трещиноватости по сейсмическим данным автором был написан макрос в программе Microsoft Excel. На вход в макрос подаются координаты линеаментов, а на выходе получается роза-диаграмма азимутальной направленности трещин.

На рисунке представлены результаты комплексного анализа сейсмических и микросканерных данных в палеозойском фундаменте месторождения S, которые показали неплохую сходимость.

Таким образом, для сложнопостроенных месторождений фундамента на примере месторождения S был продемонстрирован интеграционный подход к оценке направлений трещиноватости путем комплексного анализа сейсмических атрибутов и данных скважинного микросканера. Наблюдается достаточная сходимость данных микросканера с атрибутным анализом сейсмики.

Результат свидетельствует о том, что в зоне расположения скважины S2 наблюдается протяженная система трещин.

Для дальнейшего развития методов анализа трещиноватости по выделенным линеаментам в комплексе со скважинными данными следует объективно оценивать требуемый радиус выделения линеаментов на сейсмических материалах.

Также более корректно будет присваивать линеаментам различные веса, например, в зависимости от их протяженности.

Кроме того, появляется возможность выхода на оценку плотности трещиноватости, что явилось бы достаточно ценным результатом.

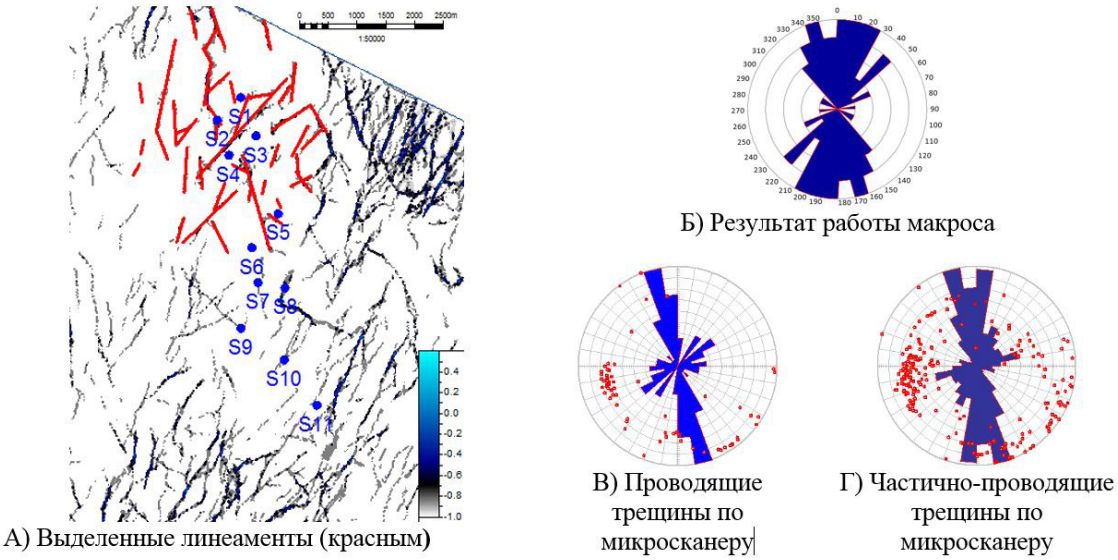


Рис. Интеграционный подход к анализу сейсмических и скважинных данных с целью анализа преимущественных направлений трещиноватости

Литература

1. Aarre V., Astratti D., Dayyni T.N., Mahmoud S.L., Clark A., Stellas M., Stringer J., Toelle B., Vejbaek O, White G. Seismic detection of subtle faults and fractures // Oilfield Review. – 2012. – V. 24. – № 2. – P. 28 – 43.
2. Astratti D., Souche L., Faskhoodi M.M., Menegatti P. Seismic to simulation fracture characterization of a Green carbonate reservoir in presence of large uncertainties // SPE Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference. – Abu Dhabi, 2010. – 10 p.
3. Chopra S., Marfurt K.J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. – SEG Geophysical Development Series. – 2007. – № 11. – 465 p.
4. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Горный журнал. – Томск, 2012. – Специальный выпуск. – С. 35 – 38.

ГЕОФИЗИКА И НЕФТЕНОСНОСТЬ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ АЙ-ПИМСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.С. Голов
Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Битуминозные глинисто-кремнисто-карбонатные отложения баженовской свиты – самое известное геологическое образование Западной Сибири. Характеризуется свита, в первую очередь, высокой радиоактивностью и высоким удельным электрическим сопротивлением (УЭС), а также региональным распространением. Благодаря своему составу и аномальным физическим свойствам, в геологических и геофизических исследованиях скважин баженовская свита используется как репер и региональная покрышка для Верхнеюрского нефтегазоносного комплекса. С начала разработки в США формации Баккен за углеводородами баженовской свиты аналогичного залегания закрепился термин «сланцевая нефть».

Ай-Пимское нефтяное месторождение является одним из немногих, где начата разработка и получены притоки нефти из пласта $Ю_0$ – баженовской свиты. Производственные и научные исследования на этом месторождении ведут ОАО «Сургутнефтегаз» и ТО «СургутНИПИнефть». Опыт их работы бесценен для других нефтяных месторождений Западной Сибири [2]. Поскольку геофизические исследования скважин (ГИС) на этих месторождениях уже проведены, баженовская свита Ай-Пимского месторождения может служить геофизическим эталоном ее нефтенасыщенности.

Цель исследования: выявление связи геофизических параметров баженовской свиты (пласт $Ю_0$) с ее нефтепродуктивностью.

Объекты исследования: разрезы скважин 1, 2+ и 3+ с данными ГИС. Все три скважины (номера условные) находятся в контуре категории запасов С1, размещаются с севера на юг соответственно, расположены на восточном склоне Ай-Пимской положительной структуры (скважина 2+ ближе всего к купольной части). Статистический анализ проведен для показаний методов ГИС: ГК (естественная гамма-активность); НКТ (нейтронный каротаж,

измеряется величина, обратная водородосодержанию) и ИК (индукционный каротаж в масштабе УЭС с разными зондами ВИКИЗ).

Разработка пласта Ю0 ведется за счет его внутренней энергии. Температуры пласта 95-121 °С, коэффициент аномальности высокого пластового давления 1,84 (Малышев, 2014). На картах поровых давлений область разрабатываемой залежи (границы категории С1) выделяется понижением порового давления в матрице и, особенно, в трещинах, что связано с отработкой способом истощения. Быстрое падение продуктивности скважин в связи со способом разработки не позволяет использовать величины притока в качестве характеристики нефтенасыщенности баженовской свиты. В настоящей статье были использованы группы скважин (Сонич, 2009): низкопродуктивные, куда относится скв.1, и высокопродуктивные (скв.2+ и 3+). При одинаковых условиях разработки продуктивность скважины 2+ превышает таковую скважины 1 в 14 раз.

Результаты исследований приведены на рис.1, 2 и в табл. 1,2.

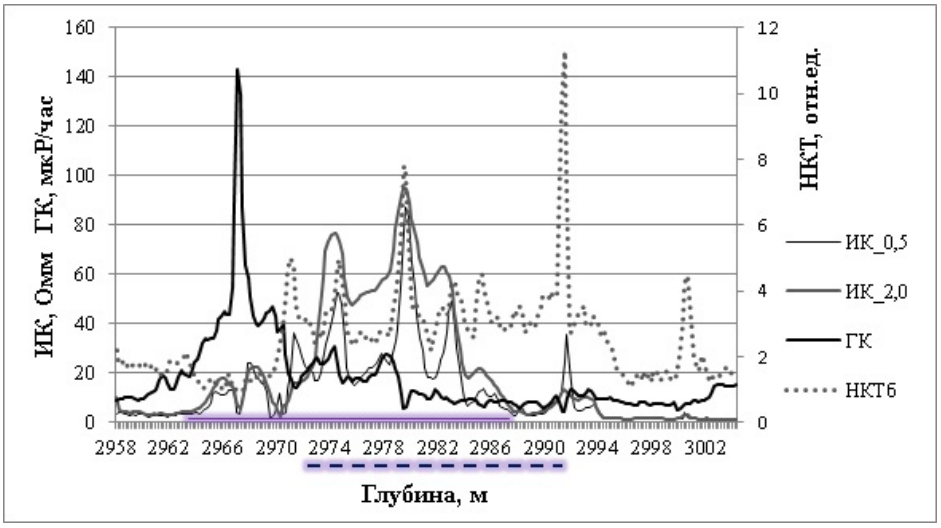


Рисунок 1. Результаты геофизических исследований разреза скважины 2+ . На каротажной диаграмме отмечены интервал баженовской свиты (сплошная линия) и интервал перфорации (пунктирная линия)

При анализе каротажных диаграмм скважин Ай-Пимского месторождения (рис.1) выявляется главная его особенность: аномалии базовых параметров баженовской свиты, радиоактивность ГК и электрическое сопротивление (ИК) пространственно раздвинуты, чего не наблюдается в скважинах, например, Самотлора [1] или Томской области. Кровельная часть баженовской свиты преимущественно глинисто-кремнистая (высокие показания ГК и низкие НКТ и ИК), подошвенная – преимущественно карбонатная с противоположным поведением геофизических параметров. Чисто карбонатные прослойки выделяются пиками показаний НКТ, малого и большого зондов ИК, минимумами ГК. Аналогичное геофизическое различие кровельной и подошвенной части для низкопродуктивной скважины можно видеть на рис.2.

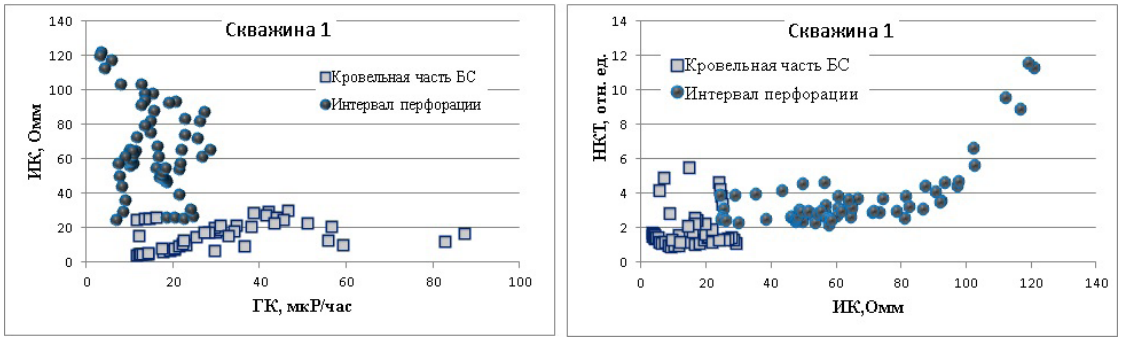


Рисунок 2. Различие геофизических параметров баженовской свиты в кровельной и подошвенной (интервал перфорации) частях баженовской свиты (разрез скважины 1)

На Ай-Пимском месторождении вторичное вскрытие пласта (перфорацию) производят в подошвенной (карбонатной) части баженовской свиты (рис.1). На карбонатный интервал в среднем приходится более 75% притока (Сонич, 2010). Это связано с большей долей в карбонатной части кавернозно-трещинной пористости, большей раскрытостью трещин и большей проницаемостью пласта [2].

В связи с резкими различиями кровельной и подошвенной частей баженовской свиты по геофизическим и фильтрационным параметрам статистические исследования по ним проведены раздельно (табл.1,2).

Таблица 1

Статистические характеристики геофизических параметров интервалов разреза баженовской свиты: медианы/стандартные отклонения и интервалы изменения

Разрез	Интервалы баженовской свиты	ГК, мкР/час	ИК, Омм	НКТ, отн.ед.
Скв. 1	Кровельная часть	27,9 / 17,7 *(11,7-87,5)*	14,9 / 8,1 *(3,7-29,4)*	1,41 / 1,14 *(0,88-5,51)*
	Интервал перфорации	16,1 / 6,3 *(3,4-28,9)*	59,7 / 24,1 *(24,5-121,2)*	3,0 / 1,92 *(2,16-11,57)*
Скв. 2+	Кровельная часть	39,8 / 26,8 *(14,3-143,4)*	13,6 /5,9 *(2,7-22,7)*	1,33 / 1,1 *(0,94-5,0)*
	Интервал перфорации	12,8 / 7,0 *(5,3-31,1)*	53,2 / 23,8 *(7,2-94,2)*	3,1 /1,0 *(2,18-7,78)*
Скв. 3+	Кровельная часть	48,5 / 27,4 *(21,0-128,1)*	17,7 / 7,3 *(1,9-28,8)*	2,99 /1,77 *(1,8-8,82)*
	Интервал перфорации	13,4 /7,6 *(9,3-31,8)*	62,2 / 28,0 *(8,7-110,3)*	6,36 / 1,27 *(5,02-10,22)*

При объяснении статистических данных принимались во внимание возможные причины изменения геофизических параметров баженовской свиты (Сонич и др.,1997, Номоконова и др., 2013). Радиоактивность (ГК) в наибольшей степени связана с содержанием керогена и при нефтеобразовании понижается. Показания нейтронного каротажа НКТ прямо зависит от карбонатизации и обратно от нефтенасыщенности. УЭС (ИК) увеличивается и при увеличении и карбонатизации, и нефтенасыщенности.

Таблица 2

Уравнения связи и коэффициенты достоверности линейной аппроксимации (R^2) параметров ИК и НКТ баженовской свиты в интервале перфорации

Скважина 1	Скважина 2+	Скважина 3+
$НКТ$=0,056$ИК$+0,109 R^2=0,488	$НКТ$=0,018$ИК$+2,448 R^2=0,186	$НКТ$=0,026$ИК$+5,194 R^2=0,316

С учетом принятых причин изменения геофизических параметров баженовской свиты по результатам исследования можно сделать следующие выводы.

Отличие высокопродуктивных скважин (2+, 3+) от низкопродуктивной (скв. 1) Ай-Пимского месторождения заключается:

в более высокой радиоактивности и неоднородности ГК кровельной части баженовсеой свиты и существенном различии по ГК кровельной и подошвенной частей;

в менее тесной линейной корреляционной связи между показаниями НКТ и ИК в подошвенной части баженовской свиты и в меньшем угле наклона этой зависимости.

Для других месторождений в качестве признака продуктивности необходимо добавить – раздвинутость аномалий радиоактивности и электрического сопротивления.

Понижение УЭС в высокопродуктивной скважине 2+ может быть связано с расположением ее в зоне более высокого пластового давления, что положительно сказывается на притоках нефти, но может понизить (?) гидрофобность коллектора.

Литература

1. Номоконова Г.Г. Геофизические особенности баженовской свиты месторождения Самотлор // XXI Губкинские чтения «Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России», секция 6. Москва, 2016. – С. 52-58. http://www.gubkin.ru/sciense/scientific_activity/Gubkins_readings/Sektsiya6.pdf
2. Чирков В.Л. На свой страх и риск // Нефтегазовая вертикаль, 2010, № 23-24. – С. 88-92.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ КУЗБАССА (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ)

А.С. Драчуков
Научный руководитель доцент Лобова Г.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Впервые на Кузбасс как на возможный перспективный район в отношении нефтегазоносности обратил внимание еще в 1920 году известный геолог, академик М.А. Усов [4]. В 1932 г., на Урало-Кузбасской сессии АН СССР И.М. Губкин также высказался положительно о перспективах Кузбасса. Активные поиски месторождений углеводородов начались в 1933 году и велись до 1962 года на всей территории Кузбасса (рис.1). Проведенными работами была доказана нефтегазоносность подугольных девон-пермских отложений. Однако, промышленных притоков получено не было, и работы были приостановлены. В настоящее время, когда приоритетными территориями для проведения поисковых работ на нефть и газ являются труднодоступные и сложные в климатическом отношении арктические земли, возможно, стоит вспомнить о прерванных поисково-разведочных работах в Кузбассе и возобновить поиски углеводородов. Строительство нефтеперерабатывающего завода в Кемеровской области значительно повышает актуальность этих исследований.

Цель настоящих исследований – оценить геотермические условия разрезов глубоких скважин, пробуренных в различные годы поисково-разведочных работ.

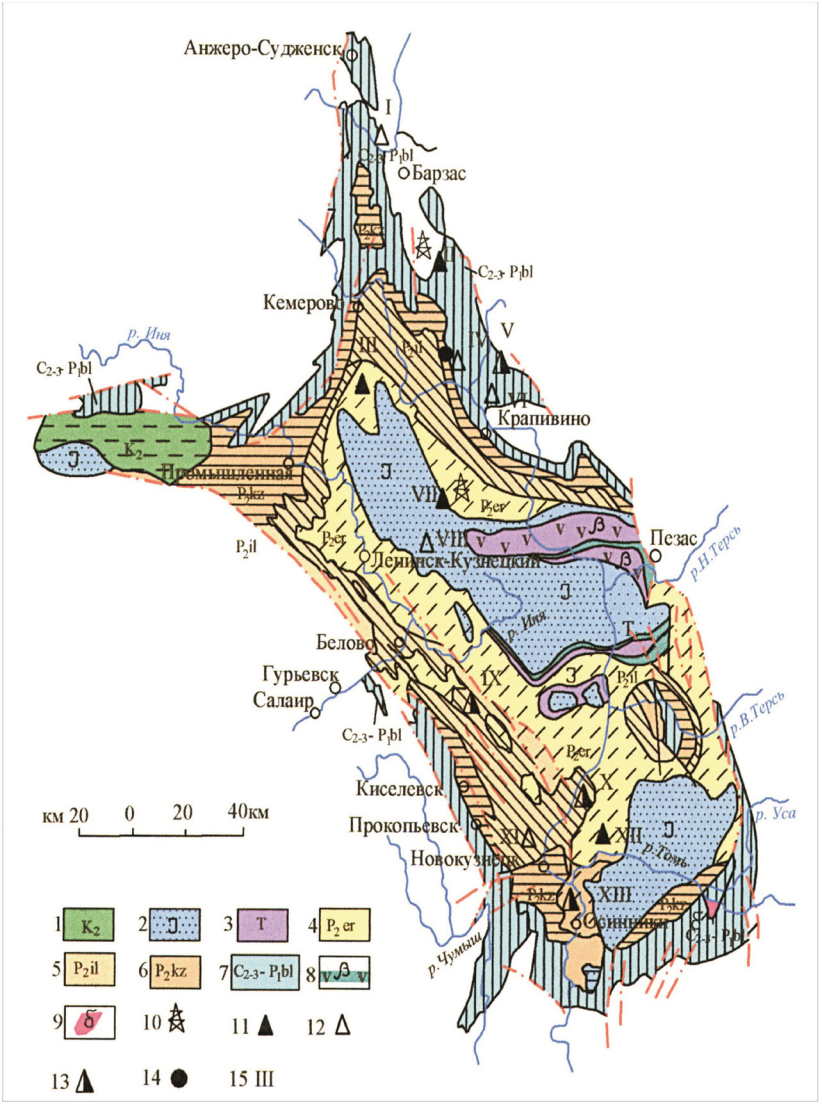


Рис.1. Обзорная карта площадей нефтепоисковых работ в Кузбассе [1]: 1 – меловые отложения; 2 – конгломератовая толща; 3 – нижнее- и верхнемальцевская свита; 4 – ерунаковская свита; 5 – ильинская свита; 6 – кузнецкая свита; 7 – нижнее- и верхнебалахонская свита; 8 – триасовые палеобазальты; 9 – нижнепермские диабазы и габбро; 10 – опорные скважины; 11 – площади структурно-поискового и глубокого нефтепоискового бурения; 12 – площади структурно-поискового бурения с неподтвержденными антиклинальными структурами; 13 – площади структурно-поискового бурения законсервированные; 14 – глубокая структурно-поисковая скважина; 15 – номер площади: I – Западно-Невская; II – Ермаковская; III – Сыромолотнинская; IV – Воскресенская; V – Заломинская; VI – Нижне-Грязненская; VII – Борисовская; VIII – Тарадановская; IX – Лукьяновская; X – Казанковская; XI – Ильинская; XII – Абашевская; XIII – Абагурская

Характеристика объекта исследований. Территория исследования приурочена к крупной отрицательной структуре первого порядка – Кузнецкому осадочному бассейну. Он граничит на северо-востоке и юго-востоке с каледонскими структурами Кузнецкого Алатау и Горной Шории, на юго-западе по крупному Тырганскому

(Афонино-Киселевскому) надвигу смыкается с Салаирским кряжем – каледонской структурой. Кузнецкий осадочный бассейн, по мнению исследователей [1], вполне может быть отнесен к рифтовому бассейну. Он имеет утонченную земную кору, повышенный тепловой поток, зоны растяжения, обеспечившие излияния базальтов, асимметрию бассейна и высокую сейсмичность. Кузнецкий бассейн как рифтогенная структура может оказаться весьма благоприятным для генерации и размещения углеводородов. По данным [3] основными потенциальными нефтематеринскими свитами являются темно-серые битуминозные известняки нижнего карбона. В качестве нефтематеринских пород в девонских отложениях может рассматриваться пласт в дмитриевско-перебойской толще мощностью до 60 м с содержанием органического вещества 8-10% с горизонтом битуминозных известняков, переходящих в горючие сланцы [2].

Исходными данными послужили измерения величины геотермического поля в пунктах наблюдения и результаты замеров температуры в разведочных скважинах. В северо-восточной части Кузбасса пробурено 8 глубоких скважины на пяти поисковых структурах. Глубины скважин варьируются от 2018 м до 2937 м со вскрытием на забое отложений девона. В трех скважинах испытание не проводилось, две скважины были ликвидированы по техническим причинам. В центральной части бассейна на трех поисковых площадях было пробурено 15 скважин. Скважины бурились глубиной от 1200 м с пермскими породами на забое (Р-7 Борисовская) до 2937 м со вскрытием нижнекаменноугольных пород (Р-5 Абашевская). Четыре скважины были ликвидированы по техническим причинам.

Результаты исследования. В скважине Р-1, пробуренной на Сыромолотненской площади на глубине 2900 м зафиксирована температура 64,5 °С. Геотермический градиент составил 2,2 °С (рис. 2). Расчетные температуры на глубине 4000 м – 88 °С, 5000м – 110 °С, 6000 м – 132 °С, 7000 м – 154 °С, 8000 м – 176 °С, 9000 м – 200 °С. На Воскресенской площади в скважине Р-1 на глубине 2720 м температура составила 89,3 °С, геотермический градиент 3,3 °С. Следовательно, на глубине 3000 м расчетная температура 98 °С, на глубинах 4000 м – 132 °С, 5000 м – 165 °С, 6000 м – 198 °С. На Абашевском куполе в скважине Р-3 на глубине 2060 м температура составила 65,6 °С, градиент 3,3 °С. Расчетная температура на глубинах: 3000 м – 95 °С, 4000 м – 125 °С, 5000 м – 155 °С, 6000 м – 185 °С.

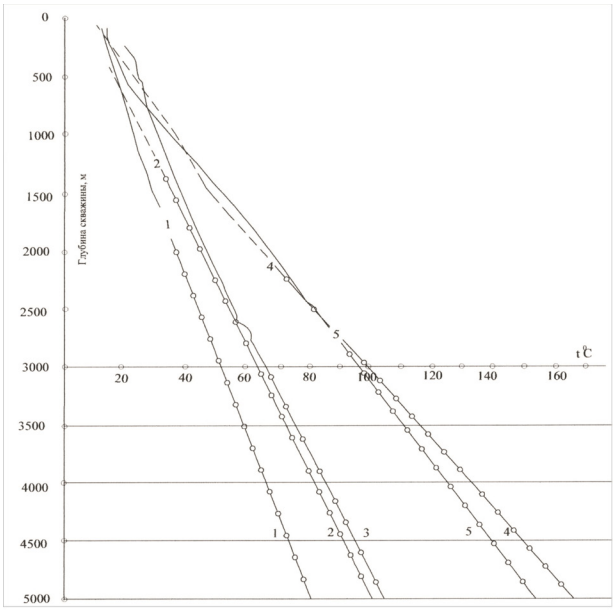


Рис.2. Изменение температуры с глубиной в скважинах Кузбасса по [1]:
1 – Невская площадь (скв. Р-3); 2 – Борисовская площадь (скв. Р-7); 3 –Сыромолотенская площадь (скв. Р-1); 4 – Абашевская площадь (скв.Р-3); 5 – Воскресенская площадь (скв. Р-1)

Заключение. Исходя из имеющихся данных температуры осадочной толщи и величин геотермического градиента, максимальная глубина возможного распространения залежей нефти и газа в Кузбассе может определяться уровнем не менее 6000м. А если учесть, что величина геотермического градиента в осадочном комплексе Кузбасса в среднем в полтора раза меньше, чем геотермический градиент осадочного чехла Западно-Сибирской плиты, то можно предположить благоприятные температуры в нижнепалеозойском осадочном комплексе бассейна. Таким образом, термодинамические условия вполне благоприятные для существования углеводородов во всей толще осадков Кузбасса.

Литература

1. Ашурков В.А. Кузнецкий бассейн – крупный перспективный нефтегазоносный район России // ТЭК и ресурсы Кузбасса, Кемерово, 2001. – № 2. – С. 86 – 90.
2. Максимова С.В. Литология и условия образования битуминозной известняковой толщи нижнего карбона Кузнецкого бассейна / под ред. Г. И. Теодорович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1961. – 115 с.
3. Муромцев В.С. Стратиграфия каменноугольных отложений СВ части Кузбасса по материалам Ермаковской опорной скважины // Труды ТГУ. – Томск, 1960. – Т.146. – С. 96 – 102.
4. Усов М.А. Тектоника Анжерского каменноугольного месторождения // Изв. Сиб. Геолкома, вып. 4, 1920.–36 с.

ПРОГНОЗ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ УЧАСТКОВ СКЛОНА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ

А.А. Ислямова
Научный руководитель профессор М. М. Немирович-Данченко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На возникновение напряженного состояния склона, которое может привести к образованию оползня, наибольшее влияние оказывает сложная форма рельефа и механические характеристики слагающих его грунтов. Данное наблюдение было получено и в результате полевых наблюдений, и в специальных исследованиях с применением лабораторных установок. Обычно оползнеопасный участок имеет выраженную верхнюю бровку и сложное расчлененное строение склона.

В данной работе поставлена задача подготовить компьютерную модель склона с потенциальной способностью образования оползня, рассчитать распределение напряжений в его теле и выделить наиболее опасный участок. Отличительная особенность такой постановки – оценка устойчивости покровных образований, на поверхности которых отсутствуют явные признаки формирования оползня. К таким признакам можно отнести наличие трещин растяжения на склоне, что является прямым следствием ослабления прочности грунтов и нарушения равновесия.

Поставленная задача решается численно, путем конечно-разностного расчета поля напряжений в специально созданной механико-математической модели склона. Геологический разрез модели состоит из коренной основы и покровных образований мощностью от 5 до 30 м, угол падения склона задается в пределах 15-35 градусов.

Для проверки корректности алгоритма и тестирования разработанных программ использовались исходные данные и результаты физического эксперимента, проведенного в Институте физики и механики горных пород НАН Кыргызстана [1]. В опыте использовались модели, подобные изображенной на рис. 1,а с тремя основными углами склона: 15, 25 и 35º. Распределение напряжений фиксируется методом фотоупругости, выделяются максимальные касательные напряжения. Количественной характеристикой напряженного состояния служит число контрастных полос, зарегистрированных в теле модели. В работе показано, что при увеличении угла падения пластов склона до 35º наблюдается появление максимальных концентраций напряжений не только на угловой точке, но и смещение их вниз вдоль подошвы покровных отложений. Следствием такого поведения характеристик поля может являться неустойчивость склона и потенциальная опасность образования оползня.

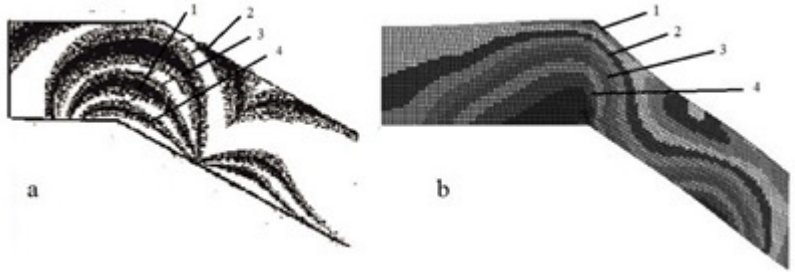


Рис. 1. a) Модель склона и распределение касательных напряжений из [1]; b) То же, полученное в результат расчета; 1, 2, 3, 4 - порядок полос

Для выполнения компьютерного моделирования была составлена аналогичная модель и произведен расчет конечно-разностным методом, адаптированным для геологических сред [2]. Для более наглядного сравнения исходный угол наклона модели составлял также 35º. Толщина покровных грунтов на склоне – 24.5 м, их плотность $\sigma = 1500$ кг/м^3, модуль Юнга $E = 5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0{,}32$. Уравнения движения содержат вектор силы тяжести, направленный вертикально вниз. Установившаяся картина максимальных касательных напряжений приведена на рис. 1,b. Судя по данному распределению напряженного состояния, особая точка поля находится не в зоне изменения угла наклона модели, а смещена вниз по границе грунтов. Данная особенность совпадает с результатом физического эксперимента, описанного в [1].

При анализе полевых наблюдений за поведением различных по устойчивости склонов отмечается, что при переходе массы грунтов в неустойчивое состояние зона растягивающих напряжений распространяется вниз вплоть до подножия склона. Последующее развитие процесса приводит к проседанию дневной поверхности в точке, удаленной от бровки на расстояние, примерно равное мощности покрывающих грунтов. Данные особенности формирования оползня регистрируются в ходе математического расчета, что говорит о корректности комплекса используемых программ, достоверности получаемых результатов и возможности применения алгоритма для решения практических инженерных задач.

Следующий этап работы заключался в построении модели реального участка, расположенного вдоль профиля проектируемой автомобильной дороги. Рассматриваемая ранее модель склона представляла собой двухслойный разрез с весьма простой геометрией границ, чего нельзя ожидать от реального геологического строения форм рельефа. Поэтому в качестве исходных данных для расчета был взят утвержденный геологический разрез профиля, проходящий по склону карьера в районе г. Белово, Кемеровская область (рис. 2,а). Скан был переведен в векторный формат изображения, затем зона каждого типа грунта заполнялась соответствующим цветом (табл.). При помощи технологии цветовой заливки можно каждой точке рисунка задать набор присущих породе характеристик, участвующих в расчете. В результате получаем модельный разрез, где присутствует семь

различных по своим свойствам сред (рис. 2,б), в том числе и атмосферный воздух, нужный для расчета явлений на дневной поверхности. Таким образом получаем модель размерами 819*598 м, при этом количество расчетных ячеек составило около $0.5*10^6$.

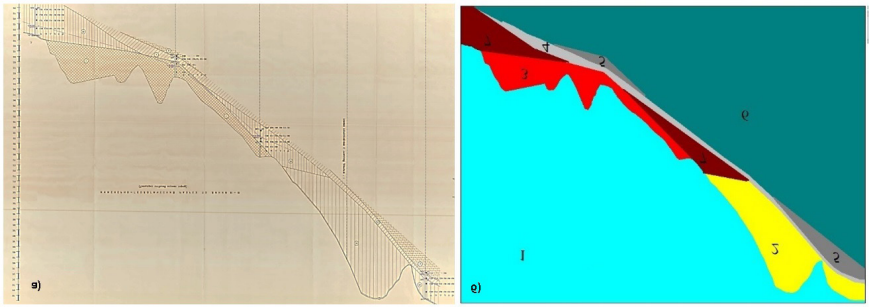


Рис. 2. а) исходный геологический разрез б) полученный растровый рисунок (обозначения цветов в таблице)

Таблица

Характеристики и цветовое обозначение грунтов разреза

	ρ, кг/м	*Vs*, м/с	*Vp*, м/с	Цвет модели	Состав вещества
1	1,2	0	343		Атмосферный воздух при +20°С
2	1,98	135 -270	260 - 320		Суглинок аллювиально-делювиальный, полутвердый - тугопластичный
3	1,75	125 - 140	220 -290		Насыпной грунт
4	1,954	140 - 180	240 - 290		Суглинок элювиальный, твердый - полутвердый с единичными включениями мелкой дресвы
5	2,20	600	1300		Полускальный грунт (аргиллит, алевролит, песчаник) выветрелый до щебня и дресвы - обломочная зона коры выветривания
6	2,20	1000	1600		Кора выветривания
7	1,91	135 - 180	220 – 350		Суглинок аллювиально-делювиальный, мягкопластичный - текучепластичный

После построения модели был запущен расчет механических параметров, влияющих на напряженное состояние склона. Ниже (рис. 3) представлена теневая картина установившегося поля максимальных касательных напряжений.

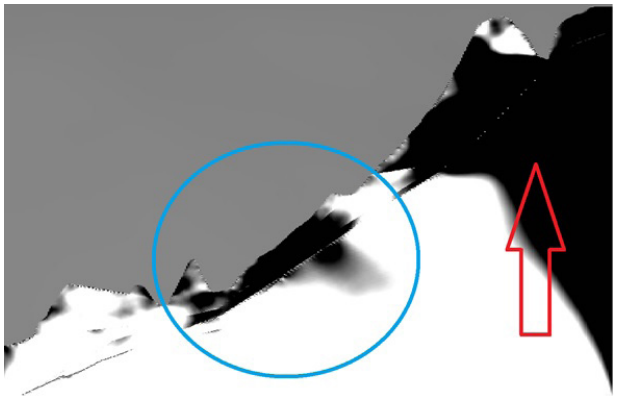


Рис. 3. Поле максимальных касательных напряжений. Красная стрелка – влияние правой границы, в синем круге – полученный оползнеопасный участок.

На рис. 3 видно, что существенно на результат расчета влияет правая граница (так называемая «жесткая стенка»). Поэтому эту часть расчета следует считать недостоверной. Синим кругом отмечена область, очевидно, не подверженная влиянию граничных условий. Существующие в этой области касательные напряжения достигают 5 Мпа и могут быть критическими для устойчивости оползневого тела, находящегося в метастабильном состоянии.

В результате проведенного исследования можно предположить, что средняя часть склона может оказаться наиболее неустойчивой при дополнительных условиях, критических для гравитационных оползней: резкое изменение влажности или сейсмического воздействия любого генезиса. Это поведение, вероятно, вызвано наличием мягкопластичного суглинка, частично подстилающего насыпной грунт. В поле силы тяжести напряженное состояние мягкопластичного суглинка смещается вниз по склону, приводя к росту касательных напряжений в районе.

Литература

1. Айтматов И.Т., Кожогулов К.Ч., Никольская О.В. Геомеханика оползнеопасных склонов. – Бишкек: Изд-во "Илим", 1999. - 208 с.
2. Немирович-Данченко М.М., Стефанов Ю.П. Применение конечно-разностного метода в переменных Лагранжа для расчета волновых полей в сложнопостроенных средах // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 11. – С. 95-104.

РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ В УГЛЯХ

А.В. Ищук

Научный руководитель ст. преподаватель Д.Ю. Пак

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

При переработке и комплексном использовании твердых горючих ископаемых особую актуальность приобретает проблема получения оперативной информации об элементном составе. Непосредственное определение концентрации отдельных элементов в углях представляет собой сложный химический анализ. На практике содержание элементов оценивают по результатам химического анализа золы, полученной в результате сжигания угля. Существующее качественное и количественное несоответствие между золой, полученной в результате сжигания, и минеральной массой угля делает традиционный химический метод весьма неточным.

В практике экспрессного анализа твердого топлива находят применение ядерно-физические методы [7,8], которые составляют серьезную конкуренцию традиционным химическим методам анализа. Среди ядерно-физических методов наибольшую популярность получили инструментальные методы с применением гамма-излучения, отличающиеся сравнительно высокой чувствительностью, недеструктивностью и простотой реализации.

Уголь как объект контроля представляет собой сложное многокомпонентное вещество, включающее органическую (горючую) и неорганическую (минеральную) массу. Минеральная (золообразующая) масса угля весьма разнообразна по вещественному составу. Она содержит соединения Al, Si, Na, Mg, S, Ca, Fe и др. При этом более 95% всей минеральной массы составляют соединения алюминия, кремния, кальция и железа. В целом же, нет устойчивых корреляционных зависимостей между золообразующими элементами, характерных для большинства месторождений твердого топлива. Значительная изменчивость компонентного состава минеральной части и отсутствие закономерностей перераспределения составных компонентов углей являются основными дестабилизирующими факторами, снижающими точность анализа углей гамма-методами.

Ранее [5] показана возможность анализа углей на кальций с помощью возбуждения рентгеновской флуоресценции кальция первичным гамма-излучением радионуклидного источника плутоний-238 (~16 КэВ). Выбор данного источника обусловлен требованием получения повышенной чувствительности рентгеновского анализа к кальцию при энергии первичного излучения $E_O > 3E_K$, где E_K – энергия потенциала ионизации кальция (4.04 КэВ). При этом возникает проблема учета дополнительного (избирательного) подвозбуждения кальция за счет рентгеновской флуоресценции железа, обусловленной фотоэлектрическим поглощением первичного гамма-излучения атомами железа. Учет возмущающего влияния непостоянства содержания железа на результаты рентгенорадиометрического определения кальция в углях способом стандарта-фона (спектральных отношений) не дает ощутимых результатов по точности. Лучшими метрологическими характеристиками обладает способ множественной регрессии, реализующий феноменологический принцип составления уравнения градуировочной характеристики [5], предусматривающий раздельную регистрацию рентгеновской флуоресценции кальция (~3.7 КэВ) как определяемого элемента и железа (~6.4 КэВ) как влияющего элемента. Практическая реализация рентгенорадиометрического способа в варианте множественной регрессии предусматривает не только применение спектрометра с высоким энергетическим разрешением и жесткой стабилизацией энергетической шкалы, но и трудоемкие операции по созданию стандартных образцов углей различного компонентного состава, адекватных по гамма-поглощающим и рассеивающим свойствами реальным углям.

Возможно раздельное определение зольности угля и содержания железа на основе совместного решения уравнений, связывающих интенсивности рассеянного углем гамма-излучения и рентгеновского флуоресцентного излучения [3]. Сложность точного учета вклада рассеянного излучения, обуславливающего неоднозначность результатов, в область аналитической линии определяемого элемента ограничивает использование такого метода для однозначного определения кальция в угле. Исключить возмущающее влияние вариаций содержания железа на результаты рентгенорадиометрического определения кальция в углях можно путем возбуждения рентгеновской флуоресценции кальция первичным гамма-излучением с энергией выше К-края поглощения кальция, но ниже К-края поглощения железа (~7.1 КэВ). Этому условию наиболее соответствует радионуклидный источник Fe-55. Расчеты эффективных массовых коэффициентов фотопоглощения гамма-квантов с энергией 5.9 КэВ для наполнителя минеральной части, содержащей Al, Si и Fe в соотношении, принятом для реальных углей, показали, что такой наполнитель с хорошим приближением можно аппроксимировать алюмосиликатами.

Таким образом, уголь как объект анализа с использованием первичного гамма-излучения с энергией ~5.9 КэВ можно аппроксимировать трехкомпонентной смесью углерода, кальция и наполнителя минеральной части (алюмосиликаты), в которой кальций является наиболее тяжелым компонентом, обладающим повышенными гамма-поглощающими свойствами.

Интенсивность рассеянного углем гамма-излучения N_S неоднозначно связана с содержанием кальция. Причиной неоднозначности служит непостоянство компонентного состава угля: изменение содержания кальция может сопровождаться соответствующим изменением зольности (кальций замещается углеродом), либо при неизменной зольности угля – изменением содержания наполнителя, либо одновременным изменением как зольности, так и компонентного состава минеральной части. Оценить значимость дифференциации результатов при изменении контролируемого (влияющего) параметра можно по величине относительной чувствительности, характеризующей относительное приращение интенсивности рассеянного гамма-излучения при единичном

изменении контролируемого (влияющего) параметра.

Теоретическими исследованиями установлено, что повышенная чувствительность наблюдается при низких концентрациях кальция. При увеличении зольности чувствительность к кальцию закономерно снижается во всем исследованном интервале кальция. Таким образом, при определении кальция по величине интенсивности рассеянного гамма-излучения возмущающим фактором служат вариации вещественного состава, в частности зольности угля.

Контрастность метода обеспечивается различием кальция и наполнителя минеральной части в коэффициентах ослабления как первичного, так и флуоресцентного излучений, а также дифференциацией органической и минеральной массы в гамма-ослабляющих свойствах по отношению к первичному и флуоресцентному излучениям. Чувствительность к кальцию закономерно выше для низкозольных углей, при этом с увеличением концентрации кальция в минеральной массе угля контрастность метода снижается.

Экспериментальными исследованиями доказана правомерность теоретических предпосылок. Погрешность определения кальция рентгенорадиометрическим способом (вариант спектральной интенсивности) составила 0.74% абс. в условиях переменной зольности (16-36%). Невысокая точность объясняется влиянием матричного эффекта, вызванного вариациями зольности, не коррелируемой с содержанием кальция в минеральной части угля. Учесть влияние матричного эффекта можно путем реализации рентгенорадиометрического метода в варианте спектральных отношений, заключающемся в измерении величины отношения интенсивности рентгеновской флуоресценции кальция к интенсивности рассеянного углем гамма-излучения [6].

Исследованиями установлено, что вариант спектральных отношений, в отличие от спектральной интенсивности, обладает повышенной чувствительностью к кальцию, что объясняется качественно обратным поведением интенсивностей рентгеновской флуоресценции кальция и рассеянного углем гамма-излучения с изменением концентрации кальция. Метрологические характеристики сопоставляемых модификаций метода близки при анализе низкозольных углей с незначительным содержанием кальция в золе. При анализе углей переменной зольности со значительной дисперсией содержания кальция рекомендуется более помехоустойчивая модификация спектральных отношений. При аппаратурной реализации рентгенорадиометрического метода важным моментом является выбор оптимальной ширины энергетического интервала ΔE_i в области аналитической линии (рентгеновской флуоресценции) определяемого элемента.

Известны различные методические подходы к выбору оптимальной ширины окна спектрометра. Оптимизация рабочего канала спектрометра выполнена с точки зрения минимального влияния аппаратурной нестабильности [1] и достижения минимальной пороговой чувствительности [2]. Найденные с этих позиций оптимальные аппаратурные параметры строго регламентированы только энергией аналитической линии определяемого элемента и не зависят от энергии рассеянного гамма-излучения и его интенсивности.

Теоретическое обоснование выбора ширины окна в области рентгеновской флуоресценции определяемого элемента сделано на основе минимизации относительной статистической погрешности, выраженной в долях содержания определяемого элемента [4]. Такой подход позволил связать нормированную оптимальную ширину окна с энергетическим разрешением детектора, энергиями флуоресцентного и рассеянного излучений и их интенсивностями.

Этот аппаратурно-методический прием использован для оптимизации ширины окна в области рентгеновской флуоресценции кальция. Экспериментальная апробация методики оптимизации выполнена с помощью модифицированного гамма-спектрометра РРК-103 с пропорциональным детектором, энергетическое разрешение которого составило 24% по линии первичного излучения с энергией 5.9 кэВ. Стабилизация спектрометрического тракта аппаратуры осуществлялась с применением дополнительного реперного источника Cd-109 (22 КэВ). В качестве объекта измерения выбраны стандартные образцы угля с различным содержанием кальция.

Средняя квадратическая погрешность определения кальция рентгенорадиометрическим методом (вариант спектральных отношений), в котором интенсивность рентгеновского флуоресцентного излучения кальция измерялась при выбранной оптимальной ширине окна, составила 0.24% абс. в диапазоне колебаний зольности 16-36%. Таким образом, удовлетворительная для технологических задач точность позволяет рекомендовать данную методику для экспрессного контроля содержания кальция в углях переменной зольности.

Литература

1. Аппаратура и методы рентгенорадиометрического анализа / Под ред. С.В. Мамиконяна. – М.: Атомиздат, 1976. – 280 с.
2. Гамма методы в рудной геологии / Под ред. Очкура А.П. – Л.: Недра, 1976. – 407 с.
3. Пак Ю.Н., Вдовкин А.В. К методике раздельного определения зольности угля и содержания железа по данным рентгенорадиометрического анализа // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – Новосибирск, 1986. – №6. – С. 96 – 100.
4. Пак Ю.Н., Вдовкин А.В. Оптимизация аппаратурных параметров при радиоизотопном рентгено-флуоресцентном анализе полезных ископаемых // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – Новосибирск, 1990. – №1. – С. 120 – 125.
5. Пак Ю.Н. Инструментальный метод контроля содержания кальция в углях // Кокс и химия. – Москва, 1989. – №2. – С. 44 – 46.
6. Пак Ю.Н. Методика неразрушающего контроля содержания кальция в углях // Химия твердого топлива. – Москва, 1984. – №3. – С. 42 – 44.
7. Физические методы контроля зольности угля / Под ред. К. С. Клемпнера. – М.: Недра, 1978. – 174 с.
8. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива / Под ред. Старчика Л.П. – М.: Недра, 1985. – 224 с.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ И ГРУНТОВ

П. А. Калейчик

Научный руководитель доцент А.П. Гусев

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

Экологическая оценка состояния и мониторинга земель городских территорий и сельскохозяйственного назначения – одна из наиболее важных проблем современной экологии и почвоведения. Она включает в себя широкий ряд вопросов, которые варьируются от оценки плодородия почв для ведения точного земледелия до определения степени загрязнённости литотехнических систем с целью строительства и ведения промышленности.

Одними из главнейших загрязнителей почв и грунтов являются производственные объединения, специализирующиеся на выпуске продукции химического характера (соли, удобрения, пестициды, инсектициды), и предприятия по производству углеводородного сырья. И те, и другие в значимой степени загрязняют территорию по площади и грунт в глубину. В случае первых (химические предприятия) в процессе производства продукции образуются отвалы, состоящие преимущественно из солей. В большинстве случаев они не защищены от атмосферных осадков, которые растворяют и распространяют эти соединения по значительной территории, тем самым способствуя образованию засоленных почв и грунтов. Помимо этого, полученные растворы солей проникают и вглубь земли, обогащая ионами различных солей нижележащие грунтовые воды, которые разносят их более обширно, чем атмосферные осадки и эоловое выветривание непосредственно с самих солеотвалов. В случае с нефтепромысловыми и нефтеперерабатывающими предприятиями углеводороды часто загрязняют землю в связи с происшествиями на производстве (авария, выброс) и при транспортировке (прорыв трубопровода).

Во всех данных случаях необходимо проводить тщательный анализ и мониторинг процессов производства. Одно из перспективных направлений – это система геофизических наук. Для применения в экологических целях ведущее место в ней занимает электроразведка. Этому способствует ряд факторов: мобильность методов, дешевизна использования, сохранение ландшафта в целостности и др. Один из них – это наличие характерных электромагнитных свойств у загрязнителей, что непосредственно позволяет качественно и количественно провести изыскания и мониторинг.

Вопрос изучения электроразведкой почв и грунтов имеет почти двухвековую историю. Сведения об использовании методов электрометрии в исследованиях почвоведения берут своё начало ещё с конца XIX века. Так, M. Whitney в 1897 году опубликовал несколько статей о своих экспериментах по определению влажности почвы с помощью гальванического тока. Продолжателем изучения вопроса в России стал К. К. Гедройц, в 1900 г. опубликована его работа о методе электропроводности для изучения концентрации солей в почве. В ней он пришел к выводу, что электропроводность почвы, кроме концентрации солей, зависит от ряда факторов: температуры, влажности, механического состава. Позднее электрические закономерности почв, указанные Гедройцем, были подробно изучены таким русскими учёными, как А. Ф. Вадюнина, Ю. Г. Ткаченко, О. Ж. Раисов, К. Ю. Хан, А. М. Шкаруба, С. И. Долгов, Л. П. Копикова, А. И. Поздняков, А. В. Смагин, Е. В. Шеин [2].

Методология изучения почв имела несколько направлений. Одно из них связано с развитием электрофизических приборов и техники, позволяющих изучать электропроводность природных растворов в порах почв естественного сложения, использовать параметры электрического поля почв. Данное направление получило развитие в 70-х гг. XX века, основой для него послужило теоретическое обоснование методов постоянных электрических полей почв для оценки их генетических особенностей при проведении фундаментальных почвенных исследований и картирования, а также многочисленные разработки комплексных методик оценки электрических полей орошаемых почв на основе электро- и гидрофизических наблюдений. Более востребованные методы: метод естественного электрического поля, методы сопротивлений (включая электропрофилирование, вертикальное электрическое зондирование), радиоволновое профилирование, зондирование (георадар или радиолокационные зондирования).

Методы сопротивлений основаны на наиболее универсальном электромагнитном свойстве – удельном электрическом сопротивлении. Оно изменяется от единиц до многих тысяч Омм и зависит, в основном, от минерального состава, физико-механических и водных свойств горных пород, а также от некоторых других факторов (глубина залегания, температура, степень метаморфизма, техногенное воздействие и др.).

Удельное электрическое сопротивление минералов зависит от их внутрикристаллических связей, а также физико-механических свойств (средний диаметр твёрдых частиц, дисперсность, пористость, трещиноватость, извилистость поровых каналов). Удельное электрическое сопротивление подземных вод зависит от их общей минерализации. Поэтому в целом на сопротивление породы влияет как электропроводные свойства минералов, так и водные характеристики породы (влажность, водонасыщенность, водоотдача, проницаемость, фильтрация и др.), а также условия залегания.

Загрязнение нефтепродуктами имеет следующую особенность: проникая в горные породы, углеводороды скапливаются в коллекторах над грунтовыми водами (верхний водоносный горизонт) или в подземных водах. Поэтому решение гидроэкологических задач, связанных с загрязнением почв, грунтов и верхней части геологической среды нефтепродуктами, начинается с выявления коллекторов (песков, пористых известняков, полускальных пород) и водоупорных горизонтов (глин, скальных пород).

Хотя нефтепродукты по удельному электрическому сопротивлению близки к изоляторам, в горных породах, насыщенных ими, сопротивление может быть как выше, так и ниже, чем у тех же пород, но водоносных. Объясняется это вымыванием нефти водой, химическим и биологическим (под воздействием микроорганизмов) окислением. Окисление, идущее на контакте вода – нефть, происходит тем быстрее, чем больше воды в породе и выше скорость её движения, а значит, выше в ней концентрация кислорода. В результате нефтезагрязнение замещается продуктами окисления (сульфиды, в частности, пирит и др.), которые образуют в подземной воде электролит с низким удельным сопротивлением. Поэтому в обводнённых породах при разных соотношениях высокоомного слоя нефтепродуктов и окружающего низкоомного слоя их переработки могут создаваться зоны как повышенного, так и более вероятного пониженного сопротивления. В районах, где расположены необводненные породы, нефтепродукты могут сохраняться сколь угодно долго, а загрязненные ими породы выделяются как высокоомные объекты. [3]

В случае засоления грунтов и подземных вод сопротивление горных пород, особенно трещиноватых и обводненных, определяется в значительной мере минерализацией подземных вод, так как электропроводность у пород в основном ионная. Поэтому для геологического истолкования данных метода сопротивлений надо знать общую минерализацию подземных вод. Её определяют путем резистивиметрических измерений, т.е. определением сопротивления воды с помощью установок метода сопротивлений малых размеров, помещенных в трубу (сосуд), изготовленную из изолирующего материала.

Наиболее применимые методы при мониторинге загрязнений:

- вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), основанное на измерении электрического сопротивления на разной глубине в одном месте с поверхности почвы. Преимуществом метода является отсутствие необходимости закладки почвенных разрезов и скважин, не нарушается целостность геологического разреза.
- горизонтальное электрическое профилирование (ЭП) – способ измерения электрического сопротивления неизменной установкой, перемещаемой по линии и обеспечивающей измерение примерно одинакового по глубине слоя грунта.

Это первые методы, с которых следует начинать обследование на загрязнённость намеченной территории, так как они обладают определенной «дистанционностью» и при их использовании нет нужды закладывать разрезы и бурить скважины. Хотя число точек ВЭЗ на исследуемой территории обычно не велико, этим методом можно получить информацию о засолении на любой глубине без закладки разрезов, поэтому данный этап работы весьма важен. Анализ семейства кривых ВЭЗ, полученных на исследуемой территории, позволяет выбрать такой разнос, на котором будет проводиться ЭП, то есть картирование изучаемого участка. На этом разносе, названном «эффективным», наиболее четко расчленяются загрязнённые и незагрязнённые грунты, а по величине сопротивления можно судить о степени загрязнения. Важно, что при измерениях методами ВЭЗ и ЭП снижается влияние влажности, так как верхние наиболее высушенные слои мало влияют на сопротивление. Самые верхние максимально сухие и распыленные пласты почвы «пробиваются» электродами, и уже первые разносы зондирования охватывают слои в 10–15 см глубиной, где иссушение почвы уже спадает. Тем не менее, влияние влажности, обусловленное эпюрой её распределения от грунтовой воды, позволяет методом ВЭЗ легко устанавливать глубину залегания грунтовых вод, особенно если они засолены, а также их степень засоления [1].

Периодически повторяя профильные или площадные съемки этими методами, можно судить об изменении загрязненности и осуществлять прогноз (мониторинг). Проведение электроразведки на нефтепромыслах, нефтегазохранилищах и заводах сопряжено с большими трудностями из-за невозможности проводить равномерную площадную съемку, приспосабливая профили к дорогам, участкам, где можно вести измерения. Большие помехи, особенно на низких частотах, создают металлические конструкции, линии электропередач, трубопроводы, которые сами часто являются объектами исследования.

На основании изученного материала можно сделать заключение, что исследования электропроводности грунтов всё чаще используются наряду с общепринятыми физико-химическими методами для решения ряда практических вопросов современной экологии и почвоведения. Удельное электрическое сопротивление является одной из наиболее удобных и быстроопределяемых характеристик, позволяющих дать оценку свойств горной породы (гранулометрический и минералогический состав, влажность и ряд других) и степени её загрязнения (засоления). Важно отметить, что измерение электрического сопротивления не заменяет определение физико-химических свойств, но помогает существенно снизить число анализируемых проб, необходимых для полной характеристики пространственной изменчивости грунтовой загрязнённости. Современные мобильные устройства измерения удельного электрического сопротивления горных пород позволяют картировать площадь загрязнений, проводить послойное измерение электропроводности грунта территории. Удельное электрическое сопротивление является сложным показателем, позволяющим из минимума данных построить информативную модель физико-геологических процессов.

Литература

1. Оценка засоления почв и грунтовых вод методами электрического сопротивления / Поздняков А. И., Шеин Е. В., Федотова А. В., Шваров А. П., Яковлева Л. В. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2012.
2. Субботина М. Г., Батье-салес Х. Об электропроводности почв в современных исследованиях // Пермский аграрный вестник. – 2013. – №. 3 (3).
3. Хмелевской В. К. Геофизические методы исследования земной коры. Кн. 2: Региональная, разведочная, инженерная и экологическая геофизика. Учебное пособие // Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 1999. – 184с.

ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Л.Р. Карчевская

Научный руководитель доцент Е.А. Машкова

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время геолого-технологические исследования (ГТИ) являются составной частью геофизических исследований нефтяных и газовых скважин и осуществляют контроль за состоянием скважины на всех этапах строительства и ввода в эксплуатацию. Применяются для изучения геологического разреза, достижения высоких технико-экономических показателей и более точной интерпретации геофизических данных [1,2].

ГТИ проводится непосредственно в процессе бурения скважины, без простоя в работе буровой бригады и бурового оборудования, при этом решается комплекс задач: сбор, анализ и обработка информации о режиме бурения, параметрах бурового раствора; оперативная предварительная обработка геофизической и гидродинамической информации о перспективных объектах; выдача буровой бригаде, геологической и технологической службам буровых предприятий рекомендаций для оптимальной проводки скважин в сложных горно-геологических условиях; выделение и оценка коллекторов по газовому каротажу, позволяющему выявить межскважинные перетоки углеводородов.

Основными задачами оперативных геологических исследований являются следующие:

- построение в процессе бурения фактического литологического разреза скважины;
- выделение опорных пластов-реперов;
- проведение стратиграфического расчленения разреза;
- выделение зон аномально-высоких пластовых и поровых давлений;
- выделение пластов-коллекторов;
- оценка характера насыщения коллекторов;
- оценка фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пластов-коллекторов;
- выбор и корректировка интервалов отбора керна;
- выбор и корректировка интервалов проведения геофизических исследований скважин (ГИС) [1,2] и испытания пластов на трубах (ИПТ).

Большой объем информации можно получить интерпретацией данных при отборе шлама, который при дополнительных исследованиях модифицированными методами позволяет уточнить характер насыщения и промышленную продуктивность перспективных отложений, тем самым оценить поток углеводородов.

При отборе проб бурового шлама необходимо соблюдать следующие требования:

• шлам отбирать по всему исследуемому интервалу в строго определенном месте участка желобной системы;

• шлам отбирается одним и тем же способом с использованием однотипных технических средств.

Отрицательно влияющими факторами качественного отбора проб бурового шлама являются:

• режим промывки, не обеспечивающий подъем всего объема выбуренного шлама с забоя скважины на поверхность;

• применение долот истирающего типа, что приводит к сильному измельчению шлама (до 1 мм);

• обваливание стенок скважины, приводящее к большому объему (90%) обвальной породы в шламе;

• растворение бурового шлама в промывочной жидкости до выхода на поверхность (только для глинистых растворов).

Отбор бурового шлама необходимо производить в желобной системе у устья скважины в потоке выходящей промывочной жидкости с применением шламоотборника. Допускается отбор шлама с вибросита. Интервал отбора проб шлама указывается в техническом задании на проведение ГТИ и обычно составляет 3-5 м по всему разрезу скважины и 1-2 м на перспективных участках.

Результаты ГТИ учитываются при количественной интерпретации ГИС и подсчете запасов УВ и являются важным компонентом для оценки определения границ распространения геологических формаций (аргиллиты, алевролиты, песчаники) разреза в сложных геологических условиях.

Для повышения эффективности интерпретации геофизических данных используют архивы данных ГТИ, такие как глубинные файлы в масштабе глубин и рейсовые в масштабе времени. Нередко при непрохождении приборов ГИС количественная интерпретация проводится только по данным ГТИ.

С помощью ГТИ можно получать всю информацию в процессе бурения скважины, тем самым сокращать время ожидания информации для принятия решений, выделять продуктивные пласты и определять геологические границы. Также для дальнейших перспектив необходимо работать над обновлением действующего оборудования, программного обеспечения и уровенем подготовки специалистов в этой сфере.

Литература

1. Валеева А.А., Машкова Е.А. Интенсификация притоков нефти на месторождениях среднеобской нефтегазоносной области // Современные технологии в нефтегазовом деле-2016: сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала, 2016. – С. 137-142.
2. Валеева А.А., Машкова Е.А. Новое в геологическом строении месторождения по геофизическим данным // Современные технологии в нефтегазовом деле-2015: сборник трудов Международной научно-технической конференции: в 2 томах, 2015. – С. 52-56.

ВЫДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН НА ЧАЯНДИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.В. Климов
Научный руководитель доцент Г.А. Лобова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Республика Саха (Якутия) обладает значительными запасами углеводородов, что позволяет обеспечивать нефтью, газом и продуктами их переработки субъекты Российской Федерации, входящие в состав Дальневосточного федерального округа. Сегодня республика рассматривается как новая база добычи углеводородов на предстоящие 20 лет [3]. Высокое качество добываемых здесь природных газов обусловлено высоким содержанием этана (до 8%), почти полным отсутствием серы и наличием значительных объемов гелия. Одним из крупнейших на востоке России является Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (рис.1), находящееся в данный момент в проектной стадии промышленного освоения и пробной добычи нефти. Поэтому актуальной является задача, поставленная перед нашими исследованиями: изучить коллекторские свойства основных нефтегазоносных горизонтов на Чаяндинском месторождении – ботуобинского, хамакинского и талахского.

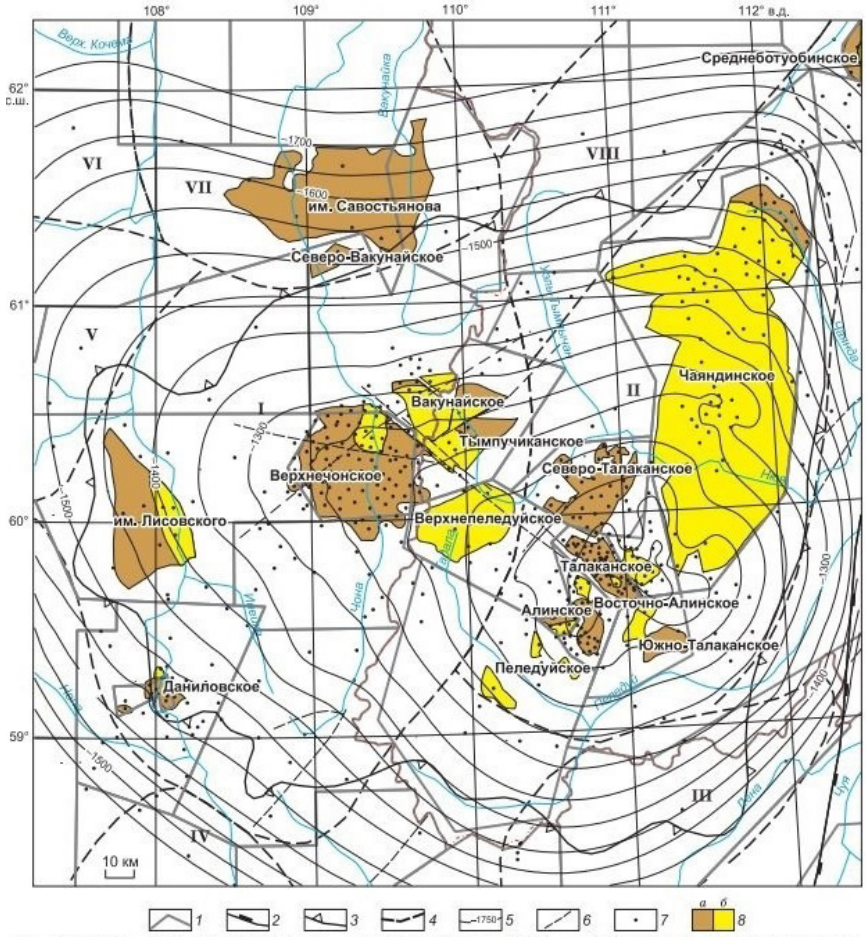


Рис.1. Зоны нефтегазонакопления центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы [2]: 1-4 границы: 1 – лицензионных участков, 2 – Непско-Ботуобинской НГО, 3 – Непского свода, 4 – зон нефтегазонакопления; 5 – изогипсы по кровле пласта B_{10}; 6 – дизъюнктивные нарушения; 7 – скважина глубокого бурения; 8 – месторождения: нефтяные (а), газовые (б). Зоны нефтегазонакопления: I – Верхнечонская; II – Талакан-Чаяндинская, III – Чайкинская, IV – Ярактинская, V – Тетейская, VI – Кочемская, VII – Ербогаченская; VIII – Гилябинская

Характеристика объекта исследований. Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение, согласно нефтегеологическому районированию, находится в Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В тектоническом отношении месторождение приурочено к северо-восточной части Непского свода. Крупная неантиклинальная ловушка связана с зонами выклинивания песчаников

венда [1]. Месторождение имеет блоковое строение. Ботуобинский горизонт наиболее продуктивен на Северном блоке, где из песчаников и алевролитов венда получены притоки газа дебитом до 900 тыс. м^3/сут. и нефти до 55 м^3/сут. Хамакинский горизонт характеризуется локальным распространением высокопродуктивных зон по площади месторождения. Одна из них расположена в западной части Северного блока, другая – в центральной части Южного блока. Хамакинский горизонт сложен терригенными породами от гравелитов и крупнозернистых песчаников до алевролитов с прослоями аргиллитов. Максимальные дебиты газа достигают 400 тыс. м^3/сут. В юго-восточной части месторождения получены небольшие притоки нефти. Талахский горизонт наиболее продуктивен в центральной части месторождения, где из гравелитов и глинистых с прослоями аргиллитов получен приток газа дебитом 400 тыс. м^3/сут.

Исходными данными являются каротажные материалы ядерно-геофизических и акустических методов скважины № 3024 (рис.2). Использованы данные шламограмм, полученные при геолого-технологических исследованиях. Невысокая информативность электрических методов на площадях Непско-Ботуобинской антеклизы, связанная с особенностями геологического строения, а значит, и составом, типом и свойствами использующегося бурового раствора, позволила использовать только один электромагнитный метод (ВИКИЗ).

Результаты исследования. По методу нейтронного гамма-каротажа, а именно по резкому падению значений с 2,8 до 1,5 у.е., а также по значениям большого зонда нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам, где также наблюдается резкий скачок показаний с 15 до 8 у.е., уверенно отбивается кровля пласта-коллектора на отметке 1200 м. По кривой гамма-каротажа кровля выделяется незначительным понижением значений с 5,5 до 3,5 мкР/час. Подошва пласта-коллектора отбивается на глубине 1210 м по значительному увеличению показаний гамма-каротажа с 8 до 15,5 мкР/час, а также по незначительному понижению значений нейтронного гамма-каротажа (с 1,1 до 0,75 у.е) и большого зонда нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (с 6,5 до 5 у.е.). В центральной части пласта по плотностному каротажу наблюдается аномальное увеличение значений плотности пород до 2,9 г/см^3 и резкое уменьшение интервального времени (менее 120 мкс/м), что соответствует породам типа ангидрид, что и подтвердилось данными шламограммы. Увеличенные значения НГК, ННКт и плотностного каротажа выше пласта определяет хорошее качество покрышки.

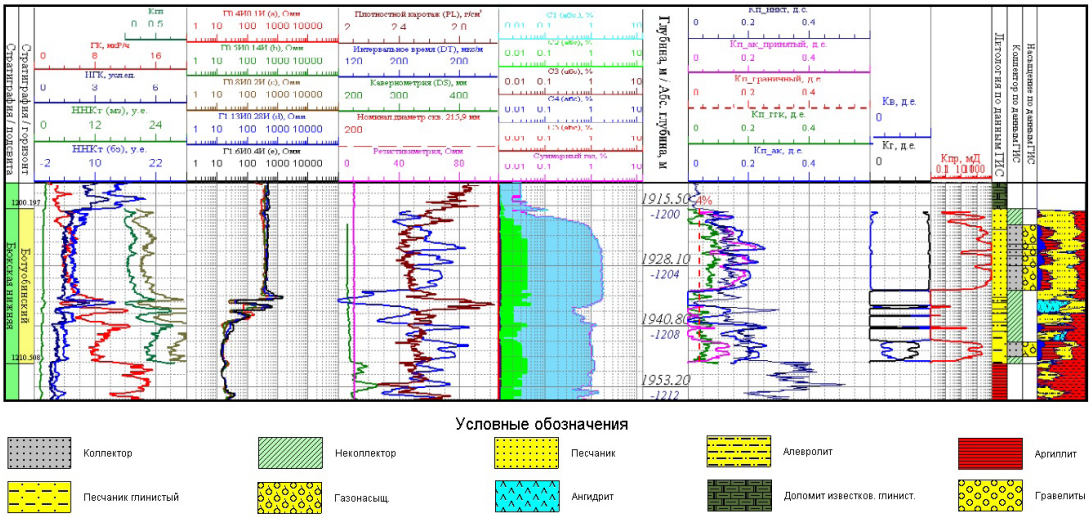


Рис.2. Геолого-геофизическая характеристика ботуобинского горизонта в скважине Чаяндинского месторождения

Заключение. По комплексу геофизических методов определены кровля и подошва ботуобинского горизонта и установлена неоднородность пласта-коллектора. В центральной части пласта установлено наличие пропластка ангидрида, ухудшающего его емкостные свойства. Пласт перекрывается толщей глинистых доломитов, играющих роль покрышки.

Литература

1. Клятышева Л.Р. Зональность коллекторов и углеводородонакопления в венд-нижнекембрийском мегакомплексе Непско-Ботуобинской антеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т.5. – № 3. – С. 1-13.
2. Мельников Н.В., Мельников П.Н., Смирнов Е.В. Зоны нефтегазонакопления в районе проведения геолого-разведочных работ Лено-Тунгсской провинции // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1151-1163.
3. Севастьянова А. Е., Шмат В. В., Константинов В. И. Проблемы и возможности освоения нефтегазового потенциала Восточной Сибири и Якутии // Регион: экономика и социология – 2008. – №2. – С. 289-306.

ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО НЕФТЕГАЗОВЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ КАЗАХСТАНА

Г.К. Кобен, А.М. Турсынова
Научный руководитель с.н.с. кафедры геофизики Г.А. Жылкыбаева
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им.К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

***Аннотация**. В статье представлены обзор, состояние и результаты формирования единой базы геолого-геофизической информации по нефтегазовым месторождениям углеводородов Казахстана.*

***Abstract**.* The article presents the first results of the formation of an unified database of geological and geophysical data for oil and gas hydrocarbon deposits in Kazakhstan.

В процессе геологоразведочных работ формируется большое количество разнородной информации, представленной в виде текстов, таблиц, графиков, карт, сейсмических разрезов (SEGY), данных дистанционного зондирования, гравиразведки, каротажа (LAS) и т.д. Выполнять обработку и интерпретацию данных, находить какие-либо закономерности, моделировать, используя информацию в таком виде, становится сложнее. Проблема создания трехмерной цифровой геологической модели месторождения нефти и/или газа по своей сущности весьма сложна. При построении геологической модели требуется обобщение огромного количества мультидисциплинарных данных и знаний, накопленных на месторождении в смежных отраслях нефтепромыслового дела. При этом свойства месторождения изучаются методами с различным объемным разрешением и исследуется широкий спектр характеристик. Геологические модели могут создаваться практически на любых этапах изучения месторождения – от бурения первых разведочных скважин и проведения сейсморазведки до заключительной стадии его эксплуатации при стабильно падающей добыче [1]. В связи с этим, наибольшую актуальность приобретают проблемы систематизации, хранения и управления большими массивами геоданных.

В Казахстане принята правительственная Программа геологоразведочных работ на 2015 – 2019 годы с целью обеспечения рационального комплексного использования и воспроизводства минеральных ресурсов для активного развития всех отраслей промышленности. Одним из приоритетов, способствующих достижению цели Программы, является формирование Банка данных геологической информации и геоинформационных систем. Создание единой системы хранения и доступа к геолого-геофизической информации, которая будет поддерживать различные операций с этими данными, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов, поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных позволит недропользователям и другим заинтересованным сторонам более оперативно и эффективно использовать накопленные за многие годы информационные ресурсы. Актуально создание как единой базы данных недропользования в Казахстане, так и отдельные базы данных (БД) по различным направлениям, важнейшим из которых на сегодняшний день является нефтегазовое.

За годы независимости в Казахстане проделана большая работа по сбору, анализу и систематизации геолого-геофизической информации. Огромный объем аналоговой информации переведен в цифровую, создан электронный архив геологических данных. Всего в республиканских геологических фондах накоплено свыше 53900, а в территориальных геологических фондах свыше 100000 инвентарных номеров геологической информации. Ежегодное пополнение республиканского геологического фонда составляет 300-400 геологических отчетов.

Однако проблема создания единой базы данных, хранения и системы управления базами данных (СУБД) для управления и использования геолого-геофизической информации до конца не решена. Каждая компания, работающая в нефтегазовой отрасли в Казахстане, имеет свою базу данных с ограниченным количеством информации. Эта информационная ограниченность зачастую приводит к невозможности провести полноценное обобщение, правильно проанализировать и корректно истолковать всю имеющуюся информацию [3].

С 2015 г. НАО Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И. Сатпаева выполняет научно-исследовательские работы по теме «Сбор и анализ геофизической информации с целью формирования базы данных и создания цифровых моделей месторождений углеводородов Казахстана», по грантовому государственному финансированию научных исследований МОН РК. Группа специалистов в рамках проекта занимается созданием базы данных и разработкой технологии систематизации геофизической информации для цифрового геологического моделирования месторождений углеводородов Казахстана. На сегодняшний день исполнителями проекта, в том числе авторами настоящей статьи, осуществлен сбор и анализ геолого-геофизических данных, проведена их каталогизация, разработаны принципы формирования мета-тегов по месторождениям углеводородов и перспективным нефтегазоносным структурам Казахстанской части Прикаспийской впадины.

В основу технологии систематизации и создания системы управления базой данных (СУБД) положены следующие принципы:

- стандартизация и унификация вводимых и хранимых данных;
- контроль качества информационных ресурсов на этапах сбора, подготовки данных к вводу, хранения и выдачи информации;
- необходимость хранения, управления и организации доступа к широкому кругу первичной и обработанной фактографической, текстовой и пространственной информации всех видов и разделов информационных ресурсов;

- передача пользователям информационных ресурсов в требуемых форматах.

В программно-технологические средства, использованные при проектировании автоматизированной системы, входят:

- системы управления базами данных;
- специализированные клиентские приложения.

В целом, структура БД состоит из следующих подсистем (Рис. 1), реализующих перечисленные выше функции.

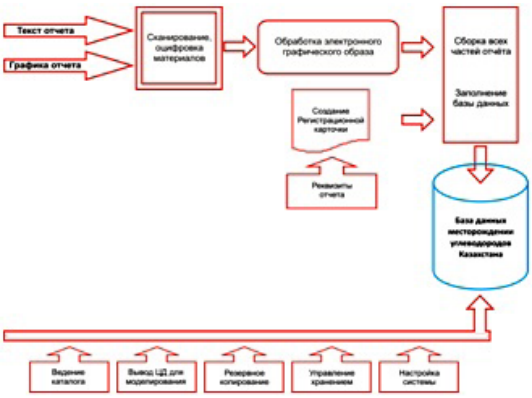


Рис. 1. Структура БД

Для построения центральной базы данных была выбрана технология «клиент-сервер». Архитектура «клиент-сервер» предполагает разделение труда в масштабах вычислительной сети организации или подразделения. Клиентские системы, с которыми будут иметь дело пользователи, взаимодействуют с сервером, представляющим некоторый формальный набор сервисов (коммуникации, управление базами данных, поддержка репозитория, глобальное именование и др.). Разделение труда происходит за счет вынесения функций, ориентированных на пользователя, в клиентские системы (обычно функционирующие на ПК или рабочих станциях). Конфигурации и архитектуры клиент-сервер могут существовать в локальных сетях (Local Area Network, LAN), в больших территориальных сетях (Wide Area Network, WAN), а также на одном процессоре.

Разработка системы управления базами данных (СУБД) для геолого-геофизической информации месторождений углеводородов Казахстана (МУК) выполняет следующие функции (Рис. 2):

- прием (регистрация) геолого-геофизических материалов и данных на постоянное хранение;
- учет хранящихся документов;
- организация хранения электронных образов документов;
- оперативное обеспечение данными и материалами при создании цифровых моделей;
- проведение статистической обработки информации.

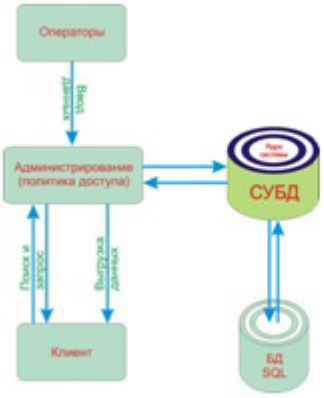


Рис. 2. Принцип работы системы управления базой данных МУК

Для работы пользователя в системе «МУК» предусматривается создание клиентских приложений. Эти специализированные программные продукты предусматриваются для выполнения следующих операций:

- Ввод (регистрация) данных;
- Модификация данных;
- Аналитическая обработка данных;
- Получение документов по заранее разработанным формам.

Выработан методический подход, который предполагает комбинирование имеющихся средств, включая СУБД, со средствами, специально разрабатываемыми для формирования пользовательских интерфейсов и оперирования геолого-геофизической информацией.

Архитектура системы предполагает возможность обновления техники и программного обеспечения без

остановки действующих подсистем. СУБД МУК как система будет развиваться и видоизменяться. В связи с этим одним из важных требований при выборе конкретных программно-технологических решений должна быть устойчивость к модификации любого компонента системы. Соображения национальной экономической безопасности не позволяют ориентироваться на продукты одного изготовителя (компании). В связи с этим неизбежна эксплуатация системы «МУК» в рамках программных обеспечении разных производителей как в области СУБД, так и в области ГИС и специальных обрабатывающих программ геолого-геофизической направленности. Правильным подходом является выработка общих рекомендаций, перечня поддерживаемых приложений в рамках СУБД и т.п. В каждом конкретном случае вопрос решается комплексно с учетом наличия оборудования, существующим систем и квалификации персонала.

Создание и наполнение раздела «подсистемы поиска и визуализации информации» реализована в виде двух конструкций: внутренней (доступной для программиста) и внешней (предназначенной для пользователя). Задача программистов состояла в создании подсистемы поиска при запросе для оперативного и точного подбора нужной для клиента информации. Поиск по месторождениям осуществляется по векторной интерактивной карте Казахстана и по Базе каталога месторождении. Параллельно для усовершенствования подсистемы поиска ведутся работы по наполнению и каталогизации поступившей информации по месторождениям углеводородов. При каталогизации было принято решение разделить информацию о месторождении по подкаталогам: «Геология», «Сейсмика», «Бурение», «ГИС», «Отчеты», «Подсчет запасов». Все имеющиеся данные распределены по соответствующим каталогам. При отсутствии каких-либо данных подкаталоги остаются пустыми.

Литература

1. Билибин С.И. Технология создания и сопровождения трехмерных цифровых геологических моделей нефтегазовых месторождений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2010.
2. Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н. и др. О стратегии очередного этапа нефтепоисковых работ в Прикаспийской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 4. – С. 341-362.
3. Жылкыбаева Г.А., Истекова С.А., Курманов Б., Кобен Г.К., Турсынова А.М. К вопросу создания единой базы данных геолого-геофизической информации по нефтегазовым месторождениям Казахстана. Состояние проблемы // Вестник АИНГ. – 2016. – №4(40). – С. 118-124.

СИГНАЛЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ТОНКОСЛОИСТЫХ И АНИЗОТРОПНЫХ МОДЕЛЕЙ СУБГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНОЙ

Е. В. Копытов

Научный руководитель доцент К. В. Сухорукова

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

За последние десятилетия при разработке месторождений нефти и газа широкое распространение получило направленное бурение наклонных и горизонтальных скважин. Традиционный подход к интерпретации данных высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования (ВЭМКЗ) основывается на трансформации в кажущееся удельное электрическое сопротивление значений разности фаз электродвижущей силы (э.д.с.) в двух приемных катушках или численной инверсии. Приборы ВЭМКЗ в составе современных комплексов регистрируют дополнительно отношение амплитуд э.д.с. Разность фаз и отношение амплитуд по-разному интегрируют отклики от геоэлектрических объектов, поэтому их совместная интерпретация позволяет уменьшить неоднозначность решения обратной задачи. В силу слабой изученности отношения амплитуд и отсутствия методических приемов эта характеристика сигнала сейчас практически не используется. В работе представлен возможный сценарий совместной интерпретации разности фаз и относительных амплитуд синтетического сигнала зонда ВЭМКЗ длиной 2 метра (частота 0.875 МГц), позволяющий отличать мощный изотропный пласт от пластов, обладающих анизотропией, и тонкослоистых пачек.

В ходе постседиментационных преобразований может происходить карбонатизация пород коллектора, в результате чего в коллекторах наблюдается переслаивание тонких карбонатных прослоев с высоким сопротивлением с более проводящими терригенными породами. Тонкослоистое строение коллектора находит своё отражение в данных высокочастотного электромагнитного каротажа, полученных в субгоризонтальных скважинах (зенитный угол 85°) – диаграммы кажущегося сопротивления, рассчитанного на основе разности фаз зонда ВЭМКЗ длиной 2 метра, мало отличимы от аналогичных диаграмм, полученных в трехслойных моделях среды с эквивалентным сопротивлением той части коллектора, где происходит переслаивание (наблюдается эквивалентность моделей).

Рассмотрим высококонтрастную модель среды – переслаивание шести тонких пластов с удельным электрическим сопротивлением (УЭС) 100 Ом·м, мощностью 0.2 м и пластов с УЭС 10 Ом·м мощностью 0.5 м; УЭС вмещающих пород 10 Ом·м (рис. А). Наличие описанной эквивалентности иллюстрирует подобранная трёхслойная модель среды (рис. Б) (высокоомный пласт с УЭС 28 Ом·м, мощностью 3.7 м, УЭС вмещающих пород – 10 Ом·м). На рис. В представлена модель с микроанизотропным пластом с величинами эффективного горизонтального и вертикального сопротивления (14.12 и 39.19 Ом·м соответственно), вычисленными на основе следующих формул [1]:

$$\rho_h^{эф} = \frac{\sum_i h_i}{\sum_i \frac{h_i}{\rho_i}}, \rho_v^{эф} = \frac{\sum_i \rho_i \cdot h_i}{\sum_i h_i}, \rho_m^{эф} = \sqrt{\rho_v^{эф} \cdot \rho_h^{эф}}, \quad (1)$$

где $\rho_h^{эф}$ – эффективное горизонтальное сопротивление, $\rho_v^{эф}$ – эффективное вертикальное сопротивление, $\rho_m^{эф}$ – эффективное кажущееся сопротивление, h_i, ρ_i – мощность и сопротивление *i*-ого слоя.

Диаграммы кажущегося сопротивления, полученные с использованием разности фаз и относительных амплитуд для моделей среды с переслаиванием, для подобранной трёхслойной модели и модели с анизотропным пластом близки по форме и значениям, однако существуют некоторые характерные особенности (изломы внутри интервала переслаивания и на границах пласта, различные кривизны). Отметим тот факт, что кривые кажущегося сопротивления, построенные по разности фаз и отношению амплитуд, во всех трех моделях среды расходятся в диапазоне глубин от 0 до 3.7 м.

Для проверки существования аналогичной эквивалентности для тонкослоистых пачек большей мощности рассчитаны значения кажущихся сопротивлений (по разности фаз и отношению амплитуд) для высококонтрастной модели с переслаиванием 15 тонких пропластков с УЭС 100 Ом·м, мощностью 0.2 м и вмещающих пород, УЭС которых составляет 10 Ом·м, расстояние между соседними высокоомными пластами – 0.5 м (рис. Г). Аналогично рассмотренному выше случаю подобрана эквивалентная по величине кажущегося сопротивления, вычисленного по разности фаз, трехслойная модель среды. Построена модель с микроанизотропным пластом с величинами эффективного горизонтального и вертикального сопротивления, вычисленными на основе формул (1). На рис. Д представлены диаграммы, полученные для подобранной трёхслойной модели (высокоомный пласт с УЭС 26 Ом·м, мощностью 11 м, вмещающие породы – 10 Ом·м); на рис. Е – диаграммы, полученные для модели с микроанизотропным слоем (эффективное горизонтальное сопротивление – 13.7 Ом·м, эффективное вертикальное сопротивление – 37 Ом·м). Необходимо отметить, что диаграммы кажущегося сопротивления, построенные по разности фаз и отношению амплитуд, для моделей среды с тонкослоистой пачкой и анизотропным слоем расходятся в диапазоне глубин от 0 до 10 м, в то время как аналогичные диаграммы для модели изотропного пласта сходятся в диапазоне глубин от 4 до 6 м.

Для того чтобы найти минимальную мощность, при которой можно утверждать, что пласт является тонкослоистым или анизотропным, основываясь на разнице кажущихся сопротивлений, полученным по разным характеристикам э.д.с. в субгоризонтальной скважине, были рассмотрены зависимости нормированной разности кажущихся сопротивлений, вычисленных по разности фаз и отношению амплитуд, в центре высокоомного пласта от его толщины в трёхслойных моделях среды (высокоомный пласт с УЭС 28 или 6.2 Ом·м, вмещающие породы – 10 или 4 Ом·м). Величина нормировки соответствовала среднему арифметическому кажущихся сопротивлений, вычисленных на основе разности фаз и отношения амплитуд. При мощности однородного изотропного пласта более 8 м (для высоконтрастной модели) и 4 м (для менее контрастной модели) относительная разница между значениями кажущихся сопротивлений, полученными по разным характеристикам э.д.с., в центре однородного пласта становится меньше 5 %.

Таким образом, если при изучении разреза, содержащего мощный высокоомный пласт, пересекаемый субгоризонтальной скважиной, кривые кажущегося сопротивления, рассчитанные по разности фаз и отношению амплитуд, не сближаются в центре слоя, то, вероятнее всего, он представлен переслаиванием тонких высокоомных прослоев либо микроанизотропными породами. Проведены аналогичные расчёты в менее контрастных моделях, которые подтверждают сделанные выводы.

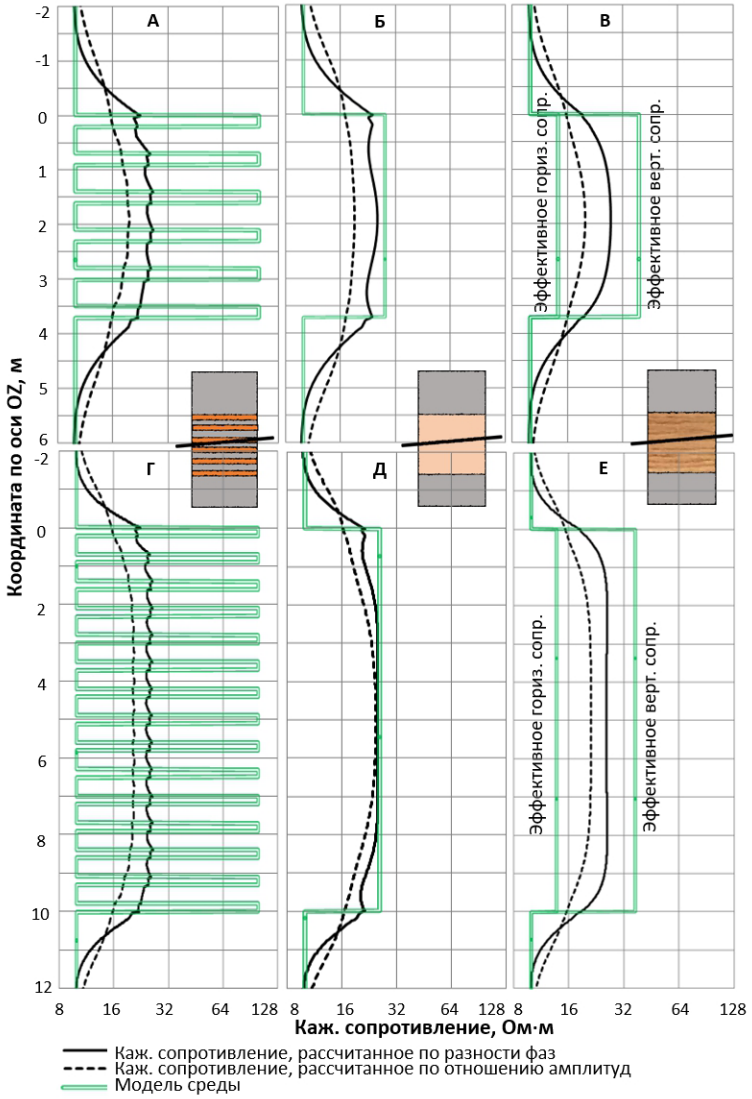


Рис. Диаграммы кажущегося сопротивления, полученные по разности фаз и отношению амплитуд двухметрового зонда высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования, в высококонтрастных тонкослоистых моделях среды (А и Г), трёхслойных моделях среды с изотропным пластом (Б и Д), трёхслойных моделях среды с анизотропным пластом (В и Е). Зенитный угол 85°

Литература

1. Каринский А.Д., Даев Д.С. Результаты 2D-моделирования для зондов электромагнитного и электрического каротажа при различной толщине прослоев в макроанизотропных пластах // Геофизика. – Москва, 2011. – № 3. – С. 32 – 42.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДА ДИПОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

П.А Коробейников, А.А. Соколова
Научный руководитель доцент Н.В. Молокова
Сибирский федеральный университет,
Институт космических и информационных технологий, г. Красноярск, Россия

Работа посвящена разработке программного комплекса для интерпретации данных, полученных методом дипольного электромагнитного зондирования – ДЭМЗ. Цель данного комплекса – автоматизировать процесс интерпретации. Это позволит в разы сократить сроки и повысить эффективность геофизических работ, основанных на методе ДЭМЗ.

Электромагнитные методы исследования геологической среды основаны на выявлении различий в степени и характере противодействия разных геологических образований и технологических включений (с различающимися электромагнитными свойствами) процессу распространения наведенного электромагнитного поля. Это позволяет выявлять в геологическом разрезе аномалеобразующие объекты и по электромагнитным характеристикам определять их геологическую природу. Метод ДЭМЗ активно развивался в 60-80 годах прошлого века, однако с тех пор не разрабатывался, и на данный момент теоретические основы метода содержатся в большом количестве разрозненных статей и публикациях. Использование аппаратуры, построенной на основе ДЭМЗ, позволяет определять геометрические и физические характеристики частей геологической среды с целью решения поисково-разведочных и других геологических задач. Благодаря индуктивному (бесконтактному) способу возбуждения и приема электромагнитного поля, аппаратура позволяет выполнять полевые работы практически в любое время года и независимо от состояния поверхности исследуемых площадей: это могут быть скалы, сухие пески, различные мерзлые породы, акватории – возможности применения практически не ограничены [2].

Аппаратура, реализующая метод ДЭМЗ, состоит из приемника и передатчика определенной частоты, расстояние между которыми увеличивают, тем самым увеличивая глубину исследования. По данным, полученным с аппаратуры, строится полевая кривая, по характеру которой можно судить о разрезе. Цель разрабатываемого программного комплекса – анализ полученных с аппаратуры данных, сравнение полевых и теоретических кривых, рассчитанных для исследуемого разреза.

Для расчета теоретических кривых необходима модель, позволяющая описать произвольный геологический разрез. Модель должна позволять построить логарифмический график теоретической кривой с произвольными параметрами. Входными параметрами модели служат сопротивление – r, разнос – r, частота – *f,* и мощности слоев - *d.* Выходной параметр – эффективное сопротивление $\rho_{эфф}$, измеренное аппаратурой. Внутренними параметрами являются скин-слои – δ, волновые – *k* и магнитные числа – *Hz, Hr*. Измерения необходимо привязывать к точке в пространстве, поэтому необходим параметр, описывающий нахождение приемника в некоторой системе координат. Совпадение полевой кривой с рассчитанной теоретической позволит определить входные параметры полевой кривой, по которым строится геологический разрез.

Объектом моделирования будем считать разрез глубиной *D*. Разрез представляет собой три слоя мощностью *d1, d2, d3*, (мощности слоев будем ограничивать от 0.5 до 50 м.). Каждый слой представляет породу, характеризующуюся сопротивлением $\rho1, \rho2, \rho3$ (от 10 Омм до 10000 Омм). Будем считать, что магнитная проницаемость – μ всех сред одинакова и равна 1. Сопротивление определяет особенности проникновение поля в слой, что описывает мнимая часть волнового числа *k* и параметры скин-слоев , , $(0{,}01 < \delta_i < 2)$, обозначающие ослабление поля в *e* раз. Это отражается на показателях напряженности вектора *H* магнитного поля, измеренного аппаратурой, и величине его проекций на соответствующие оси r/d_1. Приемник находится на расстоянии *r* от нуля на координатной прямой. Разрез в рамках метода ДЭМЗ может быть описан теоретической кривой эффективного сопротивления r/d_1. Кривая создается по законам теории поля. График строится на логарифмических осях. На оси абсцисс отложено отношение r/d_1, на оси ординат – отношение r/d_1.

Задача состоит в нахождении функции δ_3, зависящей от множества параметров при заданных граничных условиях, и построения ее графика $\rho_{эфф} = f(r, f, d_1, d_2, d_3, \rho_1, \rho_2, \rho_3)$.

Далее представлена математическая постановка задачи и алгоритм ее решения:

Вычисляем внутренние параметры *k* и $\delta_3\ \delta_3\ \delta_3$

$$k_0^2 = 0\ k_1^2 = i\frac{8\pi^2 f}{\rho_3 c^2};\ \delta_1 = 2d_1\sqrt{\frac{f}{\rho_1}};\ \delta_2 = 2d_1\sqrt{\frac{f}{\rho_2}};\ \delta_3 = 2d_1\sqrt{\frac{f}{\rho_3}}$$

Вычисляем p, q, s – вспомогательные параметры: $s = (\delta_1^2 - \delta_2^2)((\delta_2 + \delta_3)^2 + (\delta_2 - \delta_3)^2 e^{-4\delta_2(1+i)}) + 2(\delta_2^2 - \delta_3^2)(\delta_1^2 + \delta_2^2)e^{-2\delta_2(1+i)}$

$$s = (\delta_1^2 - \delta_2^2)((\delta_2 + \delta_3)^2 + (\delta_2 - \delta_3)^2 e^{-4\delta_2(1+i)}) + 2(\delta_2^2 - \delta_3^2)(\delta_1^2 + \delta_2^2)e^{-2\delta_2(1+i)}$$

Вычисляем $Hz^{\text{одн}}$ и $Hz^{\text{одн}}$ – магнитные числа однородной среды:

$$Hr^{\text{одн}} = ((k_1^2 - k_0^2)r^2 I_0 K_0 - (16 + (k_1^2 - k_0^2)r^2) I_1 K_1 + 4(k_1 - k_0) r I_0 K_1 - 4(k_1 + k_0) r I_1 K_0)$$

$$Hr^{\text{одн}} = ((k_1^2 - k_0^2)r^2 I_0 K_0 - (16 + (k_1^2 - k_0^2)r^2) I_1 K_1 + 4(k_1 - k_0) r I_0 K_1 - 4(k_1 + k_0) r I_1 K_0)$$

Где *I, K* – функции Бесселя с аргументом $(k_1 * r/2)$, далее вычисляем величины проекций для трехслойной среды.

$$Hz = Hz^{\text{одн}}(p3) + \frac{9i(\delta_3^2 - \delta_2^2)(1 - e^{-2\delta_2(i+1)})((\delta_2 + \delta_3)^2 - (\delta_2 - \delta_3)^2 e^{-2\delta_2(i+1)})}{r^2 \delta_2^2 \delta_3^2 ((\delta_2 + \delta_3) - (\delta_2 - \delta_3) e^{-2\delta_2(i+1)})^2} -$$
$$- \frac{9i(1 - e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})(p^2 - q^2 e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})s}{r^2 \delta_1^2 \delta_2^2 (p - q e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})^2}$$

$$Hz = Hz^{\text{одн}}(p3) + \frac{9i(\delta_3^2 - \delta_2^2)(1 - e^{-2\delta_2(i+1)})((\delta_2 + \delta_3)^2 - (\delta_2 - \delta_3)^2 e^{-2\delta_2(i+1)})}{r^2 \delta_2^2 \delta_3^2 ((\delta_2 + \delta_3) - (\delta_2 - \delta_3) e^{-2\delta_2(i+1)})^2} -$$
$$- \frac{9i(1 - e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})(p^2 - q^2 e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})s}{r^2 \delta_1^2 \delta_2^2 (p - q e^{-2\delta_1 \overline{d1}(1+i)})^2}$$

Hz/Hr связано с отношением Hz/Hr полиномами аппроксимации [1].

На данном этапе разработана первая часть программного комплекса, позволяющая использовать представленную математическую модель для построения теоретических кривых зондирования (см. рисунок).

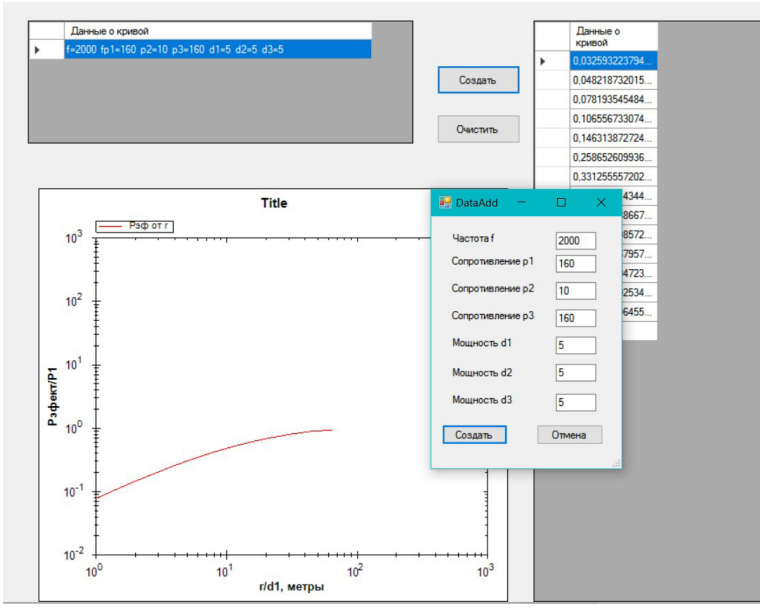


Рис. Главное окно программы построения теоретических кривых

Реализована возможность самостоятельно задавать входные параметры, изменение которых влияет на форму теоретической кривой. Разработка ведется на языке программирования C#, для корректной работы программы были написаны необходимые дополнительные библиотеки, в частности, программный модуль вычисления функций Бесселя. Следующим этапом разработки является оценка погрешностей при построении кривых, сравнение полученных результатов с палеточной интерпретацией. С помощью программы возможно построение большего числа теоретических кривых, чем существующее число палеток, следовательно, точность интерпретации будет гораздо выше.

Литература

1. Вешев А.В. Интерпретация электромагнитных зондирований с незаземленными источниками поля – Ленинград, 1989. – 53 с.
2. Иголкин В.И., Шайдуров Г.Я, Тронин О.А., Хохлов М.Ф. Методы и аппаратура электроразведки на переменном токе – Красноярск : СФУ, 2016. – 272 с.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕНОСТИ МИЛОГРАДОВСКОГО ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

А. В. Кулешов
Научный руководитель доцент В. И. Жаворонкин
Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Милоградовское рудопроявление находится в Ольгинском районе Приморского края, расположенного в южной части Восточно-Сихотэ-Алинской золотосереброрудной минералогической зоны [2].

В строении Милоградовского рудопроявления принимают участие эффузивно-пирокластические накопления верхнего мела (турон-кампан) и верхнего мела-палеогена. Отложения турон-кампана относятся к приморской свите, а мел-палеогена – к сияновской и богопольской свитам. Вулканиты приморской свиты (K_2pr) принадлежат двум толщам: нижней – эффузивно-пирокластической и верхней – пирокластической. В нижней толще (K_2pr_1) закартированы покровы игнимбритов, туфов, туфолав смешанного состава, дацитовых и риодацитовых лав, а в верхней (K_2pr_2) – туфолав и кристаллокластических туфов кислого состава, насыщенных крупными зернами кварца и полевых шпатов [1,2]. Сформированные отложения были подвергнуты гидротермальной переработке, что выражается в аргиллизации и пропилитизации пород Милоградовской площади. Данные преобразования находят отражение в петрофизических характеристиках петрологических групп. Руды связаны с зонами интенсивного окварцевания и кварцевыми жилами.

При создании петрофизической коллекции были использованы штуфные и технологические пробы, общее количество исследованных образцов – 334. Поскольку специализированный отбор образцов в полевых условиях не осуществлялся, репрезентативность петрографических групп в созданной петрофизической коллекции для некоторых разностей недостаточна. В первую очередь это относится к риолитам, гранит-порфирам и дацитам. Образцам придавалась правильная геометрическая форма, после чего производились замеры петрофизических характеристик, представленных в табличной форме (таблица) и гистограммой (рисунок).

Таблица

Петрофизические свойства горных пород и руд Милоградовского рудопроявления

Петрологическая группа	Плотность σ, г/см^3	Магнитная восприимчивость $\varkappa \cdot 10^{-5}$ ед. СИ	Удельное сопротивление $\rho_{уд}$, Ом м	Скорость продольных волн V_p, м/сек
Туфы	$\frac{2{,}547}{2{,}298-2{,}648}\,89$	$\frac{24{,}30}{(-10{,}74)-351{,}04}\,93$	$\frac{2611}{521-7033}\,70$	$\frac{4231}{2718-5582}\,75$
Туфобрекчии	$\frac{2{,}536}{2{,}310-2{,}619}\,92$	$\frac{14{,}42}{(-11{,}25)-664{,}10}\,93$	$\frac{3383}{619-6810}\,51$	$\frac{4536}{3791-5075}\,50$
Гранит-порфир и дацит	$\frac{2{,}506}{2{,}420-2{,}575}\,6$	$\frac{1626{,}39}{502{,}20-3458{,}67}\,5$	$\frac{1709}{1257-2160}\,2$	$\frac{4542}{4230-4855}\,2$
Риолит	$\frac{2{,}474}{2{,}442-2{,}537}\,6$	$\frac{18{,}82}{(-5{,}94)-59{,}62}\,5$	$\frac{2041}{1014-3171}\,4$	$\frac{3875}{3366-4569}\,4$
Кварц пузырчатый	$\frac{2{,}198}{2{,}094-2{,}322}\,8$	$\frac{-1{,}27}{(-7{,}63)-6{,}18}\,8$	$\frac{1181}{711-1687}\,8$	$\frac{3876}{3294-4569}\,8$
Кварц выветрелый	$\frac{2{,}546}{2{,}302-2{,}715}\,43$	$\frac{-1{,}78}{(-13{,}9)-4{,}95}\,50$	$\frac{3675}{1932-5928}\,40$	$\frac{4675}{3812-5382}\,40$
Кварц массивный	$\frac{2{,}601}{2{,}506-2{,}743}\,61$	$\frac{-0{,}502}{(-56{,}27)-23{,}85}\,60$	$\frac{9375}{6083-13643}\,32$	$\frac{5034}{4227-6008}\,32$

Примечание: в числителе среднее значение параметра, в знаменателе минимальное и максимальное значение, после дроби количество образцов.

Для пород Милоградовского оруденения характерно бимодальное и более сложное распределение, так как породы в различной степени гипергенно изменены и разуплотнены.

Из рисунка следует, что существует петрофизическая дифференциация пород на петрологические группы по ряду параметров. Наиболее наглядно выглядят разделение для кварца всех разностей, различающихся по плотности, магнитной восприимчивости, сопротивлению и скорости продольных волн. Это связано со структурно-вещественной составляющей образцов: в кварце массивной разности наличие сульфидов Zn и пленок гидроокислов Mn и Fe ведет к увеличению всех характеристик, в кварце пузырчатой разности за счет сильной кавернозности и отсутствия сульфидов Zn и гидроокислов Mn и Fe значения ниже, ввиду влияния гипергенеза. Выветрелый кварц является переходным между кварцем пузырчатой и массивной разности.

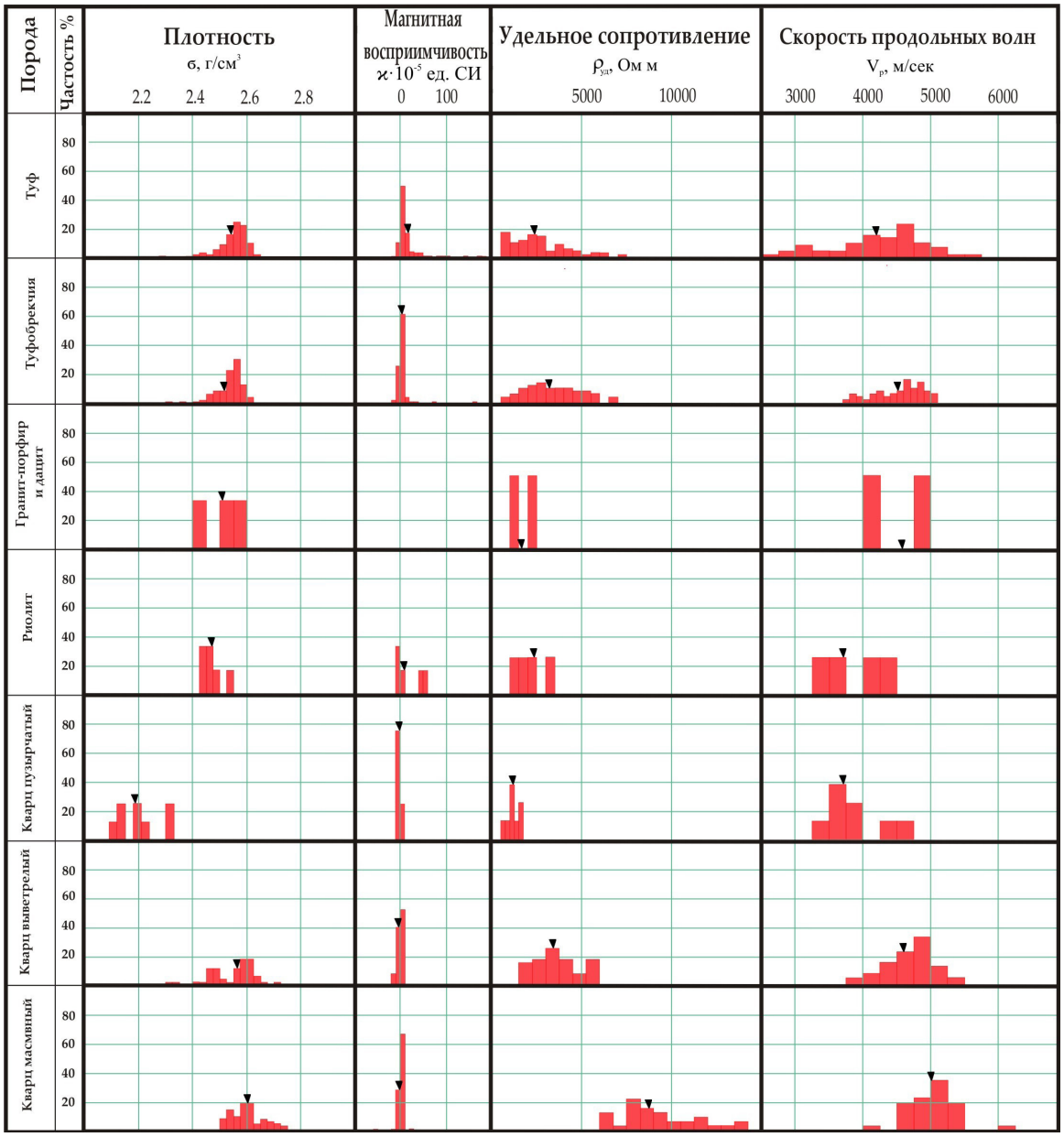


Рис. Гистограммы распределения петрофизических величин (значения магнитной восприимчивости группы гранит-порфира и дацита в виде гистограмм не отражены; стрелками указаны средние значения параметра)

Литература

1. Ивин В.В. Гидротермалиты Милоградовской площади (южное Приморье) и их пространственные соотношения с проявлениями золотосеребрянной минерализации / В.В. Ивин, В.Г. Хомич, Н.Г. Борискина // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2008. – № 315. – С. 218-219.
2. Степанов В.А. Металлогения золота Приморья // Вестник Амурского государственного университета. – Благовещенск, 2012. – Вып. 59. – С. 104-111.

ВЛИЯНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ЗОНДОВ НА ТРАНСФОРМАЦИИ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА

Д.А. Литвиченко

Научный руководитель доцент К.В. Сухорукова

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

На территории Западной Сибири для исследования в вертикальных и наклонных скважинах часто применяются разновидности метода высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования (ВЭМКЗ) [2]. Каротаж этим методом обычно проводится без центрирования прибора. Контраст удельного электрического сопротивления (УЭС) пород и бурового раствора приводит к тому, что на сигнал влияет эксцентриситет аппаратуры в скважине [3].

При смещении зонда вихревые токи, создаваемые полем генератора, пересекают границу скважины и породы, в результате чего на ней образуются электрические заряды, которые влияют на показания прибора [1] тем сильнее, чем выше рабочая частота зонда (диапазон частот ВЭМКЗ от 0.875 до 14 МГц).

Исследование заключается в сравнении результатов трансформации синтетических сигналов (разности фаз и отношения амплитуд э.д.с. в приемных катушках зондов) в кажущееся УЭС и кажущуюся относительную диэлектрическую проницаемость (ДП) при положении зонда на оси и на стенке скважины со значениями УЭС и ДП модели. Эти трансформации традиционно вычисляются в приближении однородной среды и используются, в том числе, в автоматизированной системе инверсии EMF Pro, разработанной для численной инверсии данных ВЭМКЗ.

Синтетические сигналы рассчитаны для широкого диапазона УЭС пласта и для единичной относительной ДП. Диаметр скважины 0.124, 0.146, 0.216, 0.300 м; диаметр прибора 0.073 и 0.102 м, УЭС бурового раствора варьируется от 0.02 Ом м до 500 Ом м; УЭС пласта от 0.1 до 2000 Ом м.

В модели с биополимерным буровым раствором (диаметр скважины 0.216 м, прибора 0.073 м, УЭС раствора 0.02 Ом·м) значения трансформации в кажущееся УЭС не совпадают с модельными параметрами (рис. 1): при смещенном положении зонда значения меньше модельных, а при центральном – больше (для УЭС пласта не более 300 Ом м).

При положении на оси скважины при сопротивлении пласта 250 – 700 Ом·м значения кажущегося УЭС длинных зондов резко увеличиваются до 20000 Ом·м, а затем уменьшаются. Этот эффект менее выражен для совместной трансформации в кажущееся УЭС: ее значения для длинного зонда (DF20) практически совпадают с модельными при любом положении зонда при УЭС пласта до 300 Ом м.

Значения трансформации в кажущуюся ДП при центральном положении зонда завышены (до нескольких десятков) для зондов средней длины при УЭС пласта до 100 Ом м, , а также при смещенном положении для двух длинных зондов при низких УЭС пласта (до 2 Ом м), в остальном диапазоне соответствуют модельному при центральном положении зондов и составляют около 10 при смещенном.

Трансформации в кажущееся УЭС (как разности фаз, так и совместной) в модели с буровым раствором на нефтяной основе (диаметр скважины 0.216 м, УЭС 500 Ом·м) совпадают с модельными значениями УЭС пласта практически на всем интервале сопротивлений.

При большом контрасте УЭС бурового раствора и пласта (УЭС пласта от 0.1 до 5 Ом·м при УЭС бурового раствора 500 Ом·м) значения кажущегося сопротивления зондов DF05, DF07 и DF10 для смещенного положения превышают модельные (до 30 Ом·м).

Эффект расхождения значений при большом контрасте наблюдается на всех диаграммах. При УЭС пласта более 2 Ом м кажущаяся ДП для всех зондов при любом положении соответствует модельному значению.

Выводы.

В результате численного моделирования сигналов ВЭМКЗ в геоэлектрической модели «скважина-пласт» получено следующее.

1. Влияние эксцентриситета на значения обеих трансформаций в кажущееся УЭС длинного зонда не превышает погрешности измерений в широком диапазоне УЭС пласта. Влияние смещения зонда на стенку скважины приводит к уменьшению значений обеих трансформаций в кажущееся УЭС, тем большему, чем выше частота зонда (меньше длина), что соответствует наличию понижающей зоны проникновения. Следовательно, необходим учёт влияния смещения зонда с оси скважины до расчета трансформаций при большом контрасте УЭС пласта и бурового раствора.

2. Влияние эксцентриситета зонда на значения трансформации в кажущуюся ДП не приводит к значительному отличию от модельного значения ДП пласта. Значения кажущейся ДП завышены во всех случаях при низком УЭС пласта, а также для средних зондов при их центральном положении в скважине с биополимерным раствором низкого УЭС.

3. Влияние эксцентриситета снижается с увеличением сопротивления бурового раствора и длины зонда (с уменьшением частоты).

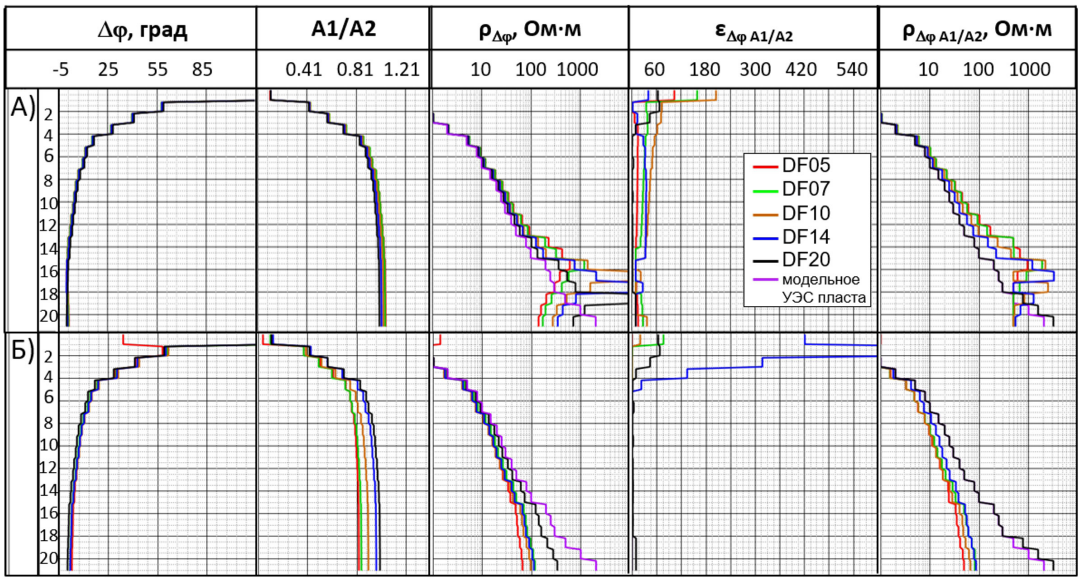


Рис.1. Результат трансформации сигналов ВЭМКЗ в относительную диэлектрическую проницаемость по однородной среде. Модель "скважина-пласт": УЭС раствора = 0.02 Ом·м, диаметр скважины = 0.216 м. А) зонд расположен на оси скважины; Б) зонд расположен на стенке скважины. Столбцы слева направо: разность фаз, отношение амплитуд, трансформация разности фаз в кажущееся сопротивление, совместная трансформация разности фаз и отношения амплитуд в диэлектрическую проницаемость и в кажущееся сопротивление

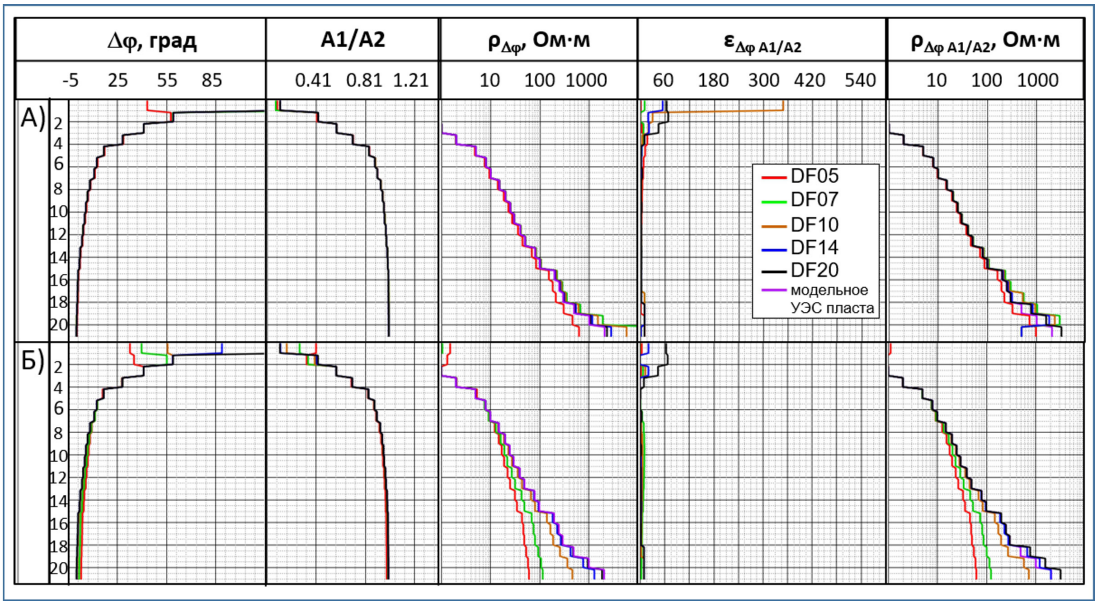


Рис. 2. Результат трансформации сигналов ВЭМКЗ в относительную диэлектрическую проницаемость по однородной среде. Модель «скважина-пласт»: диаметр скважины = 0.216 м, УЭС раствора = 1 Ом·м. А) зонд расположен на оси скважины; Б) зонд расположен на стенке скважины. Легенду см. на рис. 1

Литература

1. Горбатенко А.А., Вологдин Ф.В., Сухорукова К.В. Моделирование влияния неровностей стенки скважины и эксцентриситета каротажного зонда на показания высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования в скважинах с высокопроводящим раствором // Каротажник. – 2013. – №2. – С. 54–64.
2. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. Методическое руководство / Под ред. М.И. Эпов, Ю.Н. Антонов. – М.: Издательство СО РАН, 2000. – 122 с.
3. Эпов М.И., Сухорукова К.В. Электрические и электромагнитные каротажные зондирования в реалистичных моделях нефтегазовых коллекторов: численное моделирование и интерпретация // Геофизический журнал. – 2012. – № 4. – С. 5–15.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКОННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ТРАСС

Мак Э.Р.Э Кпата, А.А. Ислямова
Научный руководитель профессор Немирович-Данченко М.М.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие методологии обнаружения трещиноватых (пористых) областей в горных породах всегда представляется актуальной проблемой для широкого круга прикладных задач геофизики [5]. В тех случаях, когда дефектные области представляют собой зоны множественного разрушения (трещиноватые зоны), действенными оказываются электромагнитные и акустические методы и их комбинации. Акустические методы, основанные на изучении свойств упругих волновых полей при активном и пассивном мониторинге сред, содержащих трещиноватые зоны, применяются особенно широко в горном деле и при поисках залежей углеводородов, причем в последнем случае развиваются как собственно акустические методы (акустический каротаж), так и сейсмические методы, использующие и продольные, и поперечные волны [5]. Для анализа реальных сейсмических разрезов необходимо корректно применять аппарат обработки временны̀х рядов цифровыми фильтрами. Обычно такая обработка проводится в спектральной плоскости. Для отображения исходного ряда в частотную область нами используются преобразования Фурье [4] и Проны̀ [2]. Показан пример работы оконного фильтра в случае использования спектра Фурье.

Для преобразования Фурье ограничения, связанные с теоремой Котельникова и накладываемые конечными размерами блоков обработки, не позволяют извлекать из трассы гармонические компоненты с любой наперед заданной частотой. Чтобы обойти это ограничение, ранее применялось преобразование Прони, которое не является спектральным преобразованием в чистом виде, а является способом оценивания (как метод наименьших квадратов) дискретных данных с помощью линейной комбинации экспоненциальных функций. Затем можно вычислить спектральную плотность энергии (СПЭ) для любой частоты Прони. На основе этого была показана возможность выделения трещиноватости в горной породе [3]. Ниже будут приведены некоторые алгоритмические подробности выполнения целевой фильтрации.

Приведем основные формулы для прямого и обратного преобразования Фурье.

Под спектром функции g(t) будем понимать функцию $G(\omega)$, связанную с g(t) парой преобразований Фурье [4]

$$g(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} G(\omega)e^{j\omega t}d\omega \quad , \qquad \mathrm{G}(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathrm{g(t)e}^{-\mathrm{j}\omega t}dt \quad . \tag{1}$$

Здесь используются общепринятые обозначения $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$, T – основной период колебаний.

Здесь используются общепринятые обозначения $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$,

T – основной период колебаний. Формулы (1) содержат переменную t. Это может быть время, что обычно и подразумевается (тогда f - временная частота с размерностью T^{-1}), но может быть и пространственная переменная (тогда вместо f пишут k, это пространственная частота с размерностью L^{-1}).

В обоих случаях – и для спектров Фурье [4], и для спектров Прони [2] – существуют различные аспекты при выполнении собственно фильтрации. В данной работе показано, как корректно применять полосно-заграждающий фильтр при работе в пакете MatLab. Под полосно-заграждающим фильтром имеется ввиду следующий алгоритм: из комплексного спектра выбираются несколько частот, они обнуляются с соблюдением симметрии относительно частоты Найквиста [1] (в случае преобразования Фурье) или её аналога (в случае преобразования Прони). Затем для полученного комплексного массива выполняется обратное преобразование.

В программе выполняется чтение файла из формата *.seg, анализ формата записи и подготовка к фильтрации. Собственно результат выполнения сравнения матриц по маске и есть фильтрация. Маска в данном случае – это вектор M = [1, 1, 1, …, 0, 0, 0,…1, 1, 1]. Сохраняемые частоты соответствуют единицам. Если спектр трассы в выбранном окне обозначим SF, то после выполнения сравнения по маске M в строке Rez получится отфильтрованный спектр:

Rez = SF * M.

На рисунке приводятся два спектра – SF до обработки и Rez после обработки. Хорошо виден результат вырезания полосы частот в области несущей частоты.

Вообще говоря, псевдо-разрез может быть составлен и из трасс, содержащих только амплитудные спектры. И для быстрого принятия решений, для выбора стратегии адаптивного поиска зон с возможным повышенным содержанием углеводородов, этого может оказаться и достаточно. Разрез спектральных плотностей, составленный

из таких «трасс», будет содержать выдержанные по латерали лакуны в зонах, приуроченных, как показывают модельные расчеты, к продуктивным участкам геологического разреза [3].

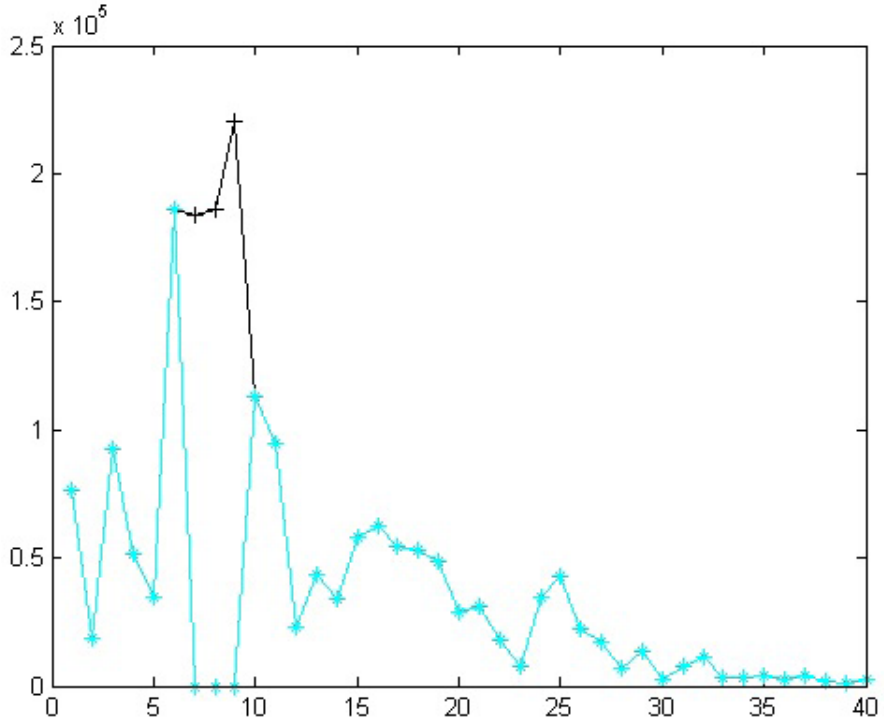


Рис. Спектр SF до обработки (кривая с «+») и Rez после обработки (кривая с «*»)

Здесь важно помнить, что (как правило) мы имеем дело с алгоритмами быстрого преобразования Фурье. Поэтому следует учитывать, что для выбранного размера окна обработки N в случае преобразования Фурье частота Найквиста равна $f_N = N/2$ (это безразмерная величина, она определяет количество гармоник, то есть штук); в то же время при заданной величине отсчета Δt граничная частота $f_{гр} = 1/(2\Delta t)$ (это величина размерная, Гц). Например, если размер окна N=64 и Δt=0.002 с, то $f_N = 32$, $f_{гр} = 250$Гц и одной гармонике окна обработки соответствует 250/32=7,8125 Гц. И для выбранного окна при фиксированной величине отсчета это число 7,8125 Гц не меняется.

В случае же преобразования Прони сам метод подбора частот из диапазона $-(2\Delta t)^{-1} \le f_k \le (2\Delta t)^{-1}$ предопределяет варьирование значений частот при изменении свойств сигнала. При этом каждому номеру («гармонике») в ряде Прони будет соответствовать не конкретная частота в Гц, а некоторая полоса частот. Поведение этих полос пропускания представляет отдельный методологический интерес при обработке и интерпретации геофизических данных.

Необходимо также добавить, что интерпретатор всегда имеет дело только с оконными преобразованиями, даже когда работает со всей трассой.

Нужно учитывать эти особенности при построении полосно-заграждающих (режекторных) фильтров (в английской терминологии *notch filter).*

Литература

1. Nyquist H. Certain topics in telegraph transmission theory // Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. – 1928. – Т. 47. – №. 2. – С. 617-644.
2. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
3. Немирович-Данченко М.М. Возможности обнаружения множественной трещиноватости сплошной среды на основе оценки спектральной плотности энергии отраженного сигнала // Физическая мезомеханика – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 105-110.
4. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. – 236 с.
5. Хромова И. Ю. Практическое сравнение методик прогноза трещиноватости по сейсмическим данным // Технологии сейсморазведки. – 2010. – №2. – С. 62-69.

ГЕОФИЗИКА КАК ИНТЕРПРЕТАЦИОННАЯ НАУКА

В.А. Миронов
Научный руководитель профессор В.Н. Сыров
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В статье предпринята попытка доказательства применимости в геофизике герменевтической (интепретационной) методологии, которую в научной среде принято относить к гуманитарной отрасли научного знания. На основании результатов этого применения делается вывод о том, что в некоторых естественных науках, в частности, в геофизике, гуманитарная методология играет существенную роль, что размывает границы между гуманитарным и естественнонаучным знанием. Этот факт, в свою очередь, говорит о необходимости переосмысления традиционной дихотомии естественнонаучного и гуманитарного знания.

В предыдущих работах [6,7,8] мы рассматривали герменевтические и повествовательные аспекты геологического познания и показали, что герменевтическая (интерпретационная) методология вместе с методологией повествования играет существенную роль для геологии. В данной работе будет осуществлена попытка объяснения принципов геофизического познания с герменевтических позиций, а также будет показано принципиальное отличие интерпретации в геофизике от интерпретации в геологии.

Философская проблематика геологического познания в подавляющем большинстве работ заключается в констатации несоответствия геологических методов исследования устоявшимся представлениям о естественнонаучном познании. Основные требования же к научному знанию, как известно, были сформулированы в рамках такого философского направления как логический позитивизм. Эти требования можно свести к трем основным характеристикам научного знания, а именно: объективность, экспериментальная проверка научных гипотез, а также единство и универсальность научного метода.

Если попытаться дать оценку геофизике с позиций критериев научности, сформулированных в логическом позитивизме и преобладающих на сегодняшний день в научной среде, то геофизика, как и геология, не будет отвечать данным критериям. Геофизика, исходя из предмета исследования, относится к классу естественных наук. Однако в таком случае основой геофизического познания должен выступать единый метод – эксперимент, который обеспечивает объективность полученных данных. Иными словами, геофизика должна решать прямые задачи при помощи экспериментального метода, и личность геофизика (интерпретатора) и его опыт не должны влиять на результаты геофизических исследований. Однако геофизика преимущественно решает обратные задачи, используя разные методологические подходы, а не единый метод эксперимента.

Вслед за Фродеманом [1] постараемся разъяснить основные черты герменевтической методологии и возьмем два основных критерия герменевтической методологии: герменевтический круг и пред-суждения (пред-знания, предрассудки). Герменевтический круг является центральным понятием герменевтики. Суть его заключается в следующем: познание частей осуществляется через познание целого, а познание целого – через познание его частей.

Метод герменевтического круга эффективно применяется в геологическом познании, а именно в интерпретации геологического разреза, который интерпретирует как геология (непосредственно), так и геофизика (опосредованно через интерпретацию физических полей). Иными словами, мы сможем познать в полной мере геологический разрез лишь при детальном изучении его составляющих, а также лучше сможем узнать составляющие разреза (геологические пласты) через ознакомление с целым разрезом (обнажением, керном скважины) и его расположением в данном геологическом регионе.

Познание по герменевтическому кругу позволяет учесть отношение части к другим частям одного целого, что говорит о контекстуальной зависимости интепретации геофизических данных. Перенося принцип герменевтического круга на полевую геофизику, мы можем сказать, что познание всего исследуемого участка земной поверхности возможно только через исследование (проведение замеров) на каждой точке (пикете) сети геофизических исследований. Однако, дать оценку об аномальности или неаномальности каждого замера мы можем только лишь на основании соотношения определенного замера со всей полученной геофизической картиной исследуемого района (целым).

Такой познавательный подход резко отличается от аналитического похода экспериментальных наук. Целью аналитического подхода, как пишет Мартьянов, является поиск отличий между объектами, что «неизбежно приводит к разграничению областей исследования» [5], тогда как интепретационный или герменевтический подход позволяет синтезировать полученные данные и обнаруживать черты сходства частей и характер взаимосвязи между частями целого.

Следующей характерно чертой герменевтического познания является предварительные знания или пред-суждения, которые структурируют процесс познания. Фродеман выделяет три основных вида пред-суждений. Первый вид – это «наши предварительные суждения, идеи и теории, на которые мы полагаемся, думая об объекте» [1]. Такой вид пред-суждений говорит нам о том, что от наших предварительных знаний теоретической базы науки будут зависеть результаты нашей интерпретации. То есть, теоретическая база позволяет геофизику правильно «читать» геофизические диаграммы, а значит, и изучаемый район поверхности Земли. Примером таких знаний в геофизике может служить знание того, как ведут себя кривые разных методов геофизических исследований скважин напротив определенной горной породы. Например, если мы будем знать, что положительные аномалии методов сопротивления и отрицательные показания гамма-метода и нейтронного метода указывают на пласты угля, то, принимаю во внимание эту информацию, мы сможем с определенной долей вероятности утверждать,

что на данном интервале залегает пласт угля.

Второй вид пред-суждений, который выделяет Фродеман, – это «наше предвидение, наша идея о предполагаемой цели нашего исследования и наша установка, что именно будет считаться ответом» [1]. Так как герменевтическая методология требуется для решения довольно сложных задач, где невозможно объект подвергнуть всеобъемлющему лабораторному исследованию в силу его огромных размеров, то здесь уже результаты исследований будут зависеть от того, какую информацию исследователь будет считать важной. Например, если геофизикам была поставлена задача найти месторождение железной руды, в состав которой входит трехвалентное намагничивающееся железо, то в первую очередь геофизики будут обращать внимание именно на те участки, в которых наблюдаются положительные аномалии магнитного и гравитационного поля, тогда как остальная информация, скорее всего, останется несущественной для исследователя. Таким образом, можно утверждать, что «результаты нашей интерпретации будут зависеть от первоначальной цели исследования» [6].

Третий вид пред-суждений заключается в выборе используемых методов и средств познания. Зная определенные параметры искомого объекта, геофизик выбирает подходящие методы и приборы для более успешного обнаружения геологического тела или геологической структуры. Выбранные геофизические методы определяют характер собранной информации, «поэтому с помощью других инструментов мы можем получить совершенно другие данные и соответственно сделать другие выводы» [7]. Так, например, если геофизики будут искать с помощью магнитной съемки железорудное месторождение с двухвалентным железом, которое не создает аномальных магнитных полей, то такие геофизические исследования, скорее всего, окажутся безуспешными. Следовательно, от правильности выбранных методов будет зависеть результат исследований.

Стоит отметить разницу между классическим геологическим познанием, основные принципы которого были сформулированы в XIX веке и целью которого было «воссоздать все последовательные фазисы минувшего» [10], и геофизикой. Геология в классическом ее понимании интерпретирует не только данные о настоящем геологическом строении исследуемого района, но также интерпретирует прошлое Земли. Задача же геофизики заключается в исследовании не прошлого, а настоящего планеты. Даже несмотря на то, что геофизики во время интерпретации расчленяют стратиграфический разрез, все пласты разреза интересуют геофизика не с позиций прошлого (того, как они образовались), а с позиций настоящего, т.е. перед геофизиком стоит задача определить структурные параметры пласта по геофизическим данным. Геофизик, интерпретируя геофизические данные, также интерпретирует пространство исследуемого района, тогда как геолог интерпретирует как пространство района исследований, так и прошлое исследуемого объекта.

Таким образом, мы приходим к тому, что более корректное понимание принципов геологического и геофизического познания позволяют определять не позитивистские критерии научного знания, а герменевтические критерии познания, которые принято относить к гуманитарной сфере. Следовательно, геофизическое и гуманитарное познание обладают общими методологическими чертами, а именно имеют герменевтический (интерпретативный) характер. По большому счету, познание человека в гуманитарных дисциплинах происходит также через решение обратной задачи, т.е. ученый-гуманитарий не имеет доступа в сознание другого человека, а, следовательно, должен интерпретировать поведение и поступки человека по некоторым внешним проявлениям.

На основании этого мы можем говорить о возможности выведения геофизики из сферы принадлежности к естественным наукам и постановки ее в один ряд с гуманитарными дисциплинами на основе сходства их методологических принципов. Следовательно, геофизика, как и гуманитарные дисциплины, может быть отнесена к интерпретационной области знания.

Литература

1. Frodeman R. Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science.// Geological Society of America. Bulletin № 107; – 1995. – P. 959-968.
2. Высоцкий Б.П. Проблемы истории и методологии геологических наук. – М: "Недра". – 1977 г. – 280 с.
3. Дильтей В. Собрание сочинений. Том I. Введение в науки о духе. Опыт полагания основ для изучения общества и истории. – М.: Дом интеллектуальной книги. – 2000. – 763 с.
4. История и методология геологических наук / Хаин В.Е., Рябухин А.Г., Наймарк А.А. – М.: Издательский центр «Академия». – 2008. – 416 с.
5. Мартьянов Н.Е. Размышления о пульсациях Земли. – Красноярск, КНИИГиМС. – 2003. – 272 с.
6. Миронов В.А. Герменевтический и исторический аспекты геологического познания в концепции Р. Фродемана // Философия науки СО РАН №1(68), 2016. – Новосибирск. – С. 86-100.
7. Миронов В. А. Методы познания классической геологии в структуре современных геологических исследований // Сборник материалов VI Всероссийской конференции с международным участием «Отражение био, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове, посвященной 125-летию со дня рождения Р.С. Ильина». – Томск: Издательский дом Томского государственного университета – 2016 . – С. 64-67
8. Миронов В. А. Соотношение экспериментальных, исторических и интерпретационных методологических подходов в геологическом познании // Философия науки. – Новосибирск: Издательство СО РАН. – 2016. – №4. – С.115-129
9. Назаров И.В. Методология геологических исследований. – Новосибирск: Наука, - 1982. – 176 с.
10. Пэдж Д. Философія Геологіи. – СПб.: «Н. Тиблен и комп.». – 1867. – 149 с.

СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС ДЛЯ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗОНЫ МАНЫЧСКИХ ПРОГИБОВ И ПРИКУМСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДНЯТИЙ

И.С. Михеенко, Л.С. Окс

Научный руководитель главный специалист А.А. Посысоев

ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия

Поиск пропущенных залежей является актуальной задачей исследований старых нефтегазоносных районов, к которым относится и Ставропольский край. Наиболее перспективными здесь считаются работы, позволяющие выявить залежи, расположенные выше уже разрабатываемых горизонтов, освоение которых возможно, в том числе, фондом уже пробуренных скважин. Одним из объектов таких исследований стал комплекс терригенных отложений среднеюрского возраста зоны Манычских прогибов и Прикумской системы поднятий.

Вплоть до недавнего времени объем керновых исследований не позволял получить достоверной методики интерпретации для данных отложений: образцы были разрознены, вынос керна неполон, исследования проведены на разных образцах [3]. Однако в последние годы было пробурено 7 новых скважин со сравнительно высоким выносом керна и достаточно полным комплексом исследований.

Появление новых данных сделало возможным создание методики интерпретации ГИС. Основными задачами при этом стало выделение коллекторов, оценка пористости, нефтенасыщенности и проницаемости.

Выделение коллекторов в терригенном разрезе проводится по качественным признакам (приращение на микрозондах, наличие глинистой корки, аномалий ПС, приращений разноглубинных методов электрометрии и т.д.) с привлечением количественных критериев [2,3,4]. В качестве последних могут выступать проницаемость, пористость и глинистость. Первая редко используется из-за сложностей и больших погрешностей ее определения по комплексу ГИС. Для оценки граничной пористости могут использоваться разные подходы: сопоставление пористости с проницаемостью (имеет плохую корреляцию, что порождает большую неоднозначность); изучение данных об испытаниях пластов (таких материалов в достаточном объеме нет); распределения характеристик коллекторов и неколлекторов, выделенных по качественным признакам (также требуют большого числа скважин с качественным комплексом исследований и могут иметь большую зону неоднозначности), и другие. На рис. 1а,б приведены сопоставления проницаемости и пористости пород с их эффективной пористостью. Образцы с динамической пористостью, близкой к нулю, выделены красным. По данным зависимостям были получены условные значения граничных пористости ($Кп_{гр}$) и проницаемости ($Кпр_{гр}$). Оба они имеют большой диапазон неоднозначности. Это свидетельствует о некорректности применения только количественных критериев коллектора в отсутствие комплекса для получения хороших качественных признаков. Другим граничным значением стала величина относительной глинистости $пгл_{гр}$, полученная по палетке Вендельштейна (рис. 1в). Использование комплекса из нескольких граничных значений призвано уменьшить неоднозначность при выделении коллекторов.

Для скважин с ограниченным комплексом ГИС может быть использована граничная величина двойного разностного параметра ПС ($Апс_{гр}$ = 0,46 д.ед.), полученная из граничных величин пористости и проницаемости по соответствующим зависимостям (рис. 2а,б).

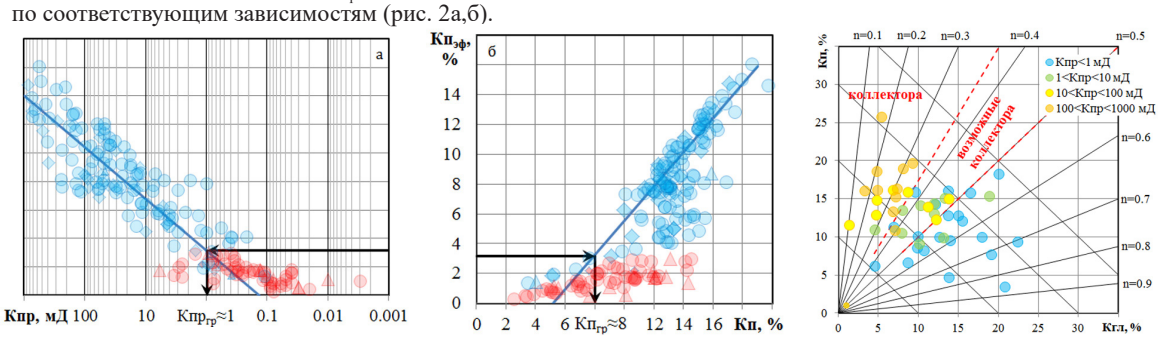


Рис. 1. Определение граничных значений проницаемости (а), пористости (б) и относительной глинистости (в)

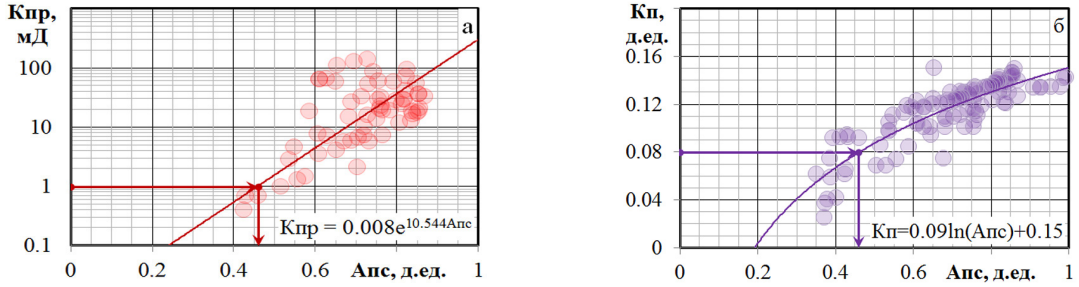


Рис. 2. Сопоставления проницаемости (а) и пористости (б) с Апс

Оценка пористости проводилась как по современным методам (АК, НК, ГГКп) с поправкой за глинистость, так и по зависимости Кп = f(Апс) в тех скважинах, где комплекс ГИС был ограничен (рис. 2а).

Оценка нефтенасыщенности проводилась двумя способами: по зависимостям Арчи-Дахнова Р = f(Кп) и Рн = f(Кв) (рис. 3а,б) для скважин с хорошим комплексом электрометрии и по J-функции. Последняя была построена с дифференциацией по относительной глинистости для использования в скважинах с достаточным объемом исследований и для определения уровня свободной воды (рис. 3в) и с разделением по Апс для работы с ограниченным комплексом ГИС (рис. 3г).

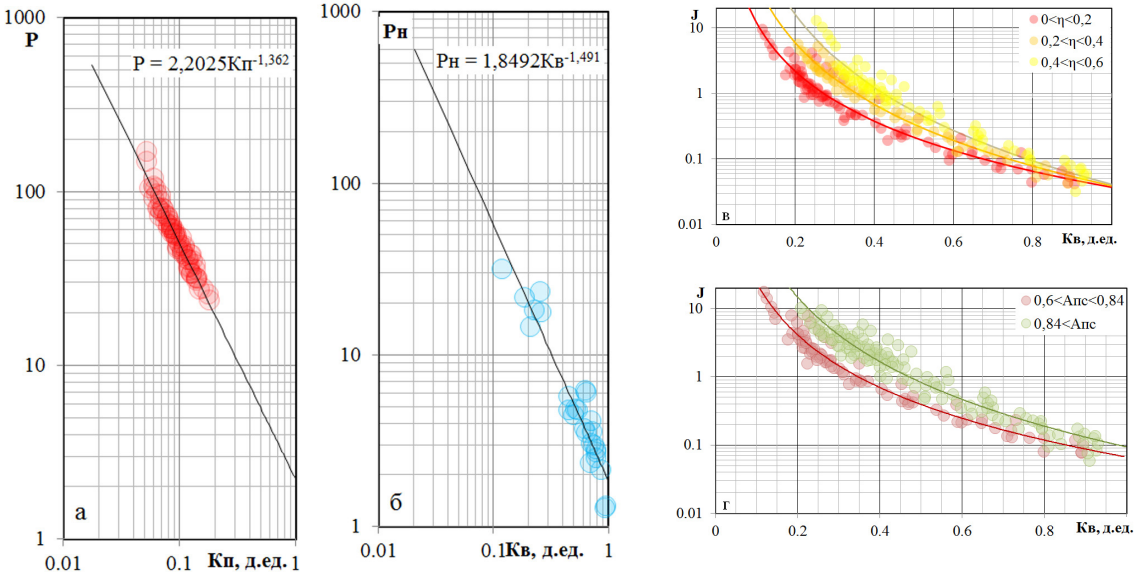


Рис. 3. Зависимости для оценки нефтенасыщенности: а) параметр пористости от пористости; б) параметр наыщения от водонасыщенности; в)зависимость J-функции от водонасыщенности с градацией по относительной глинистости; г)зависимость J-функции от водонасыщенности с градацией по Апс

Для расчетов насыщенности по J-функции необходимо иметь методику оценки проницаемости. Эта задача считается одной из самых неоднозначных при создании методик интерпретации ГИС. Существует два основных подхода к ее решению: построение статистических зависимостей проницаемости от одного или нескольких параметров и использование теоретических зависимостей [2,4]. В данном случае ни один из них в чистом виде не давал удовлетворительных результатов, и было принято решение использовать теоретическую форму зависимости, предложенную в работе [4], с привлечением корректирующих коэффициентов, полученных на фактическом материале [1] (рис. 4). Сопоставление расчетных и измеренных величин показало правомерность такого подхода.

Предложенный алгоритм может быть использован для скважин с полным и стандартным комплексом ГИС. В тех же случаях, когда объем исследований ограничен, предлагается использовать статистическую зависимость Кпр = f(Апс), полученную на скважинах с выносом керна более 75% (см.рис. 2а).

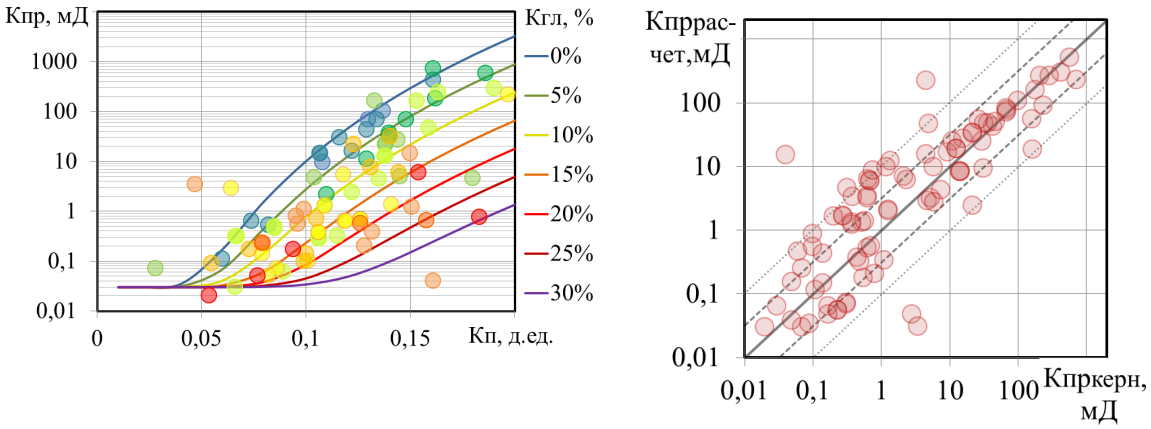


Рис. 4. Зависимость проницаемости от пористости и глинистости

Таким образом, в данной работе предложена методика интерпретации данных ГИС для среднеюрских отложений зоны Манычских прогибов и Прикумской системы поднятий, применимая как в скважинах с полным комплексом методов (СТК, ГК, НГК, АК, ГГКп, БК, ИК, БКЗ), так и при ограниченном комплексе исследований. Ее использование позволит провести оценку основных свойств изучаемых залежей как по разрезу отдельных новых скважин, так и по площади (за счет использования материалов старого разведочного и эксплуатационного фонда). При этом стоит иметь в виду различную разрешающую способность современных методов пористости и кривой ПС, а также различную достоверность результатов, получаемых при использовании полного и ограниченного комплексов ГИС. Материалы новых скважин рекомендуется использовать для детальных геологических и гидродинамических построений, а результаты исследований старого фонда – для оценки средних значений и распределения параметров по площади.

Литература

1. Окс Л.С. Подход к получению зависимостей проницаемости от пористости и глинистости терригенных отложений // Петрофизическое моделирование осадочных пород: V Балтийская школа-семинар (BalticPetroModel 2016): Сборник тезисов. – Петергоф, 2016. – С. 29-32.
2. Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. – Москва-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003.
3. Чумичева А.А., Харченко С.И. Разработка единой методики оценки емкостных свойств пластов месторождений Восточного Ставрополья // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2014. – №. 2. – С. 56-59.
4. Эланский М.М., Еникеев Б.Н. Использование многомерных связей в нефтегазовой геологии. – М.: Недра, 1991.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИНДУКЦИОННОГО КАРОТАЖА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

И. А. Москаев
Научный руководитель заведующий лабораторией В.Н. Глинских
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

При наклонно-направленном бурении скважин, количество которых в последнее десятилетие значительно увеличивается, необходима высокоточная проводка протяженного субгоризонтального ствола в продуктивной части разрабатываемого коллектора. Геонавигация траектории скважины в допустимом коридоре состоит в определении положения ствола относительно границ вскрываемого коллектора с вмещающими породами и, как правило, выполняется ведущими зарубежными компаниями с использованием высокотехнологичных телеметрических систем для каротажа в процессе бурения [1].

В настоящее время разрабатывается отечественная телеметрическая система для каротажа в процессе бурения [2-5]. Этот комплекс включает в себя методы высокочастотного индукционного каротажа, гамма-каротажа, нейтронного и гамма-гамма плотностного каротажей, инклинометрии. Высокочастотный индукционный каротаж в процессе бурения (ВИК-ПБ) предназначен для оперативного определения удельного электрического сопротивления (УЭС) пластов, пересекаемых скважиной, и расстояний до их геоэлектрических границ. Аппаратура ВИК-ПБ основана на широко известном методе ВИКИЗ [6]. В ВИК-ПБ регистрируются разность фаз и отношение амплитуд наведенной э.д.с. между приёмными катушками, а также выполняется их трансформация в кажущееся УЭС.

Целью представленной работы является развитие методического обеспечения обработки и интерпретации данных высокочастотного индукционного каротажа в процессе бурения для решения задач геонавигации наклонно-горизонтальных скважин. Решаемые задачи включают математическое моделирование сигналов ВИК-ПБ в слоисто-однородных геоэлектрических моделях сред и их сравнительный анализ в типичных геоэлектрических моделях терригенных флюидонасыщенных пластов-коллекторов при различных траекториях скважины.

Базовой моделью для изучения поведения сигналов прибора ВИК-ПБ и изучения возможностей определения геоэлектрических параметров среды при численной инверсии данных является горизонтально-слоистая модель с учётом наклона зонда относительно горизонтальных границ пластов. Выбор одномерной горизонтально-слоистой модели обусловлен медленным изменением свойств среды в латеральном направлении – на интервалах от нескольких единиц до десятков метров электрофизические свойства пластов меняются слабо, границы искривлены незначительно. Модель включает в себя произвольное число слоев, разделенных плоскопараллельными горизонтальными границами, каждый из которых характеризуется своим значением УЭС.

Выполнено математическое моделирование сигналов ВИК-ПБ (разности фаз, отношений амплитуд и кажущихся УЭС) прибора ВИК-ПБ в двух- и трехслойных горизонтально-слоистых моделях сред с прямолинейной и со сложной траекториями скважины. Исследованы основные особенности поведения сигналов ВИК-ПБ в типичных геоэлектрических моделях терригенных флюидонасыщенных пластов-коллекторов при различных траекториях скважины. Двухслойная модель описывает случай нефтенасыщенного песчаника,

перекрытого глинистыми отложениями. В трехслойной модели нефтенасыщенный песчаник подстилается водонасыщенным. При этом его толщина составляет 0.25, 0.5, 1 и 2 м. Значение зенитного угла скважины с прямолинейной траекторией – 60 и 85°. В случае сложной траектории скважины рассмотрена трёхслойная модель флюидонасыщенного песчаного коллектора, перекрытого глинистой покрышкой (рис. 1).

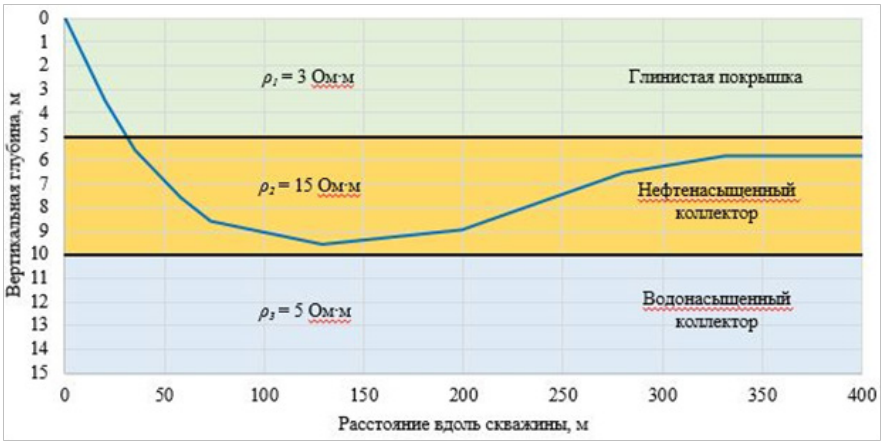


Рис. 1. Геоэлектрическая модель флюидонасыщенного пласта со скважиной сложной траектории

Рассматриваемая модель характеризуется следующими параметрами. Вертикальная координата верхней границы – 5 м, нижней – 10 м (мощность пласта 5 м). Значение УЭС верхнего полупространства (глинистая покрышка) 3 Ом·м, среднего слоя (тонкослоистый нефтенасыщенный песчаник) 15 Ом·м, а нижнего полупространства (тонкослоистый нефтеводонасыщенный песчаник) 5 Ом·м. Как видно из рисунка, траектория скважины сначала опускается вниз, пересекая первую границу, нижняя точка находится на глубине около 9.5 м в нефтенасыщенном пласте, затем она поднимается вверх, пока расстояние до кровли нефтенасыщенного пласта не достигнет 0.8 м, и далее следует горизонтальный участок вдоль границы пласта.

Результаты математического моделирования показывают изменения разности фаз, отношений амплитуд и кажущихся УЭС зондов ВИК-ПБ в зависимости от угла наклона скважины. Отмечено, что эти изменения значительны при приближении к контрастной геоэлектрической границе. Выполненные исследования указывают на возможности успешного решения задач геонавигации с использованием ВИК-ПБ.

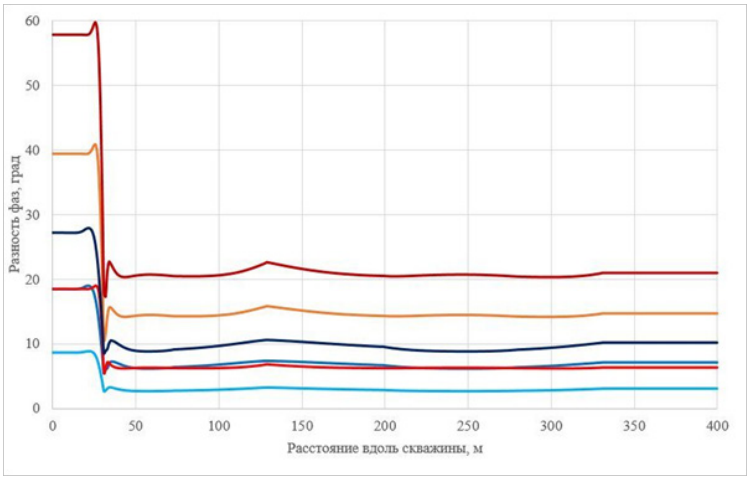


Рис. 2. Диаграммы синтетических сигналов разности фаз ВИК-ПБ в скважине со сложной траекторией. Приведены диаграммы зондов ВИК-ПБ, имеющих разные длины и операционные частоты

Литература

1. Аксельрод С.М. Методы опережающей навигации при бурении горизонтальных скважин (по материалам зарубежной литературы) // Каротажник. – 2012. – №9 (219). – С. 87–122.
2. Еремин В.Н., Волканин Ю.М., Тарасов А.В. Аппаратурно-методическое обеспечение электромагнитного каротажа в процессе бурения // Каротажник. – 2013. – № 226. – С. 62 – 69.
3. Каюров К.Н., Еремин В.Н., Эпов М.И., Глинских В.Н., Сухорукова К.В., Никитенко М.Н. Аппаратура и интерпретационная база электромагнитного каротажа в процессе бурения // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 12. – С. 112 – 115.
4. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. Методическое руководство / Под ред. М.И. Эпова, Ю.Н. Антонова. – Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, Изд. СО РАН, 2000. – 121 с.
5. Эпов М.И., Никитенко М.Н., Глинских В.Н., Сухорукова К.В., Еремин В.Н. Интерпретационная база электромагнитного каротажа в процессе бурения // Материалы VI Всероссийской школы-семинара имени М.Н. Бердичевского и Л.Л. Ваньяна по электромагнитным зондированиям Земли. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013.
6. Эпов М.И., Никитенко М.Н., Сухорукова К.В., Глинских В.Н., Еремин В.Н., Горбатенко А.А., Павлова М.А. Сигналы электромагнитного каротажа в процессе бурения и их численная инверсия // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 3. – С. 49 – 55.

ЗАВИСИМОСТЬ АМПЛИТУДЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО СИГНАЛА ОТ ВОЛН-СПУТНИКОВ НА МЕЛКОВОДЬЕ

М.В. Наумова

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурное развитие морской сейсморазведки сопровождается не только постоянным увеличением объемов работ, но и непрерывным повышением сложности решаемых задач. В последнее время растет объем работ на мелководье. Еще относительно недавно сейсморазведочные работы на мелководье носили разовый характер, проводились с опытно-методическими целями или не проводились вообще (например, на предельном мелководье). Однако сейчас начинает активно осваиваться даже такая сложная область, как переход от суши к морю – так называемая транзитная зона.

Известные площади мелководных зон довольно велики. Согласно данным [3], общая площадь шельфа РФ с глубинами моря до 20 м составляет более 700 тыс. км^2, при этом более 130 тыс. км^2 занимает предельное мелководье – первые метры глубины. Значимая часть этих площадей имеет очень высокие перспективы нефтегазоносности, где проведение разведочных работ представляется наиболее важным.

Часто под термином мелководье подразумевают различные глубины. Так, в задачах океанологии глубина 200 м – это мелководье. С другой стороны, средняя глубина внешнего края шельфа Мирового океана – 132 м – это средняя глубина мелководья. Северное море, наиболее изученное с геофизической точки зрения, считается мелководным, более 2/3 моря имеет глубину менее 100 м (в Северном море разработка британского месторождения Леман-Банк ведётся на глубине 30 м, Фортис – 115 м, Берил – 125 м, а норвежского Экофиск – на глубине 70 м).

Для наших условий принято считать мелководьем глубины до 20 м (платформа Приразломная расположена как раз на таком участке Баренцева моря). Глубины до 6-7 метров иногда называют предельным мелководьем, а зону с глубинами от 0 до 6 метров – переходной или транзитной зоной.

Основная проблема при работах на море вообще и на шельфе в частности – это относительная дороговизна закладки скважин. Поэтому для выполнения качественной инверсии желательно повысить разрешающую способность сейсмических данных. Это, в свою очередь, влечёт за собой требования к расширению частотного диапазона регистрируемых сигналов [2]. Главным фактором, препятствующим расширению диапазона регистрируемых сигналов в морской сейсморазведке, является дополнительное отражение-спутник от границы “вода – воздух”. Именно оно увеличивает длительность элементарного сигнала, а значит, сужает его спектр.

В морской сейсморазведке традиционную косу с датчиками давления буксируют обычно на глубине 6-8 м. Амплитуда излучаемого пневмопушкой (Airgun) сигнала будет при этом меняться в зависимости от глубины погружения косы.

Для некоторых частот время пробега от источника или гидрофона до поверхности воды составляет половину периода. Поскольку коэффициент отражения отрицателен, волна-спутник оказывается примерно в противофазе с восходящей отраженной волной, и обе волны почти гасятся. Максимальная амплитуда достигается на расстоянии четверти длины волны. Эти выводы иллюстрируются (рис. 1) результатами расчетов амплитудного множителя по формуле, приведенной ниже. Она определяет зависимость относительной амплитуды сигнала $A_{отн}$ от глубин погружения пневмопушки $d_{.}$ и косы $d_{.}$.

$$A_{отн} = 4\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d_g f}{V}\right)\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d_c f}{V}\right) \quad (1)$$

Фазовый сдвиг в этом случае равен

$$\frac{\varphi_g}{2} + \frac{\varphi_s}{2} = -\left(\pi + 2\pi\left(\frac{f}{V}\right)(d_g + d_c)\right),$$

где f – частота источника в Гц, V – скорость звука в морской воде, зависящая от солёности и температуры и оцениваемая по формуле Вильсона [1]:

$$c(S,T,P) = c_0 + \Delta c_T + \Delta c_P + \Delta c_S + \Delta c_{STP}, \quad (2)$$

где c (S,T,P) – скорость звука, м/с; T – температура, °С; S – соленость, промилле; P – гидростатическое давление, МПа.

c0 = 1449.14 м/с,

Δc_T = 4.5721T – 4.4532·10-2T2 – 2.6045·10-4T3 + 7.9851·10-6T4

Δc_S = 1.39799(S – 35) + 1.69202·10-3(S – 35)2

Δc_{STP} = 1.63432P + 1.06768·10-3P2 + 3.73403·10-6P3 – 3.6332·10-8P4

Δc_{STP}= (S – 35)(–1.1244·10-2T + 7.7711·10-7T2 + 7.85344·10-4P – 1.3458·10-5P2 + 3.2203·10-7PT + 1.6101·10-8T2P) +

+ P (–1.8974·10-3T + 7.6287·10-5T2 + 4.6176·10-7T3) + P2 (–2.6301·10-5T + 1.9302·10-7T2) + P3 (–2.0831·10-7T).

Для условий сибирского мелководья (глубины 0-30м) можно принять при T = 10°C скорость звука равной c = 1489 м/с.

Заметим еще, что вычисления по формуле (2) показывают относительно слабую зависимость скорости звука в воде от глубины и солености, наибольшая зависимость – от температуры. При T = 15°C скорость составит c = 1515 м/с.

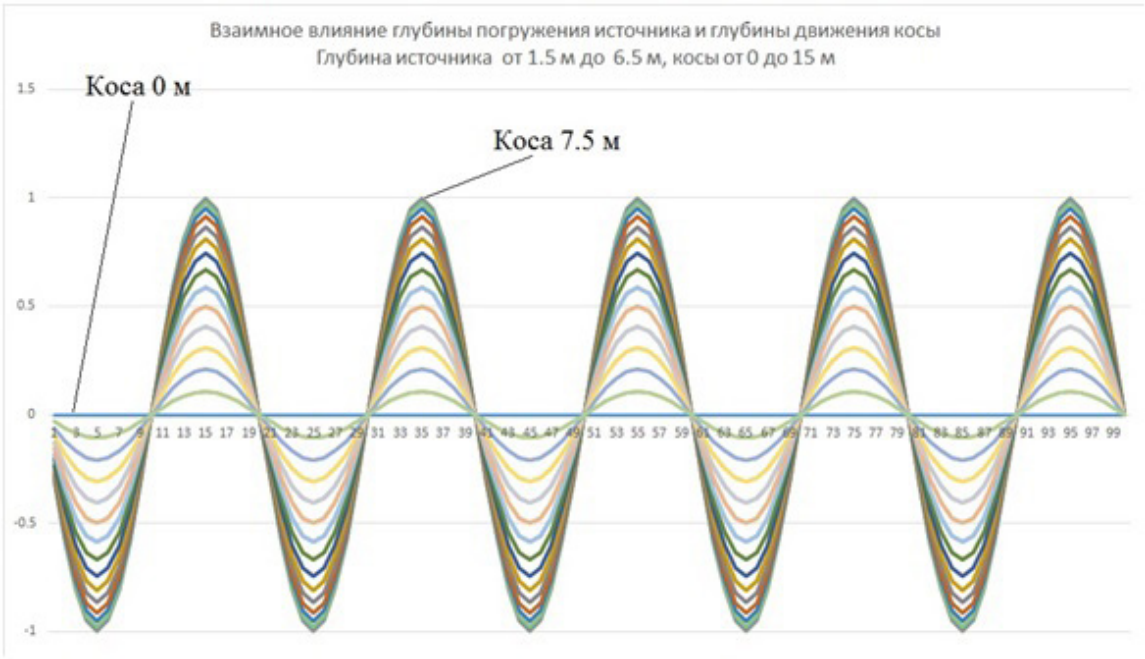


Рис. 1. Изменение относительной амплитуды сигнала для различных конфигураций «источник-коса»

Вычисления по формуле (1) производятся двойным циклом: внешний цикл отвечает за изменение глубины косы, внутренний – за изменение глубины источника. Расчеты проводились в среде VBA MS Office 2010.

Волнение на поверхности создает некоторое рассеяние и может даже способствовать улучшению качества записи. Так, в работе [4] показано, что если высота морских волн сопоставима с длиной волны, то ослабление в области минимумов и усиление в области максимумов всегда меньше 100%, особенно на высоких (> 10 Гц) частотах. Это связано с тем, что без учета волнения амплитуда записывается в виде произведения множителей (1), при этом нули любого сомножителя становятся нулями произведения. Для волнения амплитуда получается в аддитивном виде [4], что позволяет компенсировать влияние нулей:

$$A_{отн} = 2 + R_{wa}(\cos\varphi_g + j * \sin\varphi_g) + R_{wa}(\cos\varphi_c + j * \sin\varphi_c)$$

Здесь фазовые углы

$\frac{\varphi_c}{2} = -(\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d_c f}{V})$,

$\frac{\varphi_c}{2} = -(\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d_c f}{V})$.

Знание этих закономерностей позволяет настраивать взаимное положение системы «источник-приемник» для достижения лучших результатов.

Литература

1. Wilson W. D. Equation for the speed of sound in sea water //The Journal of the Acoustical Society of America. – 1960. – Т. 32. – №. 10. – С. 1357-1357.
2. Ампилов Ю.П. Сопоставление альтернативных технологий широкополосной морской сейсморазведки // Технологии сейсморазведки. – 2015. – № 2. – С. 77-85.
3. Гагельганц А.А., Серебренников Г.П. и др. Отчет по теме 105-80Н.: Совершенствование методики сейсмических исследований на мелководном шельфе (в 2-х частях). – Мурманск: НИИМоргеофизика ВМНПО «Союзморгео», 1983.
4. Причетт У. Получение надежных данных сейсморазведки: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 448 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ШИНГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ГЕОФИЗИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

Ф.А. Ожеред
Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность исследования Шингинского нефтяного месторождения (Томская область) обусловлена уникальными условиями его локализации в пределах Шингинской мезоседловины, являющейся результатом пересечения двух положительных и двух отрицательных структур первого порядка [2]. В профиле положительных структур Шиндинская мезоседловина расположена между Мыльджинским и Лугинецким куполовидными поднятиями, вмещающими крупные Мыльджинское и Лугинецкое нефтегазоконденсатные месторождения. В общей структуре трех месторождений Шингинское нефтяное месторождение выглядит как нефтяная оторочка нефтегазоконденсатных месторождений.

В магнитном поле Томской области, отражающем магнитные неоднородности доюрского фундамента, все три месторождения контролируются масштабной дипольной магнитной аномалией. При этом Мыльджинское и Лугинецкое нефтегазоконденсатные месторождения локализуются в относительно отрицательном магнитном поле, а Шингинское нефтяное – в положительном поле, как это имеет место в случае нефтяных месторождений западнее Уренгойско-Колтогорского грабен-рифта (Крапивинское, Первомайское, Оленье и др.).

Шингинское месторождение исключительно однопластовое. Продуктивным является песчаный пласт Ю1-1 (верхняя юра, васюганская свита), сформированный в прибрежно-морских условиях. По результатам сейсморазведки 3D наилучшие фильтрационно-емкостные свойства пласта наблюдаются в наиболее погруженных участках фундамента [1]. По данным В.А. Конторовича [2], сформировалась Шингинская мезоседловина поздно, в раннем палеогене, что является уникальным явлением для юго-востока Западной Сибири.

Перекрывает пласт Ю1-1 отложения баженовской свиты, являющейся региональной покрышкой, а также нефтематеринской породой для нефтяных месторождений юга Западной Сибири. С учетом особенностей локализации Шингинского нефтяного месторождения, выявление взаимосвязи геофизической характеристики баженовской свиты с нефтеносностью горизонта Ю1-1 является *актуальной задачей.*

Для решения этой задачи были исследованы данные геофизических исследований двух скважин (цифровой материал) с полным набором базовых методов: гамма-каротаж (ГК), нейтронный каротаж (НГК), боковой каротаж (БК) и индукционный каротаж (ИК). Результаты статистического и корреляционного анализа геофизических параметров скважины 199 с нефтеносным пластом Ю1-1 и скважины 29 за пределами границы нефтеносности этого пласта приведены в таблицах и на рисунке.

Анализ результатов проведенных исследований позволяет сделать *следующие заключения*.

Породы баженовской свиты отличаются от вмещающих ее пород аномальными значениями геофизических параметров, в первую очередь, низкой электропроводностью ИК (высоким сопротивлением БК) и высокой радиоактивностью ГК, а также повышенными значениями показаний нейтронного каротажа НГК (пониженным водородосодержанием) (табл. 1). В этом Шингинское месторождение принципиально не отличается от других нефтяных месторождений Томской области.

По средним значениям геофизических параметров и интервалам их изменения (табл. 1), а также по распределению значений геофизических параметров (рис.) баженовская свита в нефтеносном разрезе существенно отличается от баженовской свиты в водоносном разрезе. В разрезе с нефтепродуктивным пластом Ю1-1 свита значительно менее электропроводная, обладает большей радиоактивностью и повышенными показаниями НГК. С учетом возможных причин изменения геофизических параметров баженовской свиты [4], в границах месторождения (в разрезе скв. 199) она содержит больше керогена, отличается значительно большей нефтенасыщеностью, возможно, более карбонатизирована в сравнении с разрезом скв. 29, расположенным на периферии Шингинской мезоседловины.

Таблица

Средние значения и интервалы изменения геофизических параметров баженовской свиты и вмещающих пород разрезов исследованных скважин

Разрез ►	Разрез скв. 199, нефтеносный			Разрез скважины 29, водоносный		
Свита ▼	ИК, мСм/м	ГК, мкР/час	НГК, отн. ед.	ИК, мСм/м	ГК, мкР/час	НГК, отн. ед.
Куломзинская	113	26,2	2,28	205	22,9	1,32
(нижние 20м)	93-137	20-35	1,98-2,54	181-232	17,2-32,4	1,15-2,0
Баженовская	**34**	**69,2**	**2,09**	**105**	**47,8**	**1,55**
	17-90	**32-104**	**1,5-3,26**	**78-181**	**9,3-84,4**	**1,15-2,0**
Васюганская	132	11,2	3,68	225	12,7	1,32
(верхние 20м)	83-187	9-16	2,79-6,7	128-361	9,3-17,2	1,0-1,77

Наиболее существенно различается баженовская свита в сравниваемых разрезах по электропроводности (электрическому сопротивлению БК), что хорошо видно на кроссплотах рисунка. На диаграмме ГК-ИК распределения значений ИК практически не перекрываются (высокий коэффициент разделения). Эти параметры

в баженовской свите отвечают за нефтенасыщенность, содержание керогена и карбонатизацию [3]. Поскольку разница в показаниях НГК между разрезами небольшая, то и влияние карбонатизации на электрические параметры можно считать несущественным. Отсюда – *главное заключение*: на Шингинском месторождении в разрезах с нефтеносным пластом Ю1-1 баженовская свита более нефтенасыщена и содержит больше керогена.

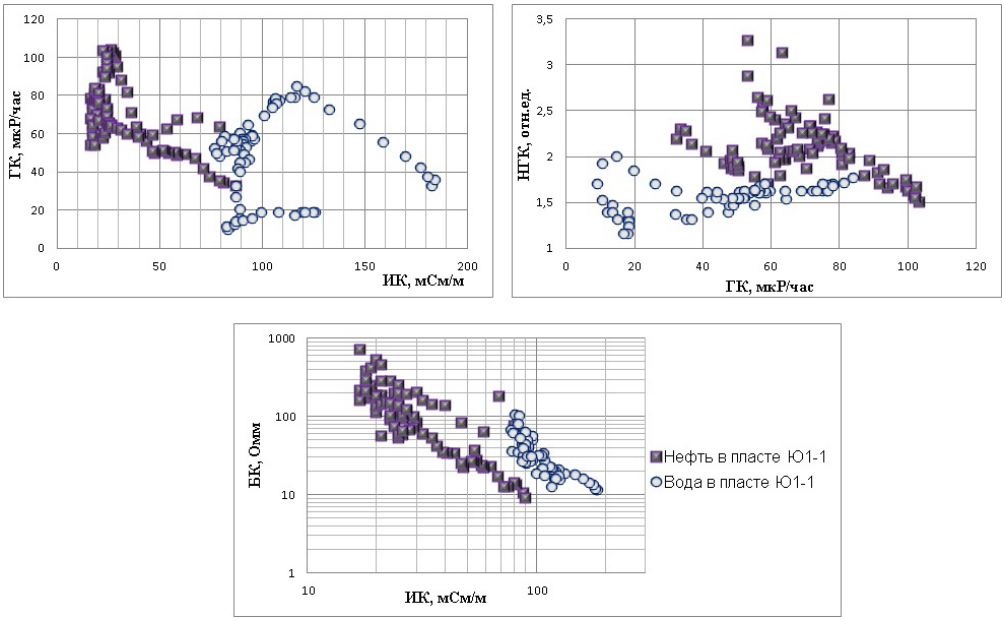


Рисунок. Кроссплоты геофизических параметров пород баженовской свиты в изученных разрезах с разной продуктивностью пласта Ю1-1

Обращает на себя внимание сложность взаимосвязей между геофизическими параметрами баженовской свиты в изученных разрезах (рис., табл. 2), что указывает на неоднородность состава и многопричинность изменения геофизических параметров баженовской свиты. По этому признаку сравниваемые разрезы также отличаются: линейная зависимость НГК и ГК имеет разный знак; зависимость ГК и ИК разную сложность; точки распределения двух электрических параметров БК и ИК, по сути, являются обратными величинами, на поле корреляции практически не перекрываются. Причины неоднородности геофизических параметров (состава) баженовской свиты на Шингинском нефтяном месторождении требуют специального изучения.

Таблица 2

Линейные корреляционные зависимости между геофизическими параметрами пород баженовской свиты в разрезах разной нефтепродуктивности пласта Ю1-1

Разрез ▼	*БК_ИК*	*ГК_ИК*	*НГК_ГК*
С нефтеносным пластом Ю1-1	$LgБК = –1{,}744\ LgИК + 4{,}535$ $R^2 = 0.7084$	$ГК = –0{,}551ИК + 18{,}156$ $R^2 = 0{,}3802$	$НГК = –0008ГК + 2{,}647$ $R^2 = 0{,}1859$
С водоносным пластом Ю1-1	$LgБК = –2.065\ LgИК + 5.6404$ $R^2 = 0.6714$	$ГК = 0{,}0421ИК + 43{,}437$ $R^2 = 0{,}0026$	$НГК = 0{,}003ГК + 1{,}399$ $R^2 = 0{,}1909$

По геофизическим данным обнаруживается взаимосвязь баженовской свиты с вмещающими породами и между разрезами: баженовская свита нефтенасыщенна в разрезе, где пласт Ю1-1 нефтенасыщен; характер и величина отличия геофизических параметров баженовской свиты от вмещающих пород и баженовской свиты в продуктивном и водоносном разрезе принципиально одни и те же; геофизические параметры пород, вмещающих баженовскую свиту, изменяются согласно с геофизическими параметрами баженовской свиты. Пока неясно, является ли это только особенностью Шингинского месторождения и какова причина такой взаимной согласованности.

Литература

1. Васильев М.А., Буторин А.В. Сейсморазведка в поддержку разработки: пример концепта для прогнозирования эффективных толщин пласта $Ю_1$ // PROнефть. Профессионально о нефти. – 2016. – №2. – С. 37-42.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
3. Сонич В.П., Плеханова В.Л., Кос И.М., Медведев Н.Я. Особенности строения и нефтеносности отложений баженовской свиты на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз» // Нефть Сургута. – М.: Нефтяное хозяйство. – 1997. – С. 205-223.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СКВАЖИННОЙ ГЕОЭЛЕКТРИКИ С УЧЕТОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРИМЕРЕ ЮРСКОГО НЕФТЯНОГО КОЛЛЕКТОРА

Д.М. Павлова

Научный руководитель доцент И.Н. Ельцов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В последние годы при проведении геофизических работ в нефтяных скважинах все большее внимание уделяется зоне проникновения, формирующейся при фильтрации бурового раствора в продуктивный пласт. И если ранее измененная часть пласта считалось помехой для исследований, то в настоящее время она рассматривается как источник дополнительной информации о таких важных для нефтяной отрасли свойствах коллектора, как пористость, проницаемость, нефтенасыщенность.

Для определения этих параметров была предложена методика интерпретации данных скважинной геоэлектрики на основе совместной геофизической и гидродинамической модели с использованием программного комплекса моделирования фильтрации и солепереноса в условиях изменения напряжённо-деформированного состояния среды [3].

В работе была проведена интерпретация по данной методике на примере экспериментальных данных по юрскому нефтяному коллектору (ЮС2).

Продуктивный пласт ЮС2 вскрыт скважинами на значительной части Сургутского нефтегазоносного района, его продуктивность установлена на многих месторождениях. Он характеризуется большой глубиной залегания (2700-2900 м) и высокой нефтенасыщенностью (до 95%).

Коллектор отличается сильной региональной изменчивостью, сложным строением проницаемой части разреза и низкими фильтрационными свойствами.

Отложения ЮС2 представлены, в основном, мелкозернистыми, редко среднезернистыми песчаниками, алевролитами и неотсортированными разностями с каолинито-гидрослюдистым цементом порового и базального типов.

В работе были использованы данные со скважины № 3755 (R5) Русскинского нефтяного месторождения, где пласт ЮС2 имеет значительную мощность (10 м) и характеризуется высоким нефтесодержанием, низкой проницаемостью и сложным строением [4].

Для изучения характеристик коллектора ЮС2 были использованы данные геофизического исследования скважин (ГИС) и геолого-технологических исследований (ГТИ).

Интерпретация данных скважинной геоэлектрики на основе совместной геофизической и гидродинамической модели проводилась в три этапа:

1) Стандартный подход (инверсия данных ВИКИЗ и БКЗ);

2) Гидродинамическое (фильтрационное) моделирование;

3) Анализ полученных результатов, использование априорной геологической информации.

Одномерная инверсия данных ВИКИЗ и БКЗ проводилась в программе EMF_Pro [1].

Для гидродинамического моделирования использовались численные методы решения гидродинамических уравнений для пористой флюидонасыщенной среды и уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние изучаемой среды [2].

На первом этапе интерпретации была получена четырехслойная радиально-слоистая модель пласта ЮС2 Русскинского месторождения (см. рис.). Особый интерес представляет второй высокоомный слой (удельное электрическое сопротивление (УЭС) – 144 Ом·м). Наличие данного высокоомного пласта можно объяснить формированием сильно промытой зоны с высоким УЭС и уплотнением горных пород вблизи скважины.

Из-за сложного строения измененной части пласта на первом этапе интерпретации было получено несколько эквивалентных радиально-слоистых моделей.

Для проверки выдвинутых гипотез и выбора из нескольких эквивалентных моделей наиболее подходящей под данные гидродинамические условия было проведено моделирование в программном комплексе, разработанном в ИНГГ СО РАН [3]. Входными параметрами являлись характеристики пласта, определенные по керну, а также данные ГТИ.

Было установлено, что наличие высокомного слоя можно объяснить образованием зоны уплотнения горных пород в прискважинной зоне и замещением соленой пластовой воды и нефти на пресный буровой раствор. Из нескольких эквивалентных моделей, полученных в ходе одномерной инверсии данных ВИКИЗ и БКЗ, была выбрана та, что наилучшим образом объясняется гидродинамическим моделированием (см. рис.).

Таким образом, использование совместной геофизической и гидродинамической модели позволило уменьшить эквивалентность при решении обратной задачи и повысить достоверность интерпретации данных ГИС.

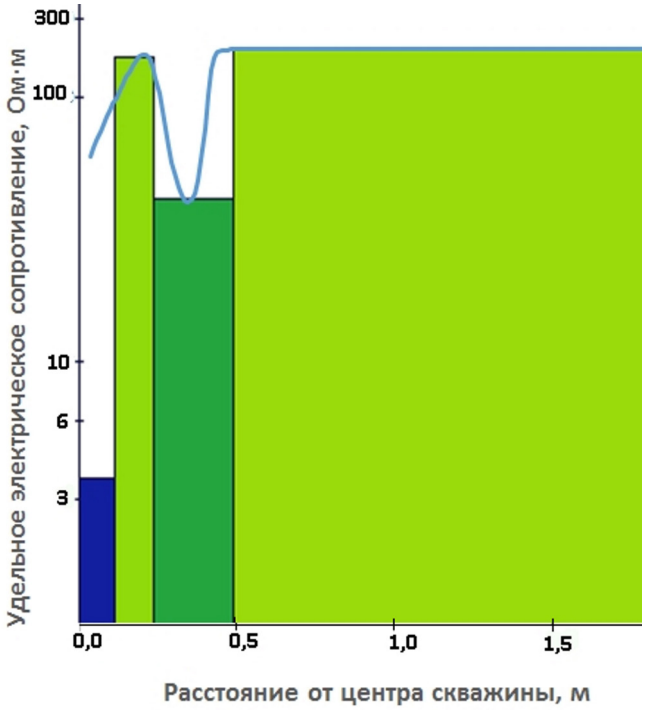


Рис. Радиальный профиль УЭС по данным гидродинамического моделирования (синяя линия) и одномерная четырехслойная модель, полученная в результате инверсии данных ВИКИЗ и БКЗ

Интерпретация по этой схеме была проведена также для данных Тевлинско-Русскинского месторождения со скважины №134, где пласт ЮС2 имеет значительно меньшую мощность (2 м). Здесь был использован не пресный глинистый, как при бурении на Русскинском месторождении, а полимер-глинисто-карбонатный раствор.

В этом случае высоокомный пласт не был выделен ввиду отсутствия зоны уплотнения пород вблизи скважины, а также малой мощности продуктивного пласта и его значительно меньшей, чем в предыдущем случае нефтенасыщенности. Но использование гидродинамического моделирования также позволило снизить неоднозначность решения обратной задачи.

В процессе работы была изучена степень влияния различных входных параметров на получаемые результаты и выделены наиболее существенные показатели. Оценено влияние погрешностей определения входных параметров на результат гидродинамического моделирования.

В результате проведения интерпретации было установлено, что использование совместной геофизической и гидродинамической модели позволяет уменьшить неоднозначность решения обратной задачи и повысить достоверность определения параметров продуктивного пласта.

Литература

1. Ельцов И.Н., Власов А.А., Соболев А.Ю., Фаге А.Н., Байкова М.А. Обработка, визуализация и интерпретация геофизических исследований в скважинах в системе EMF Pro. – Новосибирск: Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 2016. – 94 с.
2. Ельцов И.Н., Назаров Л.А., Назарова Л.А., Нестерова Г.В., Эпов М.И. Интерпретация геофизических измерений в скважинах с учетом гидродинамических и геомеханических процессов в зоне проникновения // Доклады РАН. – 2012. – Т. 442. – № 6. – С. 677-680.
3. Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2012619496 РФ. GEHM / Назаров Л.А., Назарова Л.А., Нестерова Г.В., Ельцов И.Н. Правообладатель: Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. –№ 2012619496 от 19.10.2012.
4. Цику Ю.К. Исследование и разработка методов контроля и оптимизации выработки запасов многопластовых объектов при одновременно-раздельной эксплуатации (на примере Русскинского месторождения). Дис. канд. техн. наук. – Москва, 2015 г. – 146 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСИНСКОГО ГОРИЗОНТА НА ТАЛАКАНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Р.В. Романовский
Научный руководитель доцент Г.А. Лобова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года предусматривает строительство новой энергетической инфраструктуры, которая позволит обеспечить ускоренное социально-экономическое развитие новых регионов, в том числе Восточной Сибири [2]. К числу важнейших стратегических инициатив относится формирование нефтегазовых комплексов в Республике Саха (Якутия). Добыча нефти в этом регионе ведется на нескольких новых крупных месторождениях, в том числе на Талаканском (рис.1), которое имеет сложное блоковой строение. Основным нефтепромысловым объектом Талаканского месторождения является осинский горизонт, поэтому изучение геофизических характеристик этих отложений является актуальным и своевременным.

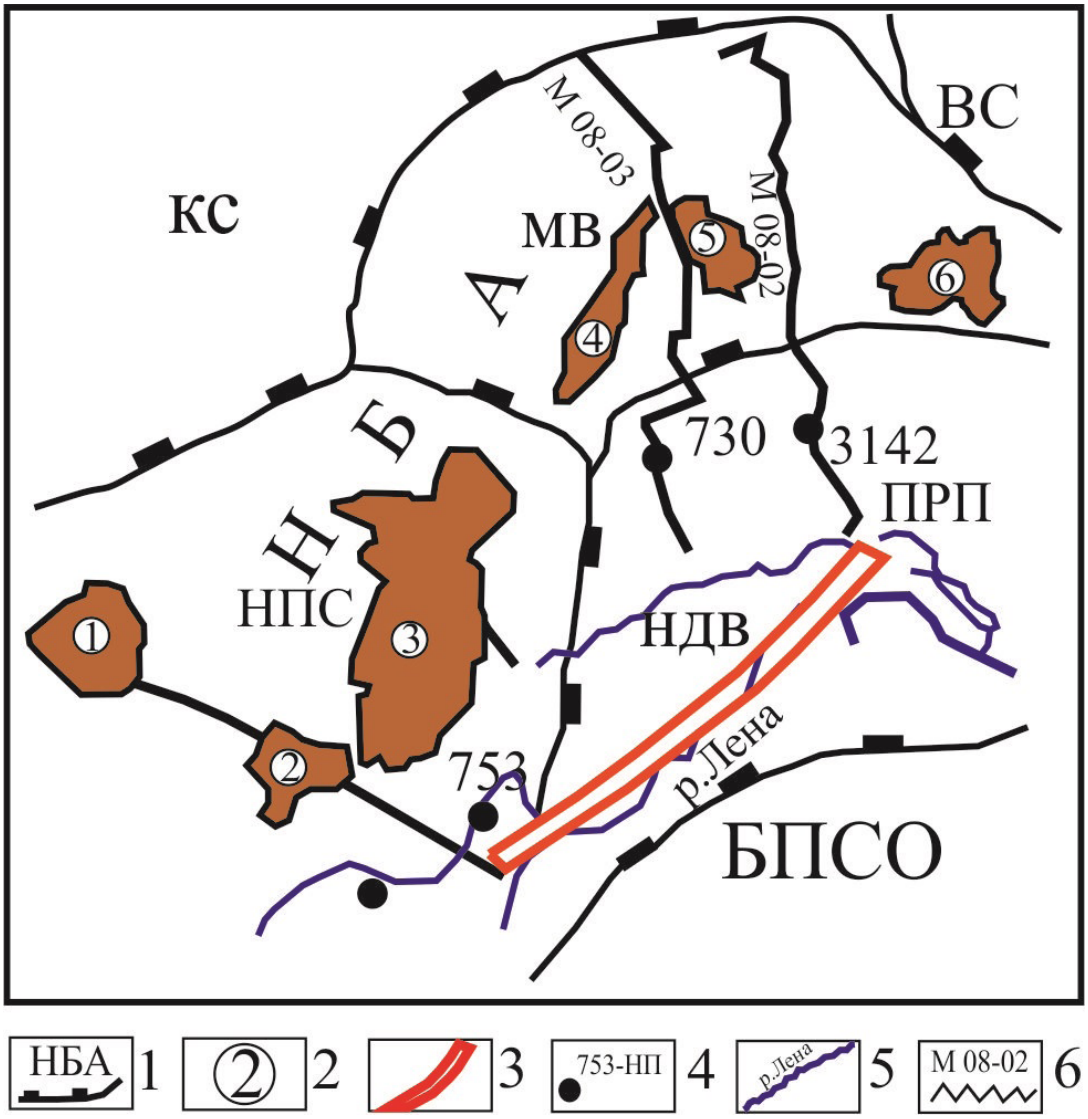


Рис.1. Тектоническая схема северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы [1]: 1 – надпорядковые структуры: НБА – Непско-Ботуобинская антиклиза, НПС – Непско-Пеледуйский свод, МВ – Мирнинский выступ, КС – Курейская синеклиза, ВС – Вилюйская синеклиза, БПСО – Байкало-Патомская складчатая область, ПРП – Предпатомский прогиб, НДВ – Нюйско-Джербинская впадина; 2 – месторождения: 1 – Чонское, 2 – Талаканское, 3 – Чаяндинское, 4 – Средне-Ботуобинское, 5 – Таас-Юряхское, 6 – Верхне-Вилючанское; 3 – глубинный разлом; 4 – глубокая скважина и ее номер; 5 – реки; 6 – сейсмический маршрут и его номер

Характеристика объекта исследований. Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение приурочено к центральной части Талаканского поднятия Непско-Ботуобинской антеклизы. По изогипсе -1100 его площадь составляет 2400 км^2, а амплитуда достигает 150 м. Структура разбита разрывными нарушениями на три блока: Центрально-Талаканский, Таранский и Восточно-Талаканский, и имеет три продуктивных горизонта: осинский, хамакинский, талахский. Объект наших исследований – осинский горизонт, приуроченный к карбонатам нижнего кембрия Талакан-Верхнечонской зоны, имеет высокую нефтенасыщенность и большую мощность. В якутской части зоны продуктивный пласт осинский-I распространен в Центрально-Талаканском блоке и охватывает среднюю пачку верхнебилирской подсвиты ($Є blr_2^2$), которая сложена органогенными и органогенно-обломочными карбонатами, представленными доломитами, известняками, мергелями. В разрезе встречаются прослои аргиллитов с прожилками глин. Общая мощность пласта колеблется от 36 до 68 м. Коллекторы – порово-кавернозные и трещинные, характеризуются пористостью 24 %, проницаемостью 0,5 мкм^2. Нефтенасыщенность составляет 82 %. В осинском продуктивном горизонте толщина газонасыщенной части составляет 4,8-37,6 м, нефтенасыщенной – 8,7-29,2 м.

Исходные данные. Исследование разреза проводилось с использованием комплекса геофизических методов. Интервал исследования охарактеризован электрическими методами (боковой каротаж), радиоактивными (гамма-каротаж и нейтронный гамма-каротаж) и кавернометрией (рис. 2).

Результаты исследования. По комплексу геолого-геофизических методов построен сводный геологический разрез центрального блока Талаканского месторождения. В интервале 1040-1100 м выделен осинский горизонт и проведено литологическое расчленение разреза. В нижней части горизонт сложен карбонатами с прослоями терригенных пород. Верхняя часть представляет собой переслаивание карбонатов и аргиллитов. Литологическое расчленение разреза по геофизическим данным подтверждается данными бурения. Из этого интервала подняты доломиты с прослоями водорослевых известняков, мергели и аргиллиты.

Кривая бокового каротажа изменяется в пределах от 10 до 4000 (Ом*м): в верхней части горизонта значение составляет около 2000 (Ом*м), что соответствует коллектору, вероятно, насыщенному флюидами углеводородов. В нижней же части интервала заметен скачок сопротивления до 4000 (Ом*м), что связано с переходом в подстилающие плотные глинистые отложения.

Диапазон показаний кривой гамма-каротажа составляет 0-5 мкр/час. Аномальные значения до 4 мкр/час соответствуют пачке глинистого известняка в центральной части горизонта и достигают 5 мкр/час в подошве слоя, где также отмечается глинизация разреза. На кривой нейтронного гамма-каротажа значения колеблются от 1,2 усл. ед. в пределах всего пласта до более 3 усл. ед. в подошве пласта.

По кривой кавернометрии наблюдается увеличение диаметра скважины до 27 см в кровле пласта, затем идет неизмененный ствол скважины с номинальным диаметром и небольшое увеличение диаметра наблюдается к подошве пласта – до 23 см. Таким образом, в кровле и подошве пласта залегают кавернозные карбонатные породы, представляющие интерес как коллектор.

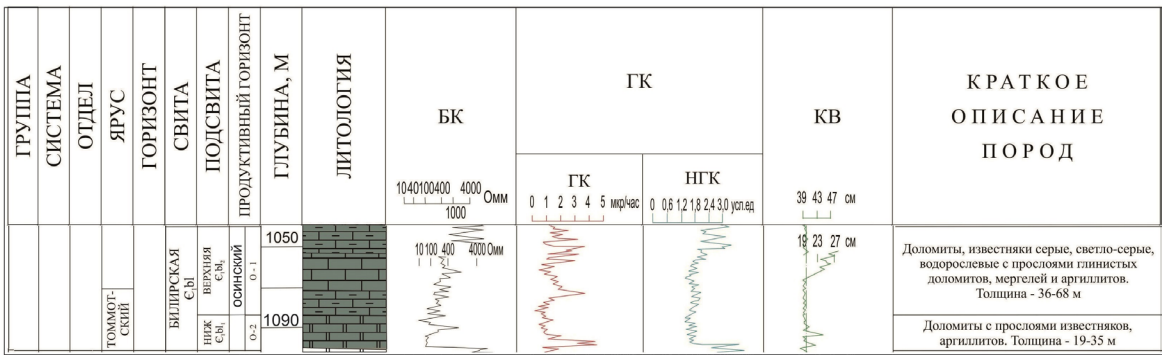


Рис.2. Сводный разрез осинского горизонта Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения.

Заключение. Комплекс геофизических методов позволил провести литологическое расчленение разреза и предварительно установить характер насыщения. По данным каротажа проведено литологическое расчленение разреза с выделением интервала залегания осинского горизонта. Подошва и кровля горизонта уверенно отбиваются по увеличению сопротивления по данным метода бокового каротажа, а также увеличенными показаниями радиоактивных методов. Участки, соответствующие коллекторам кавернозно-трещинного типа, выделяются по кавернометрии увеличением диаметра скважины.

Литература

1. Воробьев В.С, Вилесов А.П, Боброва О.В, Макаров И.Е. Строение и условия образования осинского горизонта в пределах Верхнечонского месторождения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – № 12. – С. 4–13.
2. Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]: энергетическая стратегия России на период до 2030 года. URL: http://minenergo.gov.ru/node/1026 (дата обращения: 27.01.2017).

ИЗМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧАСТКОВ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

И.А. Селетков
Научный руководитель доцент И.Ю. Герасимова
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Кунгурская ледяная пещера – одна из самых популярных достопримечательностей Урала. Пещера находится в Пермском крае на окраине города Кунгур, в 100 км от Перми. Вместе с Ледяной горой Кунгурская пещера образует уникальный геологический памятник и является одной из крупнейших карстовых пещер в европейской части России. Протяжённость пещеры составляет около 5700 м, из них 1,5 км оборудовано для экскурсий [2]. В связи с уникальностью Кунгурской пещеры и её научной значимостью правительство Пермского края актуализировало вопрос включения Кунгурской ледяной пещеры в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. Однако было подчеркнуто, что для успешного включения в список ЮНЕСКО необходимо проведение новых обширных исследований пещеры, что и определяет актуальность настоящей работы.

Пещера расположена на правом берегу р. Сылвы. Берег здесь имеет вид платообразной возвышенности, называемой Ледяной горой, с превышением 80-90 м над урезом реки. В морфологическом отношении пещера представляет собой совокупность гротов, галерей, соединительных ходов и щелей, простирающихся примерно на одном уровне в северо-восточном и северо-западном направлении вглубь горы на 400-700 м. Большинство разведанных полостей располагается выше водоносного горизонта. Некоторые гроты имеют длину 60-150 м и высоту 10-25 м. Глубина залегания их потолка составляет 50-70 м. Над ними много вертикальных каналов и трещин, образующих своеобразный “ореол” малых карстовых форм в покрывающей толще [2].

Массив Ледяной горы в районе Кунгурской пещеры сложен карбонатными (известняк, доломит) и сульфатными (гипс, ангидрит) породами. Перекрывают поверхность Ледяной горы четвертичные глины и суглинки мощностью до 18 м на водоразделе, полностью смытые вблизи склона и на отдельных участках возвышенности [2].

Материалы для настоящей работы получены в ходе работ, проводившихся в августе 2016 г в рамках полевого лагеря студенческого геофизического общества SEG. Цель исследовательских работ – изучение характера проявления карстовых полостей в различных геофизических полях. Одним из задействованных методов являлась сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ). Основной предпосылкой использования этого метода являлся факт неоднородности горных пород в пределах верхней части разреза в отношении упругих свойств, что позволяет регистрировать отраженные и преломленные волны, обусловленные данными неоднородностями. Благодаря этому, возможно использовать сейсморазведку для пространственного выделения различных по упругим свойствам участков, отображающих особенности геологического строения среды [1].

Параметры системы наблюдения, использованной при сейсмических исследованиях, выбирались в соответствии с априорной информацией о морфологии пещеры: шаг между пунктами возбуждения выбран равным шагу между пунктами приема и составлял 2 м, база наблюдений – 94 м, без выноса. Всего было отработано 10 профилей, часть из которых расположена над зонами известного распространения карстовых полостей, а часть – над условно сохранным массивом пород. Полученные данные обрабатывались в специализированном комплексе SPS-PC с применением стандартного графа обработки.

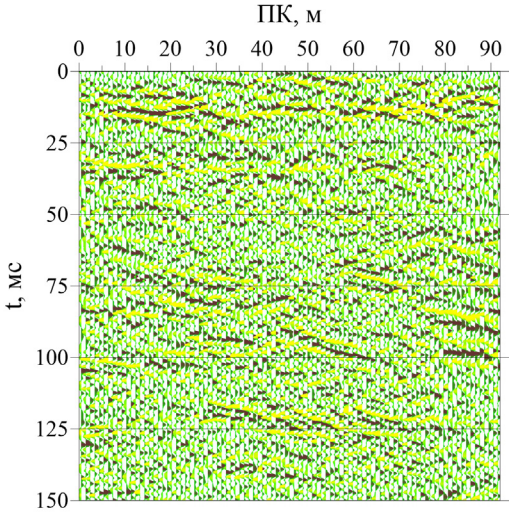


Рис. 1. Суммарный временной разрез по профилю 6

В результате цифровой обработки получены суммарные временные разрезы. Для примера на рисунке 1 приведен суммарный временной разрез по профилю, пересекающему известные карстовые полости. Анализ волновой картины говорит о сложности изучаемого массива – отсутствуют выдержанные оси синфазности, за исключением отражающего горизонта, залегающего в интервале времен 15-17 мс, который предположительно соответствует подошве четвертичных отложений. Также на некоторых участка наблюдается потеря корреляции и выклинивание отражающих горизонтов. Таким образом, аномальный эффект, создаваемый во временном поле карстовой полостью, сильно «размазан» за счет наличия различного рода помех. Прежде всего, влияние оказывает зона распространения малых карстовых форм в покрывающей толще.

С целью локализации карстовых полостей применена динамическая интерпретация данных сейсморазведки. При этом подходе вычисляются динамические характеристики – совокупности зависимостей, определяющих характер колебаний частиц среды во времени или в пространстве при распространении волн. Динамические атрибуты сейсмических волн отражают фациальные и

литологические особенности строения геологического разреза, связаны с вещественным составом, пористостью и трещиноватостью горных пород и могут давать информацию об относительном изменении пустотности и водонасыщенности горных пород [3].

На этапе динамической интерпретации определены такие атрибуты сейсмической записи, как амплитуда колебаний, частота спектрального центроида, частота максимума спектра, ширина спектра, отношение сигнал/помеха. На основе полученных данных были рассчитаны коэффициент поглощения и декремент поглощения.

Вычисленные динамические атрибуты визуализированы в виде схем распределения в координатах ПК-время. Визуальный анализ показал, что наиболее информативными являются следующие динамические характеристики: амплитуда упругих колебаний, коэффициент поглощения и, в меньшей степени, ширина спектра. В качестве примера на рисунке 2 изображены схемы распределения амплитуд упругих колебаний (а) и коэффициента поглощения (б) по анализируемому профилю. Как видно, рисунок 2а гораздо лучше отображает структуру волнового поля по сравнению с суммарным временен разрезом (рис. 1). То есть, помимо верхнего отражающего горизонта, предположительно соответствующего подошве четвертичных суглинков, также выделяются слабо выдержанные отражающие горизонты на больших временах.

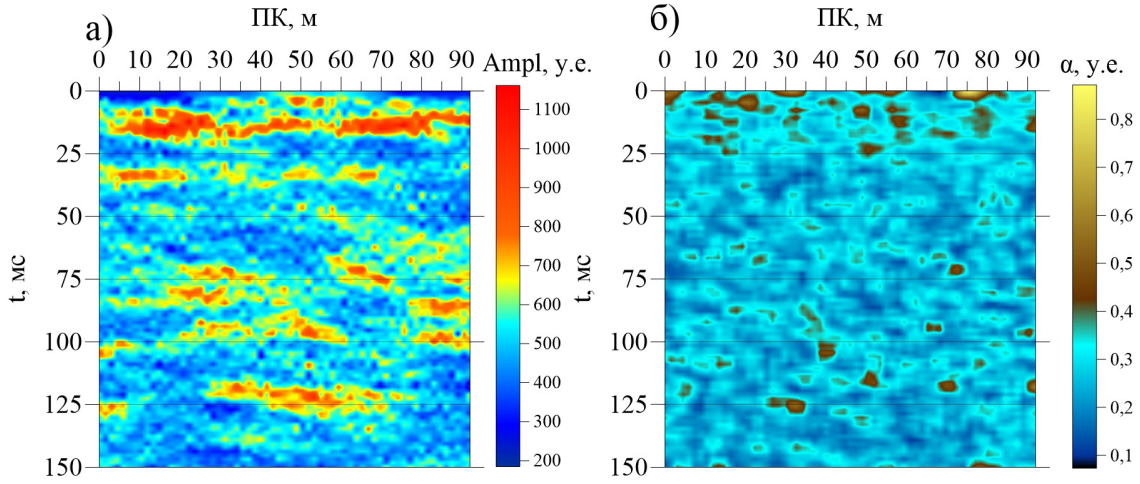


Рис. 2. Динамические атрибуты сейсмической записи по профилю 6: а – схема распределения амплитуд, б – схема распределения коэффициента поглощения

Особенностью распределения коэффициента поглощения (рис. 2б) является наличие зон локальных повышений в интервале времен 0-20 мс, что соответствует зоне распространения рыхлых отложений в приповерхностной части разреза. Также выделяется зона повышения коэффициента поглощения в интервале 100-125 мс, которая, по мнению автора, предположительно связана с кровельной частью крупных карстовых полостей. На схеме распределения такого атрибута, как ширина спектра, в том же интервале времен (100-120 мс) выделяются две небольшие зоны повышенных значений. Таким образом, наличие аномалий в полях динамических атрибутов говорит о наличии неоднородностей, предположительно связанных с зоной развития карстовых процессов. Разрезы других динамических параметров отличаются более дифференцированной и сложной картиной. Их применение возможно для конструирования комплексных атрибутов.

Подводя итог, отметим, что исследование Ледяной горы, в недрах которой залегает Кунгурская пещера, показало, что изучаемый массив отличается сложностью за счет наличия малых карстовых форм в покрывающей толще над крупными гротами и галереями Кунгурской пещеры. В результате этого выявление карстовых полостей по результатам только кинематической интерпретации не представляется возможным. Выходом является интерпретация динамических атрибутов сейсмической записи, позволяющая по набору различных характеристик с большей степенью достоверности локализовать карстовую полость, заполненную воздухом. Однако стоит отметить, что для полноты исследования необходимо прибегать к моделированию для стратиграфической привязки отражающих горизонтов, что в свою очередь позволит сузить интервал времен, в пределах которого могут залегать гроты Кунгурской пещеры.

Литература

1. Применение сейсмоакустических методов в гидрогеологии и инженерной геологии /Под ред. Н.Н. Горяинова. -М.: Недра, 1992. - 264 с.
2. Дублянский В.Н. Кунгурская Ледяная пещера: опыт режимных наблюдений – Екатеринбург: ГИ УрО РАН, 2005. – 376 с.
3. Спасский Б.А., Герасимова И.Ю. Сейсмостратиграфия: учебно-методическое пособие, Пермский университет, Пермь, 2007. – 267 с.
4. Кадебская О.И., Калинина Т.А. Литологический разрез ледяной горы // Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летнему юбилею научной и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина. – Пермь. С. 42 - 48.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЛНОВОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

А.С. Сердюков[1,2]

[1]Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

[2]Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В работе рассматривается проблема построения скоростных разрезов сейсмических волн по данным малоглубинной сейсморазведки. Исследования проводятся на глубину порядка нескольких десятков метров. Для таких задач обычной ситуацией являются резкие перепады значения сейсмических скоростей с ростом глубины. Так, например, скорость продольных сейсмических волн в водонасыщенных дисперсных грунтах может более чем в два раза превосходить значения в обычном состоянии.

Другой типичной ситуацией является контрастная граница между грунтами и скальными породами. В таких условиях наблюдаются преломленные волны, и наиболее распространенным является метод t0’ [4], в основе которого лежат предположения о горизонтально-однородном скоростном строении исследуемой среды. Заметим, что даже на равнинных участках местности со слоистой структурой среды могут возникать горизонтально-неоднородные скоростные аномалии. Из-за неравномерных внешних воздействий физико-механические свойства изначально однородного слоя грунта (например, влажность, плотность) могут существенно изменяться. Изменение свойств приводит к горизонтально-неоднородному скоростному строению. Традиционным методом исследования распределения скоростей сейсмических волн является лучевая сейсмическая томография. В случае малоглубинной сейсморазведки масштаб размеров исследуемых скоростных неоднородностей сравним с доминирующими длинами волн.

Это приводит к недостоверным результатам из-за того, что лучевая томография основана на высокочастотной (лучевой) аппроксимации решений соответствующих волновых уравнений.

Метод волновой томографии, предложенный в работе [1], позволяет решать обратную кинематическую задачу без использования высокочастотной аппроксимации. Невязки времен пробега определяют по корреляции наблюдаемых и синтетических сейсмограмм. Это позволяет выявлять невязки, вызванные возмущениями скорости в среде, размеры которых сравнимы с доминирующей длиной волны. Такой способ более устойчив к техногенным помехам на сейсмограммах, чем методы лучевой томографии. Для расчета синтетических сейсмограмм применяются конечно-разностные схемы решения соответствующих уравнений [2]. Это позволяет достаточно точно моделировать распространение упругих колебаний в неоднородных средах без использования лучевой аппроксимации. Метод волновой томографии, в основном, используется в сейсмологии и в задачах межскважинного просвечивания [3].

В настоящей работе волновая томография была адаптирована с учетом специфики задачи (выраженных поглощающих свойств, наличия сильных помех в данных) и впервые применена для обработки данных малоглубинной сейсморазведки.

Приведем пример обработки реальных данных. Был выбран объект в районе п. Ключи, Новосибирская область. Наблюдения проводились по профилю протяженностью 252 м, с шагом по пунктам приема – 6 м, по пунктам возбуждения – 18 м. В качестве источника использовалась кувалда массой 5 кг.

Для данного профиля была построена скоростная модель, полученная на основе метода t0’. После сглаживания слоистая модель использовалась в качестве начальной скоростной модели для волновой томографии. Разрез скоростей продольных волн показан на рис. 1.

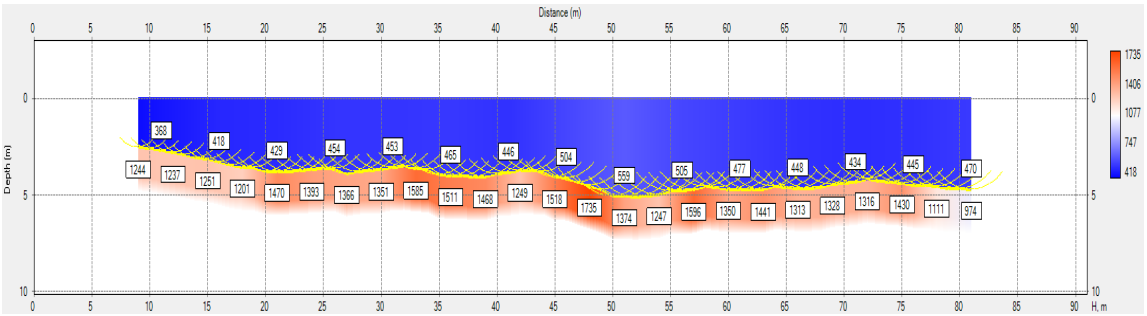


Рис.1. Разрез скоростей продольных волн по профилю, полученный методом t0’

Предварительная обработка сейсмических данных включала определение времен первых вступлений для всех сейсмограмм общей точки взрыва (применение автоматических алгоритмов определения времен первых вступлений с последующим контролем и редактированием). Далее фиксировалось временное окно волновой формы первых вступлений. Вне временного окна первых вступлений амплитуда трасс полагалась равной нулю (со сглаживанием на краях окна) (см. рис. 2). Для оценки формы импульса для каждой сейсмограммы использовалось усреднение по всем приемникам. Обработка 14 сейсмограмм общей точки взрыва методом волновой томографии позволила построить уточненную модель скоростей продольных волн, на которой хорошо видна высокоскоростная аномалия (до 200 м/с). Результат показан на рис. 3.

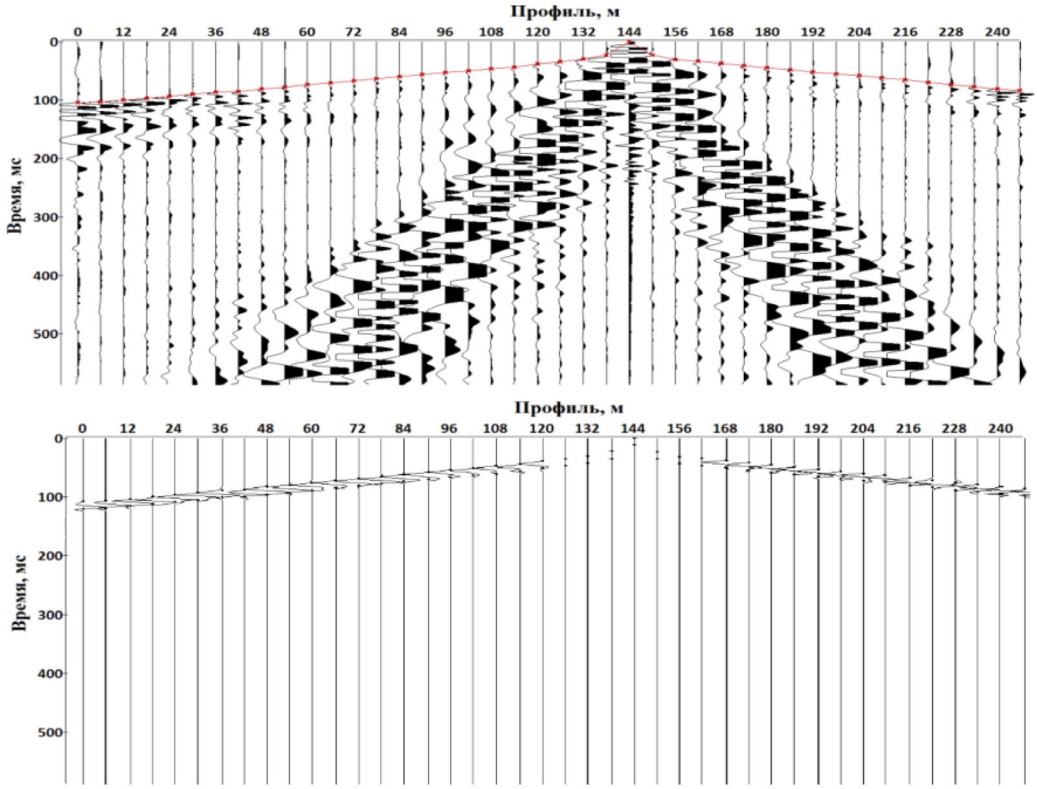


Рис.2. Записи с одного из ПВ: вверху – исходная сейсмограмма, внизу – вырезанные окрестности первых вступлений

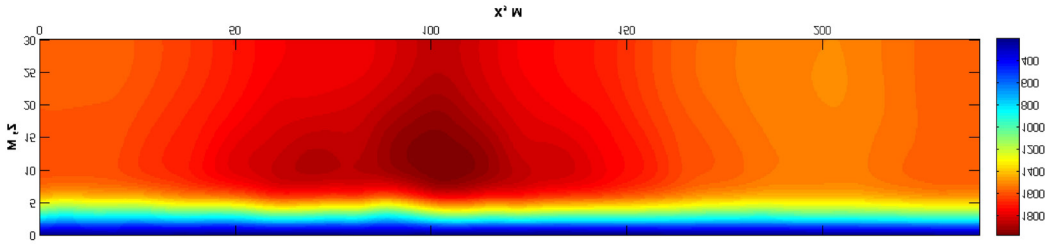


Рис.3. Распределение скорости продольных сейсмических волн вдоль исследуемого профиля до глубины 30 м

Заключение. Рассмотрена проблема исследования свойств зоны малых скоростей верхней части геологического разреза по данным малоглубинной сейсморазведки. Предложена и успешно апробирована на реальных данных методика построения разрезов скоростей продольных волн на основе волновой томографии.

Работа поддержана грантом Российским фонтом фундаментальных исследований РФФИ № № 16-35-60062.

Литература

1. Luo Y., Schuster G.T. Wave-equation traveltime inversion // Geophysics. – 1991. – T.56. – №.5. – С. 645-653.
2. М.В. Курленя, А.С. Сердюков, А.В. Азаров, А.А. Никитин. Численное моделирование волновых полей при мониторинге микросейсмических событий в массиве горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – №4. – С. 61-69.
3. М.В. Курленя, А.С. Сердюков, А.А. Дучков, С.В. Сердюков. Волновая томография очагов аккумулирования метана в угольном пласте // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – №4. – С. 3-10.
4. Метод преломленных волн / А.М. Епинатьева, Г.М. Голошубин, А.П. Литвин и др. М.: Недра, 1990. – 297с.

АЛГОРИТМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ В ОБРАТНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРВЫХ ВСТУПЛЕНИЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

А.С. Смелов, Г.С. Чернышов
Научный руководитель ст. науч. сотр. А.С. Сердюков
Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Предлагается новый численный алгоритм моделирования распространения сейсмических волновых полей. Конечно-разностное решение уравнений упругости происходит только в полосе, следующей за фронтом первых вступлений, которую далее будем называть «окном». Положение «окна», т.е. фронта первых вступлений, рассчитывается путем численного решения уравнения эйконала [3, 4]. Предлагаемый подход «оконного» моделирования позволяет существенно ускорить вычисления (т.к. конечно-разностные вычисления проводятся в бегущем «окне», а не во всей расчетной области) и уменьшить объем оперативной памяти, необходимый для хранения поля. На тестах показана возможность ускорения до 40 раз и экономии памяти до 50 раз [5].

Данный подход позволяет моделировать только волновые формы первых вступлений, но этого оказывается достаточно для многих процедур сейсмической миграции. В частности, в данной работе рассматривается распространенная процедура миграции в обращенном времени [1, 2], реализация которой требует больших объемов вычислений. Показано, что кроме ускорения миграции, данный подход позволяет избежать появления "артефактов" – ложных изображений несуществующих границ.

Сейсмическая миграция в обращенном времени на основе моделирования в «окне»

Задача миграции состоит в том, чтобы трансформировать сейсмические данные в изображение отражающих границ, используя известную макроскоростную модель (которая оценивается на предшествующих этапах обработки сейсмических данных). Как правило, макроскоростная модель берется гладкой, что позволяет получать точные сейсмические изображения в большинстве геологических моделей. Исключение составляет случаи, когда в скоростном разрезе присутствуют контрастные высокоскоростные слои, границы которых можно определить хорошо, но сильно падает точность восстановления целевых отражающих границ под ними. Для решения данной проблемы предлагается моделирование падающего поля внутри «окна», при использовании макроскоростной модели с контрастными границами.

Тестирование алгоритма на синтетических данных

На рис. 1а представлена синтетическая скоростная модель среды и геометрия наблюдений: 17 источников типа центра расширения показаны треугольниками, 400 приемников были равномерно распределены вдоль зеленой линии. Контрастный высокоскоростной слой показан желтым цветом. Для этой модели были сделаны расчеты волновых полей методом конечных разностей для разных положений источников и для линии приемников (зеленая линия на рис. 1а).

В предположении, что границы контрастного слоя известны, можно рассмотреть два варианта задания макроскоростной модели. На рис. 1б показана модель с контрастным слоем, на рис. 1в – со сглаженным слоем. Именно второй вариант сглаженной модели обычно используется на практике, т.к. использование контрастной миграционной модели порождает артефакты.

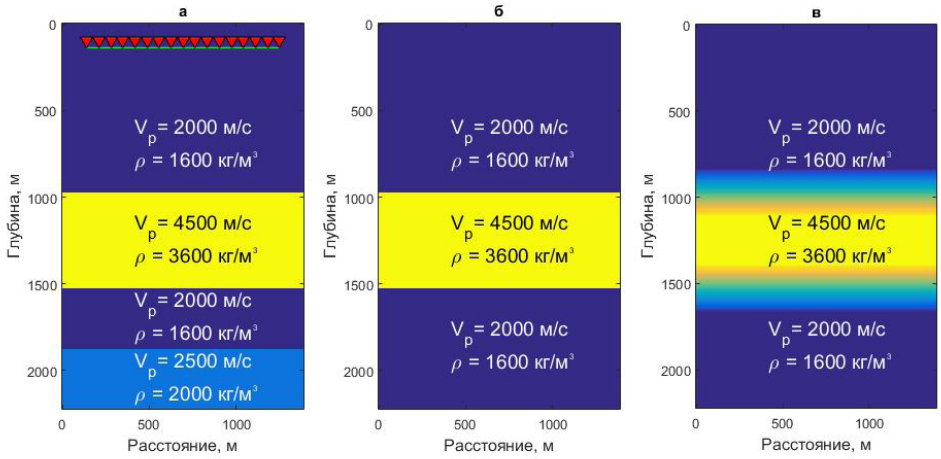


Рис.1. (а) – модель среды и геометрия наблюдений; (б) – контрастная макроскоростная модель; (в) – сглаженная макроскоростная модель

К сейсмограммам после подавления кратных волн была применена процедура миграции в обращенном времени. На рис. 2а показан результат стандартного подхода к миграции в обращенном времени, т.е. использование сглаженной скоростной модели (см. рис. 1в) и стандартный расчет волновых полей. На рис. 2б

показан результат миграции с расчетом полного поля в контрастной скоростной модели (см. рис. 1б). На рисунке видно, что использование контрастной скоростной модели дает более четкое изображение верхней границы, но порождает большое количество артефактов, особенно в верхней части изображения. Наконец, на рис. 2в показан результат нового алгоритма миграции в применении к контрастной скоростной модели (см. рис. 1б). При этом расчет «прямого» поля от источника проводился в «окне».

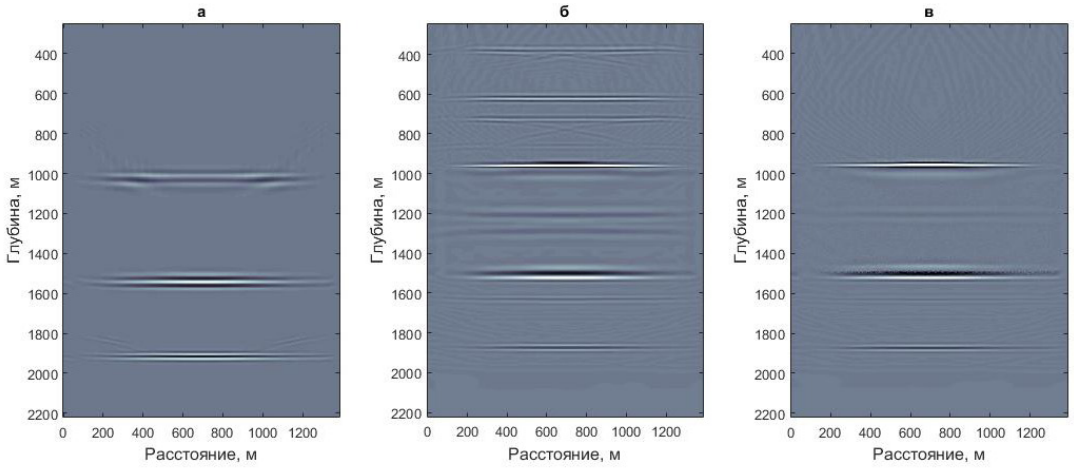


Рис.2. Результат миграции в обращенном времени: (а) – сглаженная модель (рис. 1в) и расчет поля во всей области, (б) – контрастная модель (рис. 1б) и расчет поля во всей области, (в) – контрастная модель (рис. 1б) и расчет поля в «окне»

В работе предложен новый метод конечно-разностного моделирования и сохранения сейсмического волнового поля в окрестностях фронтов первых вступлений. Использование моделирования волнового поля в «окне» позволяет не только ускорить вычисления, но и повысить качество сейсмических изображений отражающих границ при реализации миграции в обращенном времени за счет возможности использования миграционных скоростных моделей с контрастными границами. Полученные в этом случае результаты миграции показывают лучшее разрешение и более точное положение границ, что важно для последующей геологической интерпретации мигрированных сейсмических разрезов.

Литература

1. Baysal E., Kosloff D.D., Sherwood J.W.C. Reverse time migration // Geophysics. – 1983. – Vol. 48. – № 11. – P. 1514-1524.
2. McMechan G.A. Migration by extrapolation of time-dependent boundary values // Geophysical Prospecting. – 1983. – Vol. 31, – № 3. – P. 413-420.
3. Sethian J.A. Level set methods and fast marching methods: evolving interfaces in computational geometry, fluid mechanics, computer vision, and materials science. – Cambridge university press, 1999. – Т. 3. – 400 p.
4. Zhao H.A. fast sweeping method for eikonal equations // Mathematics of computation. – 2005. – Т. 74. – №. 250. – С. 603-627.
5. Сердюков А.С., Дучков А.А., Никитин А.А. Численное моделирование динамики первых вступлений для метода волновой томографии // ГЕО-Сибирь-2014, Междунар. науч. конф.: «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: Сб. материалов в 4 Т. – Новосибирск, 2014. – Т. 3. – С. 49-54.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ И ЗОЛОТО-ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (КУЗБАСС, КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.В. Старенкова

Научный руководитель ведущий геофизик Е.Г. Айзенберг

АО «Запсибгеолсъемка», Кемеровская обл., п. Елань, Россия

Работы по изучению закономерностей нефтегазонакопления и рудообразования проводятся по разным площадям на протяжении многих лет. Но при этом материалы гравиметрических съемок используются в очень малой степени и практически не влияют на результаты. В то же время анализ размещения на картах аномалий Буге нефтегазовых месторождений Западной Сибири и рудных Кузнецкого Алатау определенно указывает на наличие очень четких закономерностей, следовательно, учет этих данных необходим для решения поставленных задач. Препятствием этому являются неоднозначность и противоречивость результатов исследований, причина которых – отсутствие четких принципов геологической интерпретации.

К решению этой задачи удалось приблизиться в Кузбассе. После проведения сейсмических работ по профилям, секущим регион через 5 км, и расчетам по ним гравитационного поля, были выявлены закономерности, на основе которых определены принципы геологической интерпретации. Они сводятся к следующему:

1. Наблюдаемая повсеместно, но зачастую неоднозначная связь наблюдённого поля аномалий Буге со структурами осадочного чехла объясняется тем, что эти структуры, принимаемые за причину аномалий, во многих случаях являются следствием процессов, происходящих вдоль глубинных зон, создающих эти аномалии. Как правило, это прогибы в зонах базификации и поднятия в зонах гранитизации.

2. Достаточно широко распространены ситуации, когда наблюдаемые близповерхностные геологические объекты, соответствующие определенным четко выраженным аномальным зонам поля Δg, в действительности не создают их, а фиксируют положение более древних глубинных структур, как раз и формирующих строение гравитационного поля.

На основании этих принципов возможно объяснение наиболее типичных противоречий, возникающих при геологической интерпретации:

1) изменчивость геологического строения вдоль устойчивых и протяженных зон аномалий Буге;

2) изменчивость характера поля над однородными геологическими объектами.

Пример первого случая – четко прослеживаемые в Кузбассе зоны линейных отрицательных аномалий, фиксирующие положение межблоковых субвертикальных зон деструкций, вдоль которых формируются различные геологические объекты.

Второй пример – локальные нефтегазовые структуры Западной Сибири. Формируясь вдоль разуплотненных зон, возникших в период сводообразования, они фиксируют положение этих зон и их плотностные характеристики, которые, в свою очередь, зависят и от движения по трещинам расплавов различного состава.

Разработанные принципы помогают в решении задач геологического строения, но для прогноза месторождений только гравиметрических данных не достаточно. Дополнительная информация может быть получена через морфоструктурный анализ. Для его проведения необходимо упрощение рельефа. С этой целью для Кузнецкого Алатау были построены две карты – карта тектонического рельефа и карта водоразделов, для Западной Сибири – карта водоразделов. Геологическая интерпретация в этих регионах состояла в выделении основных типов линейных и кольцевых структур по результатам совместного анализа геологических, геофизических и топографических материалов, определение их природы, признаков и связи с полезными ископаемыми.

Как в Западной Сибири, так и в Кузнецком Алатау главные элементы, определяющие тектонические процессы, одинаковы. Это линейные структуры интенсивных положительных аномалий Δg. Они фиксируют положение сети глубинных расколов, вдоль которых формируются прогибы, происходит поднятие уровня плавления основных магм, излияние их на поверхность. Это рифтовые структуры. Вдоль них располагаются изометричные отрицательные аномалии, являющиеся узлами зон проницаемости для гранитизирующих растворов. Линейные и кольцевые структуры объединены связью – каждый новый цикл тектогенеза начинается с активизации прогибов с базитовой специализацией, в дальнейшем эндогенные процессы распространяются на соседние блоки, стимулируя их гранитизацию, воздымание, в том числе, и в осадочном чехле. Степень активизации блоков зависит от их удаления от прогибов.

В Кузнецком Алатау имеются три таких параллельно расположенных структуры. По своей природе это палеорифты, претерпевшие инверсию. В современном рельефе они представлены поднятиями, в их геологическом строении преобладают породы основного состава, на карте аномалий Буге отмечаются положительным полем. Наиболее протяженный из них – Главный палеорифт. Со всеми крупными кольцевыми структурами, расположенными вдоль рифта и его ответвлений, связаны участки золото- и железооруденения. При этом они могут располагаться как в пределах отрицательного поля, так и в пределах положительного, огибающего центральную часть структуры.

В результате морфоструктурного анализа в зонах кольцевых структур были выявлены кольцевые впадины диаметром 3-7 км с центральными поднятиями. По своей природе это малоглубинные очаги плавления основных магм, возникшие при взаимодействии базитов рифта и зон гранитизации. Участки оруденения отмечаются мелкими кольцевыми формами рельефа, являющимися узлами повышенной эндогенной активности (П.Э.А.).

В Западно-Сибирской низменности характер гравитационного поля обусловлен, главным образом, строением фундамента. Но структуры первого и второго порядков осадочного чехла строго соответствуют аномальным

зонам поля тяжести, что свидетельствует о формировании их под влиянием процессов, происходящих вдоль проницаемых зон, являющихся элементами глубинной дренажной системы. Главной структурой региона, отмечаемой зоной положительных аномалий Δg, является Колотогорско-Уренгойский прогиб. Ряд его характерных черт свидетельствует о формировании мезозойского прогиба вдоль древнего палеорифта. Через ответвления влияние рифта распространяется далеко за его пределы. Расположенные вдоль рифта и его ответвлений сводовые поднятия осадочного чехла отмечаются крупными гравитационными минимумами. В фундаменте им соответствуют гранитные купола, перекрытые толщей базальтов.

Для изучения отражений структур в современном рельефе западной части Томской области был проведен морфоструктурный анализ, основу которого составила карта водоразделов, но учитывалось и строение гравитационного поля. Всего было выделено три региональные структуры, которые согласуются со сводами фундамента.

Между зонами нефтегазонакопления и элементами поля силы тяжести, а также рельефом, существуют чёткие взаимосвязи.

1. Большинство месторождений (около 70%) формируются в пределах отрицательных полей, соответствующих сводам, располагающимся вдоль положительных аномалий, соответствующих рифтовым структурам. Концентрируются они по периферии поднятий или на участках изменения поля вокруг внутренних прогибов. Наиболее крупные месторождения отмечаются отрицательными аномалиями.

2. Количество месторождений резко увеличивается вблизи линейных положительных аномалий и уменьшается с удалением от них.

3. В современном рельефе наблюдается четкая приуроченность месторождений к узлам П.Э.А., располагающимся на пересечении валов морфоструктур линейными водоразделами. При этом наиболее крупные месторождения, как правило, приурочены к центральным частям региональных морфоструктур. Это можно объяснить тем, что центральные части являются узлами глубинных зон проницаемости. От их степени активности зависят форма, размеры и внутреннее строение морфоструктур на всем периоде их развития [1].

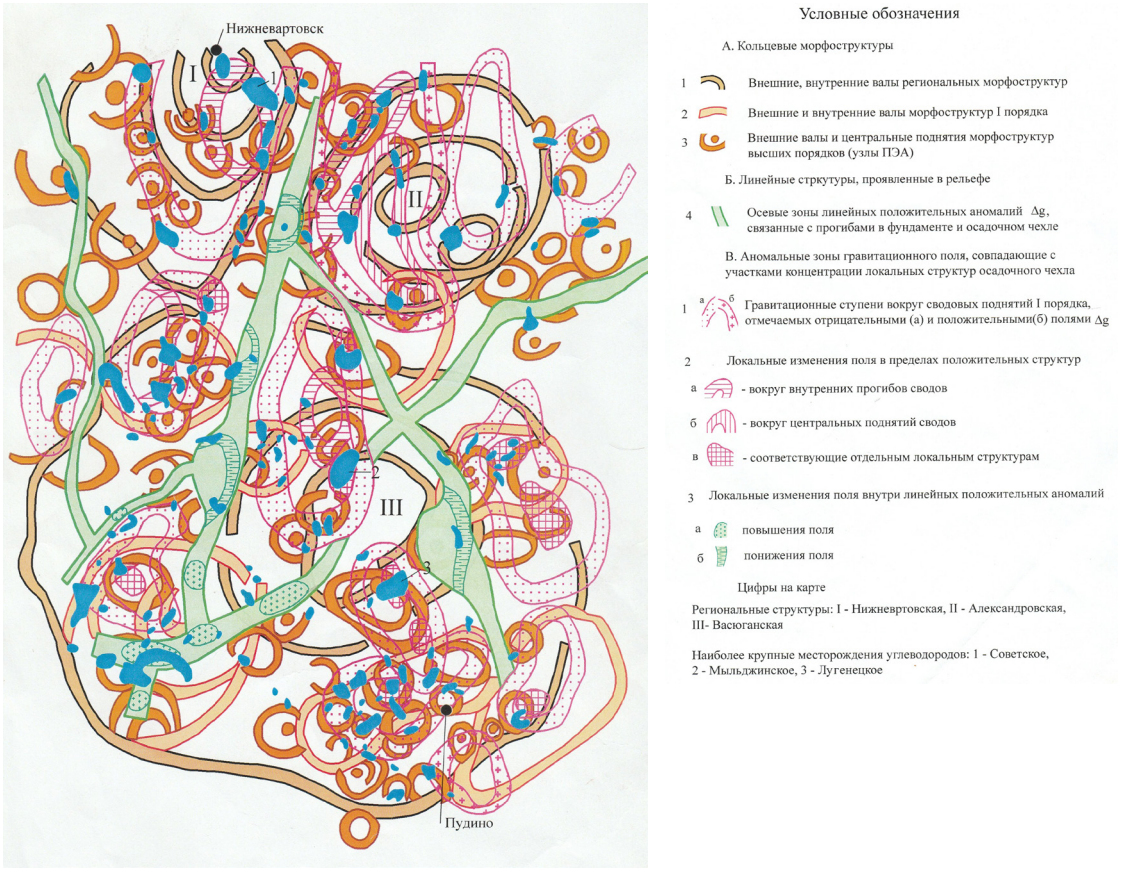


Рис. Связь нефтегазовых месторождений с узлами ПЭА, совмещенными с аномальными зонами поля аномалий Буге.

Литература

1. Айзенберг Е.Г. Закономерности размещения нефтегазовых и золоторудных месторождений в юго-восточной части Западной Сибири // Геофизика. – 2005. – №. 4. – С. 52-56.

КАРТА ГЛУБИННОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Степанова, М.С. Кириллина, А.С. Меренкова
Научный руководитель доцент Лобова Г.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. В настоящее время определены три направления восполнения сырьевой базы углеводородов Томской области: неокомский комплекс, который был ранее малоосвоенным, доюрский комплекс и сланцевая нефть материнских пород. Эти направления являются ресурсоэффективными, потому что находятся на территории с уже развитой инфраструктурой.

Перспективы всех этих объектов определяются степенью реализации потенциала нефтематеринских отложений. А степень реализации, в свою очередь, определяется их термической историей. Чтобы восстановить термическую историю, необходимы сведения о плотности теплового потока из основания осадочного разреза – фундаментального геодинамического параметра. Карты теплового потока были построены для территорий Нюрольской и Усть-Тымской мегавпадин и структур их обрамления ранее (рис.1) с использованием пластовых температур и палеотемператур, полученных путем пересчета по отражательной способности витринита (ОСВ). Следует отметить, что значения теплового потока коррелируют с нефтегазоносностью этих территорий.

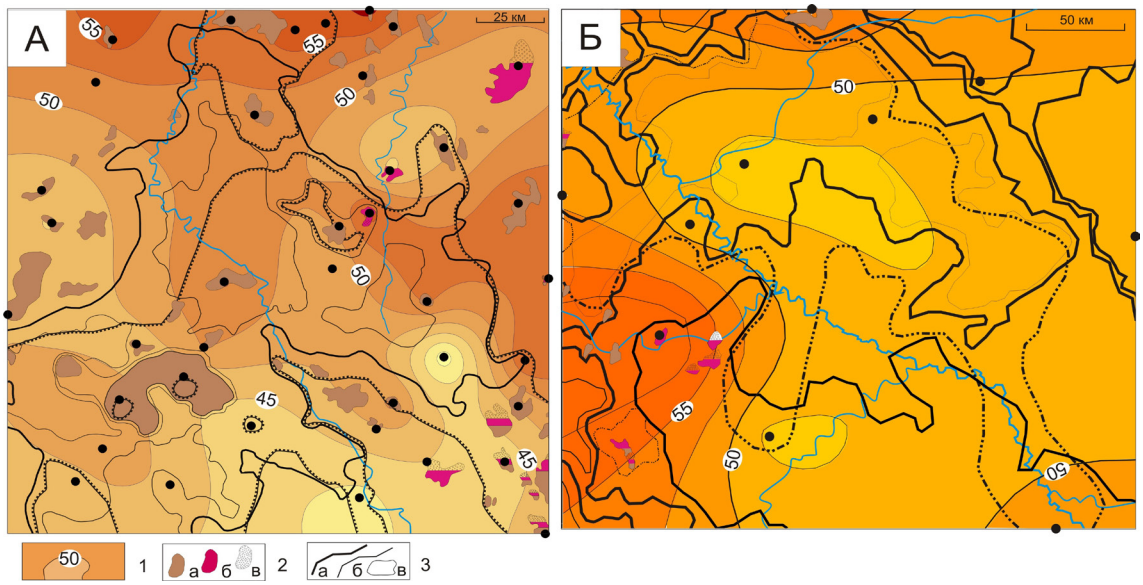


Рис. 1. Схемы распределения значений плотности теплового потока из основания осадочного разреза: А) Нюрольская мегавпадина [1] и Б) Усть-Тымская мегавпадина [4]: 1 – изолинии значений расчетной плотности теплового потока, мВт/м^2; 2 – месторождения углеводородов: а – нефти, б – конденсата, в – газа; 3 – тектонические структуры: а) первого порядка, б) второго порядка, в) локальные поднятия

Цель настоящих исследований – построить карту теплового потока, охватывающую всю территорию распространения баженовских материнских отложений в пределах Томской области (рис. 2) с использованием температур, полученных при определения геотермического градиента (ОГГ) по данным термометрии 75 скважин.

Характеристика объекта исследований. Территория исследования объединяет отрицательные структуры – Нюрольскую и Усть-Тымскую мегавпадины – и обрамляющие их положительные структуры. Основной нефтепроизводящей толщей в разрезе юго-востока Западной Сибири является верхнеюрская баженовская свита ($J_3tt+K_1b_1$). Логично, что территорией исследований будет область распространения нефтематеринских баженовских пород. Восточная граница территории исследования ограничена изолинией со значением $C_{орг}$ = 3 %.

Методика исследований. Для определения теплового потока из основания осадочного разреза применяется компьютерная технология [2] палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования осадочных бассейнов. Палеотемпературное моделирование включает решение обратных задач нестационарной геотермии с подвижной границей – расчет значений теплового потока из основания. Для каждой скважины создается модель, учитывающая литологию, мощность свит и время их накопления.

Исходными данными для решения обратной задачи геотермии являются замеры пластовых температур, полученные при испытаниях скважин, палеотемпературы, рассчитанные по отражательной способности витринита ($R°_{vt}$), и геотемпературы, снятые с каротажных диаграмм метода ОГГ по 75 скважинам.

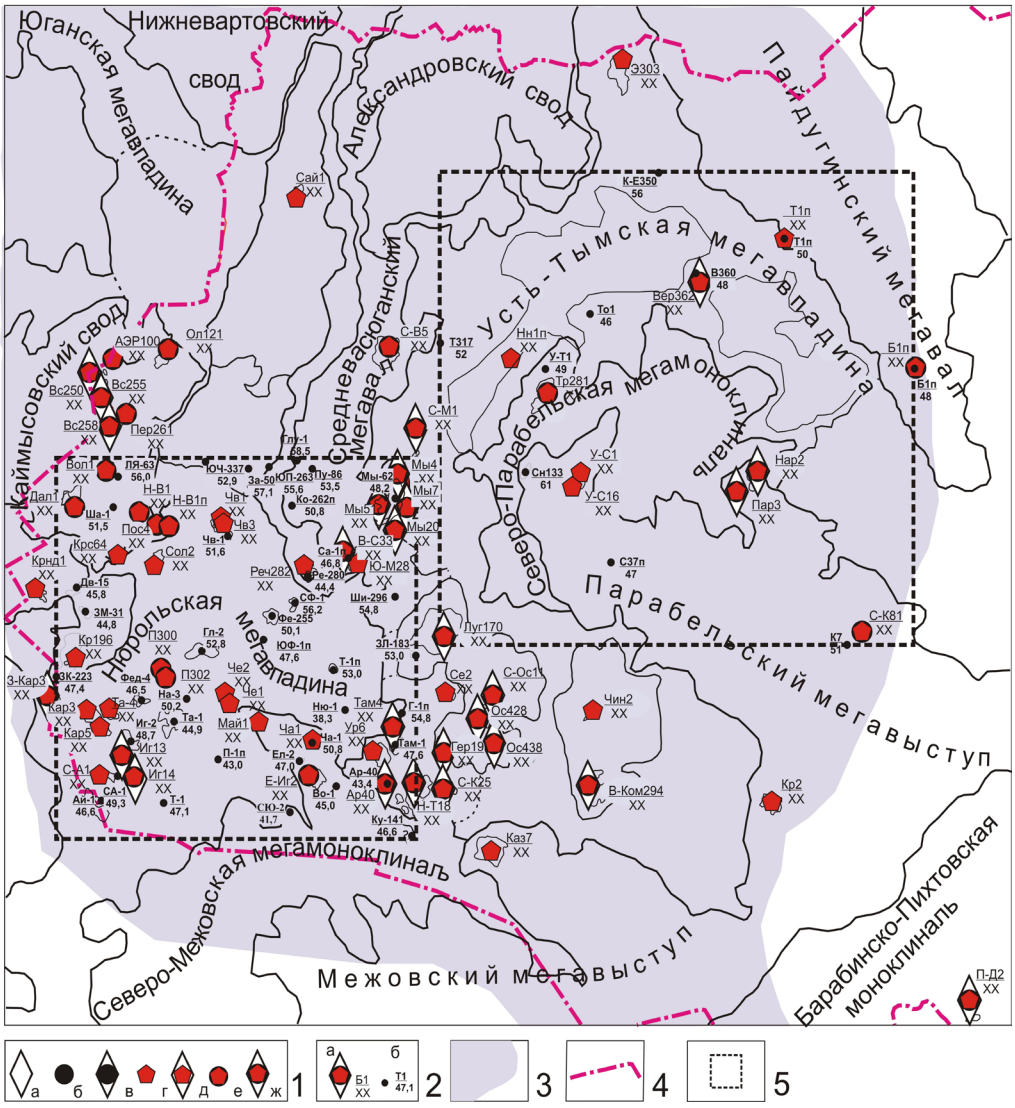


Рис. 2. Обзорная схема района исследования (на основе [3]): 1 – моделируемые скважины с использованием температур: а) пластовых, полученных при испытании скважин; б) пересчитанных из ОСВ; в) вариант а+б; г) снятых с каротажных диаграмм ОГГ; д) вариант а+г; е) варианты б+г; ж) варианты а+б+г; 2 – индексы скважин: а) скважины, подготовленные для расчета теплового потока, б) скважины, в которых тепловой поток рассчитан ранее; 3 – границы распространения баженовской свиты; 4 – административная граница Томской области; 5 – контур ранее построенных карт теплового потока

Заключение. С использованием данных ОГГ появилась возможность построить общую детализированную карту глубинного теплового потока для юго-востока Западно-Сибирской плиты.

Литература

1. Isaev V.I., Lobova G.A., Osipova E.N. The oil and gas contents of the Lower Jurassic and Achimovka reservoirs of the Nyurol'ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2014. – vol. 55. – P. 1418-1428.
2. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с
4. Лобова Г.А. Очаги генерации и первично-аккумулированные ресурсы баженовских нефтей Усть-Тымской мегавпадины // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле. – 2012. – Т. 321. - № 1 – С. 122-128.

ПРОГНОЗ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ КОЛТОГОРСКОГО МЕЗОПРОГИБА И СТРУКТУР ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ)

В.В. Стоцкий[1], А.К. Исагалиева[2]

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия [2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

В настоящее время обращено внимание на ***залежи сланцевой нефти в отложениях баженовской свиты*** (J_3bg), в которой, согласно данным ИНГГ СО РАН, содержится 150-500 млрд. т геологических ресурсов нефти, с предварительной оценкой извлекаемых ресурсов в объеме 18-60 млрд. т [3]. Решающим фактором, определяющим степень реализации потенциала нефтематеринской формации, является время действия и температурный режим главной зоны нефтеобразования (ГЗН) [2].

Цель исследований – оценка значений плотности теплового потока из доюрского основания, определение геотемпературных условий генерации баженовских нефтей и экспрес-расчет относительной плотности ресурсов генерированных нефтей.

Район исследований в тектоническом отношении приурочен к Колтогорскому мезопрогибу и структурам его обрамления. Моделирование палеогеотемпературных условий для баженовских отложений выполнено для осадочного разреза 48 разведочных и параметрических скважин месторождений и площадей Томской области. Используя пластовые температуры, полученные при испытаниях скважин, и палеотемпературы, определенные по отражательной способности витринита, путем решения обратной задачи геотермии [1] ***определили величину теплового потока*** из палеозойского «основания» (рис. 1).

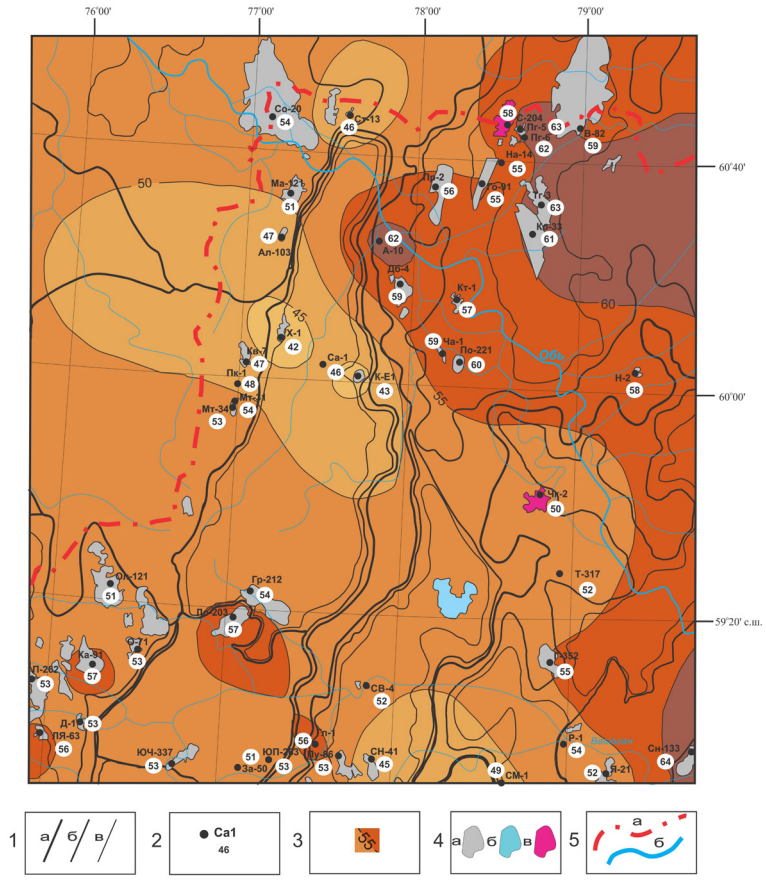


Рис. 1. Схема распределения значений плотности теплового потока из доюрского основания Колтогорского мезопрогиба и структур его обрамления (на тектонической основе [4]): 1 – контуры тектонических элементов: а – надпорядковые; б – I-го порядка; в – II-го порядка; 2 – исследуемая скважина, ее условный индекс и расчетное значение плотности теплового потока, мВт/м²; 3 – изолинии значений плотности теплового потока; 4 – месторождение углеводородов: а – нефтяное; б – газоконденсатное; в – нефтегазоконденсатное; 5 – контур: а – граница Томской области; б – речная сеть

Для материнской свиты рассчитывается ***интегральный показатель плотности ресурсов*** генерированных нефтей (*R*, усл. ед.) по формуле, представленной в [1]. Путем интерполяции расчетного показателя *R* построена схематическая карта распределения относительной плотности ресурсов генерированных баженовских нефтей (рис. 2).

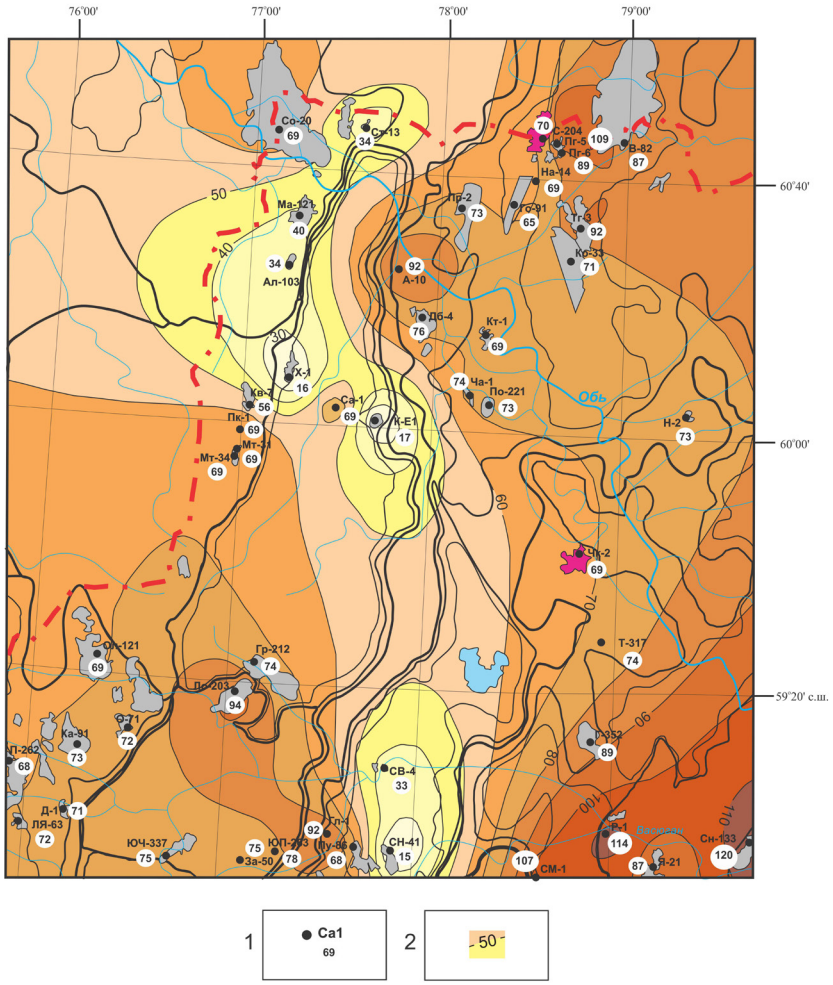


Рис. 2. Схематическая карта распределения относительной плотности ресурсов генерированных баженовских нефтей: 1 – исследуемая скважина, ее условный индекс и расчетное значение относительной плотности ресурсов генерированных баженовских нефтей (R), усл. ед; 2 – изолинии значений плотности ресурсов, усл. ед.; Остальные условные обозначения те же, что и на рис. 1

Заключение. На территории исследований приток нефти из баженовской свиты получен в скважине Саймовской площади. По результатам исследований зона наибольшей относительной плотности ресурсов согласуется с районом Снежного месторождения, на котором перспективные запасы нефти по баженовской свите поставлены на государственный баланс. Планируется на основании карты распределения плотности ресурсов выполнить районирование территории по перспективам сланцевой нефтеносности баженовской свиты.

Литература

1. Isaev V.I., Lobova G.A., Osipova E.N. The oil and gas contents of the Lower Jurassic and Achimovka reservoirs of the Nyurol'ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2014. – V. 55. – P. 1418-1428.
2. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070-1078.
3. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 5. – С. 8-17.
4. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫХ ПОЯСАХ

А.А. Татаурова

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Ю.П. Стефанов

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Институт нефтегазовой геологии и геофизики, г. Новосибирск, Россия

Целью работы является изучение особенностей напряженно-деформированного состояния складчато-надвиговых структур. Для этого необходимо знать основные закономерности, которые приводят к формированию тех или иных структур в процессе приложения нагрузки в зависимости от различных параметров среды. Процесс моделирования начинается с формулировки упрощенной задачи: используются простые геометрические модели, что позволяет отыскать наиболее важные параметры и условия.

В современном геодинамическом представлении коллизионные процессы происходят в результате столкновения континентальных плит с преобладанием больших горизонтальных деформаций, что приводит к образованию и росту горных систем или орогенов. В результате взаимодействия плит формируются характерные для этих зон структуры: краевые прогибы и складчато-надвиговые пояса. Природа и механизм их формирования остаются до конца не изученными, но являются важными для понимания геодинамических процессов и эволюции Земли. Также эти территории являются областями накопления полезных ископаемых, в том числе нефти и газа. Поэтому результаты, полученные в ходе исследования, могут быть полезны как для фундаментальной науки, так и для решения прикладных задач. Особое внимание в работе уделяется изучению распределения в пространстве структур складчато-надвиговых поясов, рассмотрению механизмов их формирования и оценке параметров, благодаря которым они формируются.

В процессе горизонтального сжатия хрупких пород может образовываться чешуйчатая система, в которой образующиеся пластины наползают друг на друга, увеличивая мощность верхней части коры. В некоторых случаях они могут частично смещаться на более прочный смежный континент, образуя надвиговый покров. При пластическом деформировании образуются складки различных типов. За счет образования этих структур происходит сокращение поверхности земной коры. Для того чтобы восстановить первоначальное строение среды, обычно используют метод сбалансированных разрезов. Однако этот метод не дает количественных оценок деформации, возникающей в складчато-надвиговом поясе. Вопрос о разработке теории, способной дать оценку деформации и объяснить природу процессов, происходящих внутри пояса, остается на сегодняшний день актуальным.

Все орогены имеют свои особенности. Для одних характерно сильное поднятие горных структур и высокая сейсмическая активность. Другие имеют низкую сейсмичность и невысокие горные сооружения. В одних случаях зоны, охваченные процессом орогенезации, узкие, в других – широкие. Можно предположить, что такое разнообразие связанно со свойствами литосферы. В связи с этим изучение изменения закона прочности с глубиной является одной из первостепенных задач, так как позволяет описать реологические характеристики исследуемой среды. Именно прочность отражает, какая величина сдвигового напряжения должна быть приложена к изучаемому объекту, чтобы произошло ее деформирование и разрушение, с учетом геологических данных о скоростях подвижек.

При изучении развития дислокационных структур складчато-надвиговых поясов необходимо учесть, что омоложение разломов происходит преимущественно от внутренней части пояса к внешней [3]. Угол надвиговых пластин с горизонтом составляет порядка 30 и меньше градусов. Предполагается, что скольжение тонких пластин надвиговых структур на десятки и сотни километров обусловлено наличием природной смазки в виде воды, эвапоритов, глин, которые обладают низкой сдвиговой прочностью.

Для интерпретации надвиговых систем обычно используется модель «бульдозера» или модель критического клина (рис. 1) [1, 2]. В настоящее время она является основной для расчета различных параметров надвиговых систем. Форма надвигового клина определяется двумя параметрами: углом наклона рельефа – α, характеризующего топографию и углом наклона фундамента – β. Идея модели состоит в том, что надвиговая структура может существовать только при определенном соотношении этих двух углов. В момент, когда достигнуто критическое значение угла, клин работает как единое целое. Если углы не соответствуют необходимым значениям, то считается, что надвиговая система не может существовать. В данной работе мы отошли от представленной теории и рассмотрели возможность существования других вариантов геометрических постановок задачи.

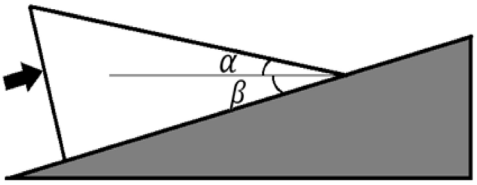


Рис. 1. Модель «бульдозера» или критического клина, объясняющая происхождение складчато-надвиговых поясов

Для проверки и уточнения сделанных гипотез широко используется численное моделирование. Такие расчеты позволяют изучить влияние каждого параметра, геометрию и свойства среды на развитие деформации.

В данной работе моделирование осуществлялось в упруго-пластической постановке, в которой для описания среды за пределом упругости использовалась модель Друккера-Прагера-Николаевского с неассоциированным законом течения [4]. Решение системы уравнений механики сплошной среды, включающей уравнения движения и неразрывности, производились с использованием явно конечно-разностной схемы.

Было рассмотрено развитие деформации складчато-надвигового пояса, геометрическая модель которого представлена в виде жесткого клина, аналога прочного континента, на который надвигается более мягкая среда в виде двухуровневого пласта. Верхний слой хрупкий, предполагается, что это осадочная толща. Нижний пластичный слой выполняет роль смазки, по которой скользит верхний слой за счет приложения боковой нагрузки с левой границы, при этом правая граница считалась неподвижной (рис. 2). Формирующаяся зона локализации могут быть интерпретированы, как зоны разломов.

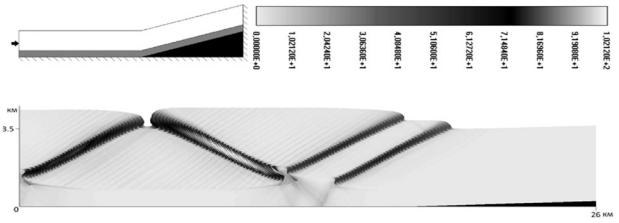


Рис. 2. Схематическая модель начального состояния исследуемой среды и интенсивность сдвиговой пластической деформации в процентах

Были рассмотрены модели, в которых угол наклона клина составлял 2, 5 и 10 градусов. Определено, что зоны локализации пластических деформаций образуются в первую очередь на участке слоя, который не лежит на клине, что не противоречит геологическим представлениям. За счет деформирования на этом участке чаще всего формируются структуры типа pop-up. При дальнейшем сжатии образуются дополнительные надвиговые структуры, совпадающие по направлению с падением клина. Если угол клина достигает порядка 10 градусов, то в расчетах надвиговые структуры не образовывались над ним в вышележащих слоях.

Основное влияние на развитие деформационных структур оказывают такие параметры, как угол внутреннего трения и когезия, функцией которых является закон изменения прочности с глубиной. Соотношение мощностей хрупкого и пластичного слоев, также оказывает существенное влияние на характер поведения зон локализации сдвиговых пластических деформаций.

Проведенные расчеты показали, что надвиговые структуры, наблюдаемые в складчато-надвиговых поясах, могут образовываться не только в условиях теории критического клина, но и при других геометрических условиях, рассмотренных в работе.

Литература

1. Стефанов Ю.П. Некоторые особенности численного моделирования поведения упруго-хрупкопластичных материалов // Физическая мезомеханика. – Томск, 2005. – Т. 8. – № 3. – С.129 – 142.
2. Davis D., Suppe J., Dahlen F.A. Mechanics of fold-and-thrust belts and accretionary wedges//Journal Geophysical Researh. – USA, 1983. – V. 88. – P. 1153 – 1172.
3. Dahlen F.A. Critical taper model of fold-and-thrust belt and accretionary wedges//Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences. – USA, 1990. – V.18. – P. 55 – 99.
4. Khudoley A.K., Prokopiev A.V. Defining the eastern boundary of the North Asian craton from structural and subsidence history studies of the Verkhoyansk fold-and-thrust belt//The Geological Society of America Special. – USA, 2007. – Paper 433. – P. 391 – 410.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОРИСТОСТИ ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

В. В. Тен

Научный руководитель ассоциированный профессор Г.Т. Борисенко

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

В настоящей работе рассмотрены способы определения пористости коллекторов по диаграммам акустического каротажа на примере скважин месторождений восточного борта Прикаспийской впадины. Геофизические исследования выполнены для всего интервала глубин, поэтому выбор пластов для интерпретации основывался на представительности изученного керна

Введение. По данным литологического описания отобранных образцов пород месторождения Кенкияк керн представлен тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Прямые качественные признаки при изучении таких скважин не обнаружены, так как бурение ведется с применением высокоминерализованных буровых растворов (подсолевые отложения) и больших гидростатических давлений [5]. Использование граничных значений геофизических параметров, а именно интервального времени и удельного электрического сопротивления, позволяет выделить те пропластки в продуктивной толще, для которых должны быть определены подсчетные параметры.

Выделение коллекторов в песчано-глинистых разрезах по акустическому каротажу (АК) сводится к выделению в разрезе интервалов, обладающих повышенной по сравнению с граничными значениями пористостью. Основой определения общей пористости по АК является измерение интервального времени пробега продольных волн через исследуемую породу.

В работе анализируются три метода определения коэффициентов пористости по акустическому методу: статистический метод; уравнение среднего времени (УСВ); кубическая зависимость Вахгольца.

1. Статистический метод [2,3] основан на подборе регрессивного уравнения, наиболее точно описывающего связь интервального времени с коэффициентами пористости, определенными в лабораторных условиях. На основе имеющихся лабораторных определениях керна для терригенных подсолевых отложений месторождения получена линейная зависимость $К_п$ (%):

$$K_{П} = 0{,}247\Delta T - 42 \quad (1)$$

2. Уравнение среднего времени [3,4]. Среди различных аналитических и эмпирических выражений, связывающих величины ΔТ, регистрируемые в скважинах, и коэффициенты пористости $К_п$, наибольшее распространение получило уравнение среднего времени. Оно справедливо для упрощенной модели породы, представленной чередованием минерального скелета и поровой жидкости в направлении пробега волны. В глинистых коллекторах коэффициент пористости определяется по формуле [2,4]:

$$K_{П} = \frac{(\Delta T - \Delta T_{СК}) - K_{ГЛ}(\Delta T_{ГЛ} - \Delta T_{СК})}{\Delta T_{ЖС} - \Delta T_{СК}} \quad (2)$$

3. Кубическая зависимость Вахгольца [1]. Коэффициент пористости определяется по формуле:

$$K_{П} = \frac{2a\left(\frac{10^6}{C} - \frac{10^6}{C_T}\right)}{b + \sqrt{b^2 - 4ac}} * 100, \quad (3)$$

где *a, b, c* – постоянные коэффициенты для пород с заданным составом, структурой и напряженным состоянием. Значения подбирались эмпирически: *a* = 1, *b* = 400, *c* = 1. С, $С_т$ – скорости упругой волны в породе и твердой фазе (при нулевой пористости), м/с.

Алгоритм определения коэффициента пористости по данным акустического каротажа [1]:

1. Коэффициент пористости определялся по формулам (1), (2), (3) для каждого интервала пласта с известной пористостью по керну.

2. Вычисляются абсолютная и относительная погрешности определения пористости по данным акустического каротажа:

$$\delta = \left|k_n^{AK} - k_n\right|, \ \delta_{отн} = \frac{\delta}{K_{П}} \cdot 100 \quad (4)$$

3. Определяются средняя абсолютная и средняя относительная погрешности для всех определений:

$$\overline{\delta} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\delta_i, \ \overline{\delta}_{отн} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\delta_{отнi} \quad (5)$$

Для оценки достоверности определения коэффициента пористости по различным методикам проведено сопоставление результатов расчета с результатами анализа керна, рассчитаны среднеквадратическая погрешность и достоверность определения коэффициента пористости.

1. Среднеквадратическая погрешность:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}} \tag{6}$$

По статистическому методу δ = 0.44; по УСВ δ = 0.38; по формуле Вахгольца δ = 0.61.

2. Достоверность определения коэффициента пористости:

$$f_1 = \frac{\sum k_{П\,керн}}{\sum k_П} \tag{7}$$

По статистическому методу f_1 = 0.989; по УСВ f_2 = 1.002; по формуле Вахгольца f_3 = 0.977.

Выводы. В таблице приведены результаты сравнение коэффициентов пористости, определенных по керну и по приведенным уравнениям для акустического каротажа (по 82 определениям, $K_{керн,ср}$ = 12,9 %). Погрешности вычислены по формулам (4) и (5), при этом использованы средние значения по выборкам. Из таблицы видно, что относительные погрешности определения пористости меняются от 11.8 % (кубическая зависимость Вахгольца) до 6.81 % (уравнение среднего времени). Такой точности достаточно для оценки средней пористости пласта.

Таблица

Сравнение коэффициентов пористости, определенных по керну и акустическому каротажу

Способ определения	$K_п$ (АК), %	Абсолютная погрешность, %	Относительная погрешность, %	Коэффициент корреляции
Статистический	11,2	1,0	8,2	0,95
УСВ	11,5	0,7	6,81	0,94
Кубическая зависимость Вахгольца	10,7	1,4	11,8	0,71

Литература

1. Антонов Д.В. Оценка способов определения коэффициента пористости по данным акустического каротажа // НТВ «Каротажник». – Тверь: Изд. АИС, 2010. – Вып. 196. – С. 79-86.
2. Борисенко Г.Т., Исмаилова Г.А. Анализ возможностей акустического каротажа при изучении тонкослоистых разрезов // Вестник КазНТУ – Казань, 2012. – №4. – С. 26-30.
3. Вендельштейн Б.Ю. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М.: Недра,1978. – 318 с.
4. Латышова М.Г. Мартынов В.Г., Соколова Т, Ф, Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических методов исследования скважин. – М.: Недра, 2007. – 327 с.
5. Прошляков Б.К., Гальянова Т.И., Пименов Ю.Г. Коллекторские свойства осадочных пород на больших глубинах. – М.; Недра,1987. – 197 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГИС В ИНТЕРВАЛАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

А. А. Федосеев

Научный руководитель заведующий лабораторией В. Н. Глинских

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

На протяжении последних десятилетий огромный интерес ученых направлен на всестороннее изучение баженовской свиты как нетрадиционного источника углеводородного сырья. Баженовская свита – основная нефтематеринская толща, обширный региональный глинистый экран и устойчивый маркирующий горизонт среди юрских отложений Западной Сибири [3-5]. Она является как флюидоупором, так и коллектором, причем ее потенциальные возможности в этом отношении до сих пор до конца не изучены. Характерной особенностью служит высокая степень неоднородности состава, обусловленная изменением относительного содержания по разрезу свиты глинистого (до 50%), кремнистого (до 90%), карбонатного (до 45%) и органогенного (до 25%) вещества. По сравнению с подстилающими и перекрывающими отложениями, породы баженовской свиты обогащены органическим веществом и биогенным кремнеземом. Их концентрация существенно уменьшается на границах с вмещающими толщами, а доля терригенной алевритоглинистой составляющей резко возрастает. Баженовская свита относится к типу пород-коллекторов с трудноизвлекаемыми запасами, которые характеризуются как сложным вещественно-минералогическим составом, так и сложной структурой емкостного пространства. До сих пор не существует общей теоретико-методической базы для комплексной обработки данных ГИС в интервалах баженитов, включая литологическую интерпретацию, что определяет актуальность представленной работы.

Целью настоящей научно-исследовательской работы является развитие методического обеспечения комплексной интерпретации данных ГИС и керна для определения вещественного состава и выделения литологических типов нефтематеринских пород баженовской свиты. Основная решаемая задача состоит в построении моделей относительного содержания породообразующих компонент баженовской свиты и определении основных литологических типов карбонатно-глинисто-кремнистых битуминозных пород по комплексу данных ГИС с привлечением результатов литологических и геохимических исследований керна.

Для построения литологической модели по данным ГИС на основе анализа относительного содержания породообразующих компонент использовался расширенных комплекс методов, включая гамма-каротаж, нейтронный гамма каротаж, боковой каротаж и другие. Один из примеров построения модели баженовской свиты по данным ГИС и керна для участка Салымского месторождения приведен в [8]. Для оценки объемного содержания минеральных компонент горной породы использовался известный метод [1, 2, 7], основанный на решении системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), в которой показания метода ГИС линейно связаны с относительным содержанием каждой слагающей породу компонентой. Коэффициенты матрицы СЛАУ определяются, исходя из анализа результатов литологических и геохимических исследований керна. Для устойчивого решения СЛАУ и повышения достоверности учитывается априорная информация о составе изучаемых пород, которая основана на результатах литолого-минералогического анализа керна, отобранного из нескольких скважин на изучаемой территории.

По результатам построения литологической модели, описываемой распределением относительного содержания породообразующих компонент, выполнялось определение основных литологических типов пород баженовской свиты. Выделение литотипов баженитов основано на разработанной в [6] новой классификации. В ее основу положен принцип разделения пород баженовской свиты по составу основных групп минералов. В этой работе показано, что по результатам петрографических, минералогических и геохимических исследований основная масса пород баженовской свиты сложена следующими минеральными и минералоидными компонентами: силикаты, карбонаты, глинистые минералы и органическое вещество (кероген).

В качестве примера приведены результаты построения литологической модели отложений баженовской свиты в интервале одной из скважин Дружного месторождения (Широтное Приобье, Западная Сибирь), где оценено относительное содержание породообразующих компонент и выделены основные литологические типы пород по данным ГИС (рис. 1). По результатам литологической интерпретации каротажных данных в своей толще свита, выделяемая в интервале хх67-хх88 м, имеет следующее распределение. Ниже глубины хх88 она подстилается пластом аргиллитов абалаксной свиты, характеризующимся относительным объемным содержанием глинистого материала более 50 %. В основании баженовской свиты содержание кремнистых минералов увеличивается, что приводит к глинисто-кремнистым породам (хх82-хх88 м). В интервале глубин хх78-хх82 м содержание кремнистых минералов превышает 60 %, что указывает на наличие пород силицитов. С глубины хх78 м отмечается увеличение глинистого материала, где расположены глинисто-кремнистые породы. Увеличение карбонатного и кремнистого вещества выше по разрезу свидетельствует о карбонатно-кремнистых породах (хх68-хх72 м). На глубине хх68 м кровлей баженовской свиты является прослой глинисто-карбонатных пород, который перекрывается пластом аргиллитов подачимовской толщи. Что касается распределения органического вещества, оцененного по каротажным данным, в интервале хх68-хх76 м его содержание увеличивается до 10-22%, что характеризует битуминозные смешанные кремнисто-глинисто-карбонатные породы.

В результате исследований выполнена интерпретация комплекса данных ГИС и литолого-геохимических исследований керна с построением литологических моделей баженовской свиты и выделением основных

литологических типов пород в разрезах около двух десятков скважин ряда месторождений Широтного Приобья Западной Сибири.

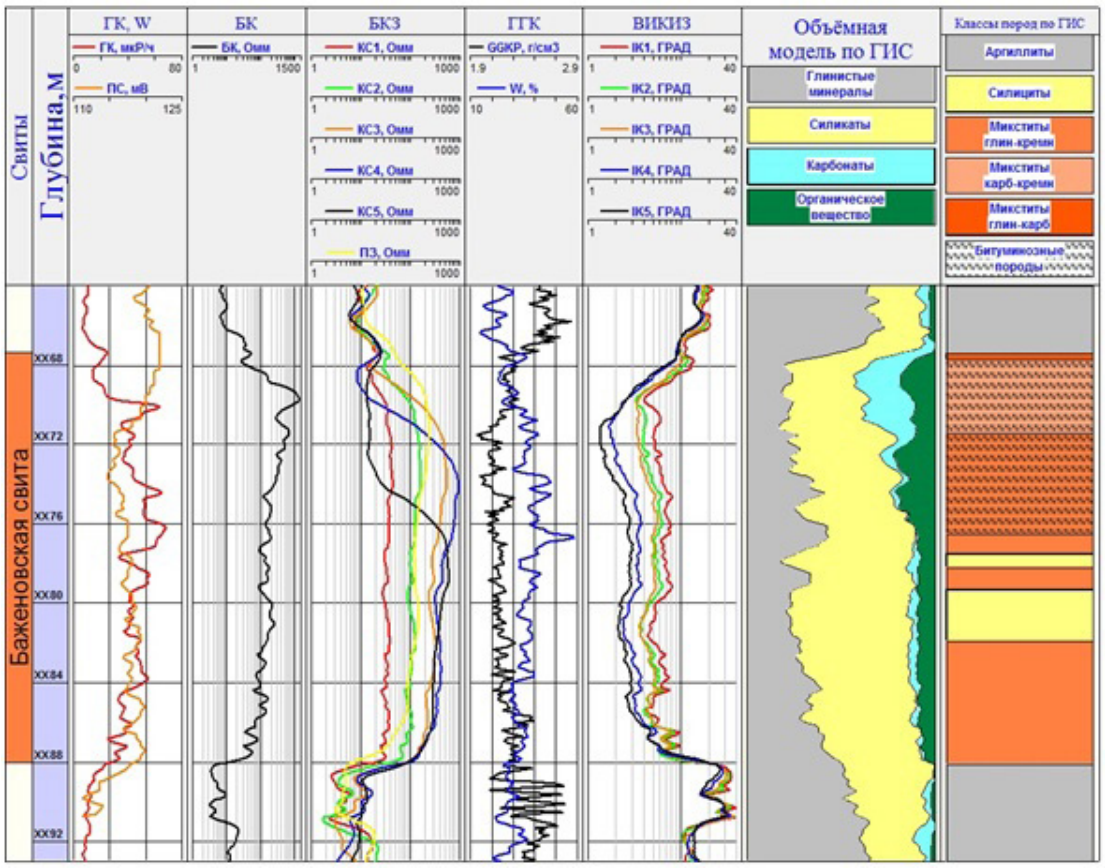


Рис.1. Планшет результатов литологической интерпретации данных ГИС в интервале баженовской свиты одной из скважин Дружного месторождения: каротажные данные методов ГК, НК, БК, БКЗ, ГГК-П, ВИКИЗ; относительное содержание породообразующих компонент и литологические типы пород

Литература

1. Mitchell W.K., Nelson R.J. Statistical Log Analysis Made Practical // World Oil. – 1991.
2. Moss B., Harrison R. Statistically Valid Log Analysis Method Improves Reservoir Description // SPE 1985. Paper SPE 13981.
3. Брадучан Ю.В., Булынникова С.П., Вячкилева Н.П., Гольберт А.В., Гурари Ф.Г., и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность) // Новосибирск: Наука. – 1986. – Вып. 649. – 215 с.
4. Гурари Ф.Г. Доманикиты и их нефтегазоносность // Советская геология. – 1981. – № 11. – С. 3 – 12.
5. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2005. – С. 118 – 135.
6. 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.
7. Куляпин П.С., Соколова Т.Ф. Использование статистического подхода при интерпретации данных ГИС в нефтематеринских породах баженовской свиты Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Технологии сейсморазведки. – 2013. – №3. – С. 28 – 42.
8. Павлова М.А., Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Камкина А.Д., Глинских В.Н. Модель баженовской свиты на примере данных участка Салымского месторождения // Геология нефти и газа. – 2015. – № 3. – С. 57 – 62.

ОСОБЕННОСТИ ЛУЧЕВЫХ СХЕМ В НЕОДНОРОДНЫХ АЗИМУТАЛЬНО-АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ НА ПРИМЕРЕ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОЙ ЗОНЫ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ

Е.Е. Хогоева

Научный руководитель доцент С.Б. Горшкалев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

Юрубчено-Тохомское месторождение располагается в южной части Сибирской платформы и относится к Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Продуктивная толща сложена карбонатами. Поровое пространство карбонатного коллектора представлено кавернами и субвертикальными трещинами, направление которых меняется по латерали. Вертикальная трещиноватость коллектора приводит к появлению азимутальной анизотропии и зависимости проницаемости коллектора от направления, которое необходимо знать для правильного планирования системы разработки. Кроме этого, многочисленные эксперименты показали, что разрез осложнен неоднородной анизотропной верхней частью разреза, в которой азимут плоскостей изотропии меняется в зависимости от пересеченного рельефа местности [1].

Среды с вертикальной направленной трещиноватостью описываются трансверсально-изотропной средой с горизонтальной осью симметрии бесконечного порядка, ортогональной плоскостям трещин – плоскостям изотропии. Так как азимут трещин в коллекторе непостоянен, то он был смоделирован как анизотропная толща, в которой направление оси симметрии изменяется вдоль оси X. Аналогично была задана верхняя часть разреза, в которой закон изменения направления трещиноватости отличается от заданного в изучаемом коллекторе.

Обобщенная модель Юрубчено-Тохомской зоны представляет собой горизонтально-слоистую среду, состоящую из 11 слоев. Верхний слой соответствует анизотропной верхней части разреза мощностью 170 м, нижний анизотропный слой соответствует целевому интервалу – трещиноватому карбонатному коллектору рифейского возраста мощностью 460 м. Параметры слоев модели среды представлены в таблице 1 и включают в себя скорости продольных и поперечных волн вдоль оси симметрии бесконечного порядка (O_∞), плотности и коэффициенты анизотропии K_p, K_{sv}, K_{sh} [4].

Таблица 1

Обобщенная сейсмогеологическая модель Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления

Подошва, м	v_p, м/с	v_s, м/с	ρ, кг/м^3	K_p	K_{sv}	K_{sh}
170	2000	900	2.1	1.13	1.07	1.13
470	3600	1700	2.4			
870	5600	3100	2.65			
1070	6500	3500	2.75			
1320	4800	2700	2.5			
1600	6100	3200	2.7			
2100	5250	2850	2.6			
2220	6300	3400	2.75			
2300	5300	2800	2.6			
2760	6900	3400	2.8	1.1	1.05	1.1
∞	3700	1500	2.4			



Рис.1. Пример пространственной траектории луча обменной волны PS_1 в азимуте источник-приемник 90°

В координате X = 0 азимут плоскостей изотропии в верхнем слое составляет 150°, в рифейском коллекторе этот азимут – 120°. Азимут вертикальных плоскостей изотропии изменяется на 1° каждые 50 м по координате X в верхнем слое в большую сторону, а в нижнем – в меньшую. По координате Y свойства среды не меняются. В связи с переменным направлением плоскости изотропии азимутально-анизотропная среда становится неоднородной. В изотропной горизонтально-слоистой среде и в трансверсально-изотропной среде с вертикальной осью симметрии лучевые схемы для наземных наблюдений лежат в вертикальных плоскостях, содержащих источник и приемник. Однако при наличии в разрезе азимутально-анизотропных слоев с горизонтальной осью симметрии лучевые схемы становится пространственными, что представлено на рисунке 1.

Пространственные годографы отраженных обменных волн становятся несимметричными и скоростной анализ по симметричному гиперболоиду

становится некорректным. Поэтому в случае азимутально-анизотропной среды аппроксимировать годограф обменной волны на небольшой базе возможно гиперболоидом с эллипсоидальным сечением, предложенным В.Ю. Гречкой и др. [2]

Наиболее информативными при изучении азимутальной анизотропии являются волны типа PS, так как помимо скоростей суммирования они дают возможность определять направления трещиноватости по поляризации волны PS_1, которая параллельна плоскостям трещин. Наличие двух азимутально анизотропных слоев с различными плоскостями симметрии приводит к расщеплению поперечных волн в каждом из них, что создает интерференцию четырех PS волн на поверхности. Для определения поляризации волны PS_1 в коллекторе необходимо компенсировать расщепление восходящих поперечных волн в верхнем анизотропном слое. Эта проблема успешно решена в работе С.Б. Горшкалева и др. [3].

Для формирования бинов круговой расстановки с удалением 2760 м было проведено асимптотическое бинирование со средневзвешенным значением V_P/V_S, показавшее смещение реальной точки отражения на 100 м. При помощи лучевого трассирования в изотропной среде со скоростями, равными скоростям в анизотропных слоях в вертикальном направлении, были получены значения удалений приемника и источника от центра с погрешностью 10^{-5}. Далее с помощью имеющейся программы лучевого трассирования в неоднородной среде были получены точки обмена для лучей быстрой обменной PS_1 и медленной обменной PS_2 волн в каждом анизотропном слое для радиальной системы наблюдения с удалением источник-приемник 2760 м, приведенные на рисунке 2. В неоднородной азимутально-анизотропной среде, из-за пространственных лучевых схем, вместо общей точки обмена существует бин некоторых размеров, в котором находятся реальные точки отражения. Очевидно, что реальный бин, соответствующий медленной обменной волне PS_2, заметно больше бина быстрой обменной волны PS_1.

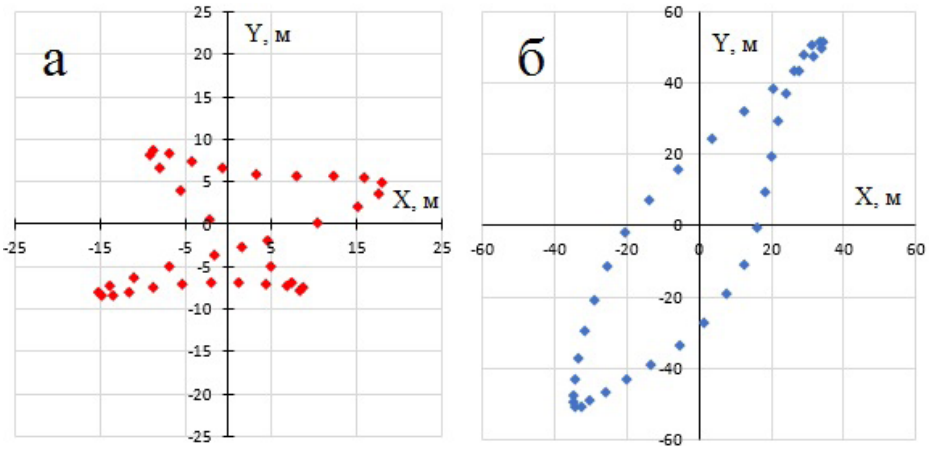


Рис.2. Расположение в плане точек обмена на границе Z = 2760 м для неоднородно-анизотропной среды для обменных волн: а) PS1, б) PS2

При увеличении бина увеличивается и погрешность решения обратной задачи, так как углы, под которыми волны пересекают анизотропный слой, будут существенно отличаться от случая нахождения точки обмена в центре бина. В связи с этим для более корректного проведения скоростного анализа, необходимо осуществить компенсацию расщепления и в нижнем анизотропном слое, получив сейсмограмму быстрой обменной PS_1 и медленной обменной PS_2 волн в каждом анизотропном слое. Это позволит получить скоростную характеристику анизотропного коллектора по каждому типу волны.

Таким образом показано, что даже при идеальном бинировании PS-волн для конкретной отражающей границы в рамках изотропной модели, азимутально анизотропные слои приводят к существенному увеличению реального размера бина. Получение сейсмограмм волны PS_1 позволяет существенно уменьшить его размеры.

Литература

1. Gorshkalev S.B., Karsten W.V., Lebedev K.A., Korsunov I.V. Evidence for rapid variations of azimuthal anisotropy in the near surface: an example from East-ern Siberia, Russia // Journal of Seismic Exploration. – 2007. – V. 16. – № 2-4. – P. 319-330;
2. Grechka V., Tsvankin I., Cohen J.K. Generalized Dix equation and analytic treatment of normal-velocity for anisotropic media // EAGE 1999. – Geophysical Prospecting. – № 47. P.117–148;
3. Горшкалев С.Б., Карстен В.В., Афонина Е.В., Вишневский Д.М., Хогоева Е.Е. Поляризационный анализ отраженных PS-волн в средах с переменным направлением трещиноватости // Технологии сейсморазведки. – 2016. – №1. – С. 52-60;
4. Ляховицкий Ф.М., Невский В.В. Анализ анизотропии скоростей сейсмических волн в тонкослоистых периодических средах. // Известия АН СССР, серия «Физика Земли». – 1970. – № 9. – С.12-21.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПОСЛОЙНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Г.С. Чернышов, А.В. Яблоков, А.С. Смелов

Научный руководитель ст. науч. сотр. Сердюков А.С.

Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В работе предлагается методика послойного восстановления разреза для моделей с латерально-неоднородным распределением скорости в слоях и криволинейными границами по данным малоглубинной сейсморазведки. Суть подхода заключается в комбинировании стандартных способов обработки с целью повышения точности определения скоростного разреза в условиях вечной мерзлоты. Метод был применен для обработки реальных данных, полученных при малоглубинных сейсмических исследованиях в республике Горный Алтай вблизи поселка Чаган-Узун в июне 2016 г.

Техногенное воздействие вызывает неизбежные изменения в геокриологических условиях, которые могут приводить к интенсивному оттаиванию вечной мерзлоты. При ее деградации деструктивные экзогенные процессы начинают протекать интенсивнее, могут перейти в катастрофическую стадию. Эти явления протекают на фоне общего естественного повышения температуры и постепенного оттаивания мерзлых пород. В последние двадцать лет в зоне вечной мерзлоты увеличилось число аварий на объектах инфраструктуры. Важной задачей является мониторинг состояния мерзлых пород и грунтов [5]. Особенно подобные исследования актуальны при разработке месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом – эта деятельность сопровождается радикальным антропогенным воздействием. Необходимо контролировать устойчивость оснований и откосов карьеров, отслеживать возникновение оползней, в том числе и вдоль естественных склонов в районах проведения взрывных работ [3].

Особенностью районов с вечной мерзлоты являются: сильная латеральная неоднородность разрезов, связанная с наличием линз оттаявших (талых) пород; большой контраст скоростей между мерзлой толщей и талыми линзами пород. Стандартные способы обработки данных малоглубинной сейсморазведки – метод T0`, работающий в предположении слоистой модели среды с небольшими наклонами плоских границ. Другим распространенным подходом является лучевая томография, позволяющая восстанавливать гладкую скоростную модель без резких границ. При наличии субвертикальных границ эти методы оказываются неприменимы. Предлагаемый нами способ работает в предположении, что каждый из слоев имеет гладко-неоднородное скоростное строение, а граница между ними представляет собой произвольную кусочно-гладкую кривую [4]. Такая постановка задачи актуальна при проведении сейсмических исследованиях в районах с вечной мерзлотой.

Опишем предлагаемую методику более подробно. Сначала необходимо получить систему увязанных годографов со всего профиля наблюдений, дальнейшая обработка включает в себя четыре этапа:

Этап 1. Необходимо определить точки перегибов годографов, определяющих координату профиля, после которой в первых вступлениях наблюдается головная волна. На этом этапе разделяются точки перелома годографов в случае с переходом от прямой к головной волне и точки перелома, связанные с выклиниванием слоя.

Этап 2. Определяется скорость распространения сейсмических волн в верхнем слое. При однородных слоях скорость во всем слое определяется по наклону годографа. В данной работе слои считаются неоднородными, вследствие чего для восстановления скоростной модели используется лучевая томография методом усеченного SVD разложения. В качестве начальной модели берется одномерная модель со скоростью, определенной по наклону годографа прямой волны. После построения скоростной модели верхнего слоя необходимо найти геометрию границы раздела. Так как она не предполагается плоско-горизонтальной, важно учитывать, что не все наблюдаемые преломленные волны являются головными. На отдельных участках профиля могут наблюдаться многократно преломленные волны. Применение стандартного метода T0` [2] в таком случае проблематично. Поэтому мы применяем метод полей времен пробега. При таком подходе (в отличии от T0`) нет необходимости заранее находить распределение скоростей в подстилающем высокоскоростном слое. В условиях сложной криволинейной геометрии границы раздела это является существенным преимуществом.

Этап 3. В полученной модели первого слоя методом полей времен определяется граница первого слоя. Метод заключается в расчете полей времен для прямой и для головной волны по выделенным участкам одного годографа. Далее поле времен вычитаются, и по точкам нулевых значений проводится кривые совпадения времен. Границей является огибающая кривых совпадения времен для всей совокупности годографов. Для расчета полей времен использовался метод численного решения уравнения эйконала Fast Marching [1].

Этап 4. Годографы первых вступлений пересчитываются на восстановленную границу. В результате получаем двухслойную модель среды с латерально неоднородными слоями и годографы на поверхности границы, что дает возможность повторить методику для восстановления следующей границы.

Данная методика была применена при обработке полевых данных. Сейсморазведочные работы проводились на профиле длиной 154 м с шагом между пунктами приема 2 м, шаг по пунктам взрыва до 114 м профиля составлял 8 м, после – 4 м. В качестве источника использовалась кувалда массой 5 кг. Полученные сейсмограммы имели достаточно высокий уровень сигнал/помеха, что способствовало легкому пикированию времен первых вступлений (рис. 1а). Погрешность увязки взаимных времен годографов не превышала 3 мс. Далее к годографам

была применена методика послойного восстановления разреза, результаты которой приведены на рис. 1б. Основным критерием выделения границ разделов между мерзлыми и талыми породами являются различия в значениях скоростей сейсмических волн. Увеличение скорости упругих волн в мерзлых породах определяется дисперсностью пород. На исследованном объекте толща грунтов сложена глинистыми породами. Идентификация мерзлого состояния в глинах только по значениям скоростей продольных волн может быть неоднозначной, т.к. диапазоны скоростей в мерзлых и талых (водонасыщенных) глинах перекрываются. Но при наличии резких перепадов скоростей, полученных на однородном по литологическому составу разрезе, можно с уверенностью говорить о четкой границе между этими двумя фазами. Удалось выделить низкоскоростную (200-250 м/с) линзу оттаявших пород по центру профиля, переходящую в тонкий слой, прослеживающийся вдоль всей линии наблюдений, что говорит о неравномерности оттаивания мерзлых пород. В совокупности с резкими перепадами в рельефе, которые характерны для исследуемого района, это может привести к откалыванию и сходу грунтовых масс.

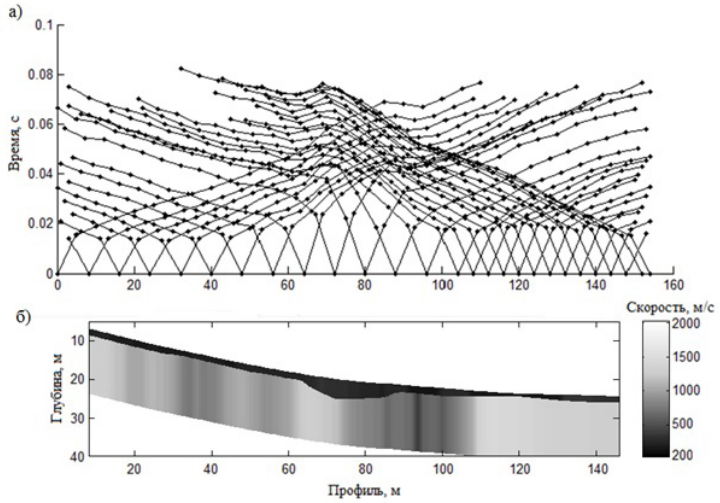


Рис.1. а) совокупность годографов; б) результат решения обратной кинематической задачи на активном оползне вблизи поселка Чаган-Узун Республики Алтай

Заключение. В работе предложена и опробована методика обработки данных малоглубинной сейсморазведки в условиях наличия резких контрастов скорости сейсмических волн, связанных с вечной мерзлотой. На основе применения метода полей времен пробега, реализованного с использованием численного решения уравнения эйконала, и метода сейсмической томографии решена задача построения модели среды, представляющей собой два неоднородных слоя: верхний низкоскоростной и нижний высокоскоростной с криволинейной границей раздела между ними. Возможности предложенной методики продемонстрированы на примере обработки реальных полевых данных. Построены скоростные разрезы продольных волн вдоль активного оползня вблизи поселка Чаган-Узун Агачского района Республики Алтай.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ № 16-35-60062.

Литература

1. Sethian J.A. Fast marching level set method for monotonically advancing fronts // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1996. – V.93. – P.1591-1595.
2. Гольдин С.В., Киселева Л.Г., Пашков В.Г., Черняк В.С. Двумерная кинематическая интерпретация сейсмограмм в слоистых средах // Труды ИГиГ СО РАН, Вып. 808, ВО "Наука". – Новосибирск, 1993. –209 с.
3. Курленя М.В., Сердюков А.С., Чернышов Г.С., Яблоков А.В., Дергач П.А., Дучков А.А. Методика и результаты исследования физико-механических свойств связных грунтов сейсмическим методом // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – №3. – С. 3-10. Режим доступа: http://www.misd.ru/publishing/jms/numbers/2016/a3_2016/
4. Курленя М.В., Чернышов Г.С., Сердюков А.С., Дучков А.А., Яблоков А.В. Методика и результаты сейсмического исследования процессов образования оползней в условиях многолетнемерзлых пород // ФТПРПИ. – 2016. – №5. – С.6-14. Режим доступа: http://www.misd.ru/publishing/jms/numbers/2016/a5_2016/
5. Сердюков А.С., Яблоков А.В., Дергач П.А. Исследование и эффективная реализация метода многоканального анализа поверхностных волн // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвящ. 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. I. – С. 495-497.

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РОЛИ ПРИЛИВНЫХ СИЛ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Д. Л. Чубаров

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

18 марта 2015 года в г. Сендай (Япония) была принята Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 гг. при поддержке Бюро по сокращению риска бедствий ООН и по поручению генеральной ассамблеи ООН. Данная работа направлена на изучение природы землетрясений, что говорит об актуальности исследования.

Стоит отметить, что в Арктическом регионе имеются зоны с повышенной сейсмологической активностью, например, разлом, проходящий к востоку от Новосибирских островов. Однако, сейсмологические наблюдения здесь ограничены лишь точечными станциями, поэтому о качественном мониторинге сейсмологической обстановки в Арктике говорить не приходится.

Одним из механизмов, приводящих к землетрясению, может быть воздействие приливных сил со стороны Солнца и Луны. Так, по мнению некоторых авторов, приливные силы вызывают движения отдельных блоков, плит и континентов [1, 3].

Цель работы – усовершенствовать известную, принятую за основу, математическую модель действия приливных сил и рассчитать влияние этих сил на условный объект, находящийся на поверхности Земли, принимая во внимание ее вращение.

Приливные силы, действующие со стороны Луны или Солнца, могут иметь горизонтальные и вертикальные составляющие. Горизонтальные и вертикальные составляющие вектора приливной силы рассчитываются с учетом угла θ.

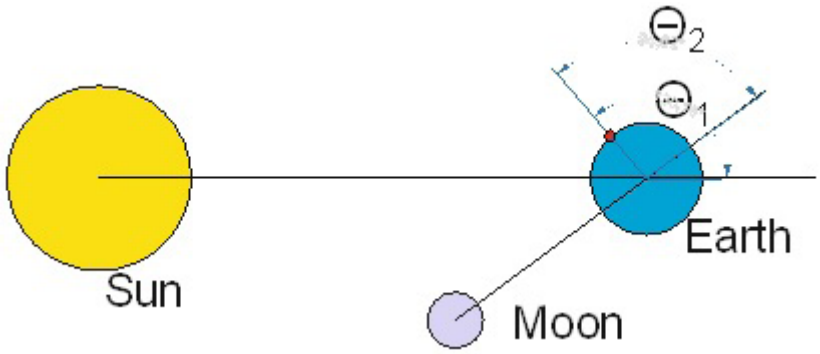


Рис. 1. Пример взаимного расположения Солнца и Луны

$$F_{vert} = G\frac{mM_{Sun}}{R^2}r(3cos^2\theta - 1) = \frac{3}{2}G\frac{mM_{Sun}}{R^2}r\left(cos2\theta + \frac{1}{3}\right) \quad (2)$$

$$F_{vert} = G\frac{mM_{Sun}}{R^2}r(3cos^2\theta - 1) = \frac{3}{2}G\frac{mM_{Sun}}{R^2}r\left(cos2\theta + \frac{1}{3}\right) \quad (3)$$

Далее необходимо принимать во внимание, что взаимное положение Луны и Солнца – величина переменная, поэтому для разных положений на одну и ту же точку будет оказываться разное суммарное воздействие.

Для того чтобы с наибольшей точностью и достоверностью исследовать взаимосвязь приливных сил и сейсмологической активности, следующим шагом исследования должно стать математическое моделирование условной среды и расчета воздействия приливных компонент для нее. Моделирование предполагается проводить численным методом, изложенным в [4]. Метод основан на конечно-разностном аналоге полной системы уравнений механики сплошных сред, дополненном специальным алгоритмом для расчета трещин (разломов) в деформируемых средах [2]. По мере расчета в окрестности каждой математической точки среды вычисляется суммарная повреждаемость среды, и при выполнении пространственно-временного критерия разрушение считается состоявшимся в данной точке. Характер появившейся при этом трещины полностью определяется соотношением компонент тензора напряжений до разрушения.

Модельная среда представляет собой некоторый объем земной коры с заданными размерами. Обязательным условием для такой среды является наличие как минимум двух блоков, олицетворяющих участки различных литосферных плит, а также наличие «зацепа» на границе этих блоков, в котором как раз и будет накапливаться напряжение, впоследствии приводящее к землетрясению.

Чтобы рассчитать и проанализировать влияние приливных компонент на процесс накопления напряжения и его разгрузки, необходимо, задавшись скоростями движения модельных плит, рассчитать время, через которое произойдет разгрузка напряжения без учета влияния приливных компонент и с учетом этого влияния. Для расчета горизонтальной и вертикальной составляющих приливных модуляций необходимо задать координаты

поверхности и временной интервал, в котором будут происходить изменения ускорения силы тяжести (рис. 2, 3).

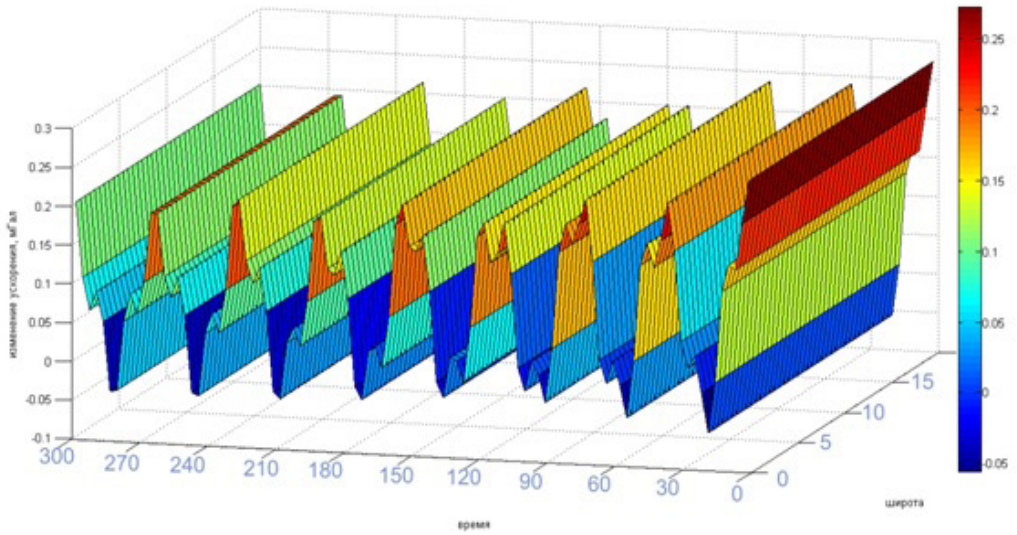


Рис. 2. Изменение вертикальной компоненты ускорения силы тяжести от времени (300 часов) и широты

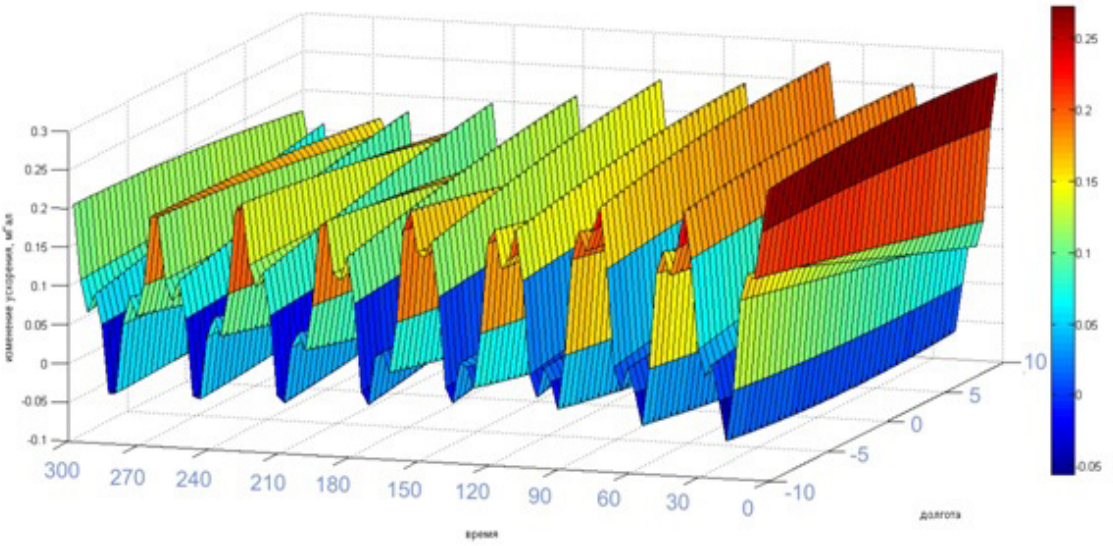


Рис. 3. Изменение вертикальной компоненты ускорения силы тяжести от времени (300 часов) и долготы

Литература

1. Авсюк Ю. Н. Связь приливной эволюции системы Земля-Луна с проблемами геодинамики// Вестник Российской Академии Наук. – 1996. – Т. 66. – №2 – С.129-134.
2. Гриднева В.А., Немирович-Данченко М.М. Метод раздвоения точек сетки для численного расчета разрушения твердых тел / Депонированная рукопись № 3258-83 14.06.1983
3. Мюррэй К. Дермотт С. Динамика Солнечной системы. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ. – 588 с.
4. Немирович-Данченко М.М., Стефанов Ю.П Применение конечно-разностного метода в переменных Лагранжа для расчета волновых полей в сложнопостроенных средах // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 11. – С. 95-104.

СЕЙСМОМИКРОРАЙОНИОВАНИЕ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ

В.А. Шабалин
Научный руководитель доцент Д.Ю. Малеев
Дальневосточный государственный университет путей сообщения. г. Хабаровск, Россия

В качестве объекта исследования выбрана территория портовой особой экономической зоны в порту Советская Гавань. Строительство портовой зоны и дальнейшая ее эксплуатация подразумевает наличие наиболее ответственных сооружений, вывод из строя которых может привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям.

Цель исследования заключалась в составлении схемы микросейсморайонирования г. Советская Гавань и его окрестностей посредством изучения сейсмичности платформенного района и реакции грунтов на сейсмические и микросейсмические воздействия. Для составления этих схем необходимо было решить следующие задачи:

- анализ геолого-геофизических и других данных, связанных с сейсмичностью исследуемого района;
- обработка инструментальных данных и интерпретация сейсмограмм;
- уточнение схемы сейсмического районирования региона;
- инструментальные исследования уровня микросейсм и сейсмических характеристик грунтов.

Уточнение исходной сейсмичности. Исследуемый район расположен в пределах восточной части Сихотэ-Алиньской складчатой системы и наложенного Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканогена. Основными структурными элементами являются Совгаванская и Дюанская депрессии, а также Силантьевское поднятие, Советский хребет и Уйский вулкан. Складчатые структуры района осложнены многочисленными соскладчатыми и постскладчатыми разрывами различных направлений. Разломы сопровождаются зонами повышенной трещиноватости и дробления пород, дешифрируются на космоснимках и подтверждаются материалами аэромагнитной съемки.

Ванинско-Совгаванский район представляет собой сейсмоактивную зону, где отсутствуют следы поверхностных смещений по разломам. Следовательно, рассмотрение поведения геологических структур в этом случае более важно, чем изучение местных деталей.

Для определения границ района анализа руководствуемся тем, что даже магнитудами $M_{LH} \geq 8$, расположенными на расстояниях более 150 км от исследуемого пункта, можно пренебречь, так как они не вызывают сотрясений силой $I_{MSK} > 5$ баллов [2].

В ходе исследования в качестве модели зон источников использовалась смешанная модель, разработанная в ИМГиГ в октябре 2003, которая является последним усовершенствованием линеаментно-доменной модели, принятой для построения карт ОСР-97.

Для определения параметров повторяемости для этой зоны были аппроксимированы землетрясения в интервале магнитуд $M_{min} < M < M_{max}$ с помощью уравнения Гутенберга-Рихтера:

$$LnN(M) = a + b \cdot M$$

где N (M) – число событий с магнитудой M ± 0.25; a, b – коэффициенты графиков повторяемости.

Инженерно-геофизические исследования. Для получения скоростей упругих волн в верхней части разреза использовался метод преломленных волн (МПВ). Были вычислены средние скорости продольных и поперечных волн. В целом для исследуемой территории скорости в верхней части разреза (до глубин 30 м) варьируют в пределах: Vp = 350-3500 м/с, Vs = 290-2300 м/с.

Регистрация микросейсм велась одновременно тремя станциями, при этом одна из них располагалась на «эталонном» грунте, остальные на исследуемом грунте. Длина реализации составляла до 200 мин.

Оценка грунтов с помощью акустических жесткостей производилась по формуле С.В. Медведева [1]:

$$\Delta I = 1.67 \cdot \lg \frac{V_э \cdot \rho_э}{V_i \rho_i}$$

где ΔI – приращение или уменьшение сейсмической опасности в баллах по шкале *MSK-64*;

V_i и $V_э$ – скорости распространения сейсмических волн на исследуемом и эталонном участках соответственно;

p_i и $p_э$ – плотность грунта на исследуемом и эталонном участках соответственно.

Оценка грунтов по амплитудно-частотному методу производилась по формуле С.В. Медведева [1]:

$$\Delta I = 2 \cdot \lg \frac{A_э}{A_i}$$

где $A_э$ и A_i – амплитуды колебаний на эталонном и изучаемом участках соответственно.

Метод численного моделирования. Численное моделирование реакции геологической среды на землетрясения осуществлялось посредством компьютерной программы SHAKE2000, которая является модификацией программы SHAKE91, разработанной в конце 60-х годов в США. Программа SHAKE2000

предназначена для анализа движений, возникающих в заданном одномерном горизонтально-слоистом грунтовом разрезе, при падении на него вертикально снизу плоской горизонтально-поляризованной волны.

Алгоритм программы SHAKE2000 позволяет выполнить расчет амплитуды пиковых ускорений, временных изменений напряжения и деформации, а также спектров реакции на любой границе раздела одномерного разреза для заданного входного движения.

Заключение

1. Сейсмическое микрорайонирование г. Советская Гавань выполнено по комплексу архивных, полевых исследований, математического и численного моделирования.

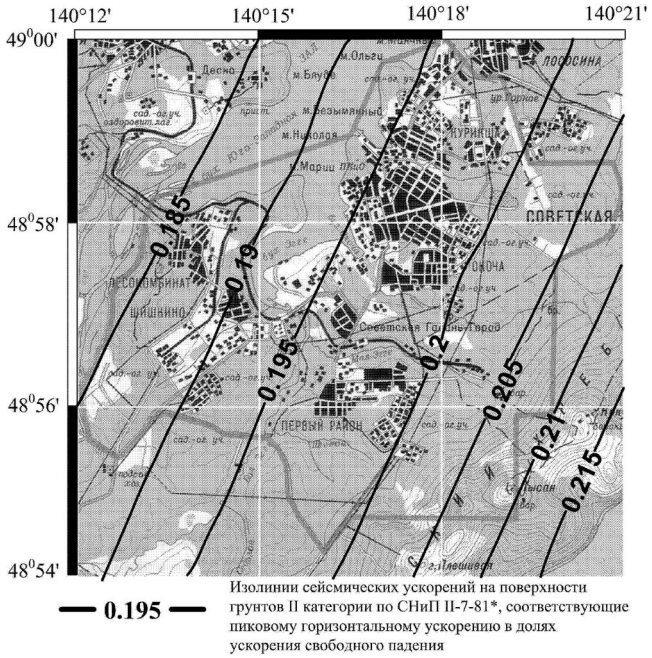


Рис. 1. Карта сейсмического микрорайонирования г. Советская Гавань.

2. Расчетные сейсмические воздействия задавались на основе мировых данных по сильным землетрясениям с учетом местных сейсмотектонических и инженерно-геологических условий. Получены спектры реакции для средних грунтов (СНиП II-07-83*) и синтезированные акселерограммы для периода повторяемости T = 1000 лет, отвечающие местным сейсмогеологическим условиям.

3. Расчеты относительной сейсмической опасности выполнены по комплексу полевых и расчетных методов с целью определить приращение (уменьшение) балльности и сейсмического ускорения относительно уточненной сейсмической опасности (УСО).

4. Результаты сейсмического микрорайонирования представлены в виде карт масштаба 1:25 000. В рамках исследования в соответствии с методологией карты ОСР-97 (имеющей федеральное значение) выполнены расчеты параметров сейсмических воздействий и составлены карты для трех периодов повторяемости сильных землетрясений: T=500, 1000, 5000 лет, на рисунке 1 представлена карта для T = 1000 лет, что отвечает требованиям обеспечения сейсмической безопасности для сооружений высокой степени ответственности.

Литература

1. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. – М.: Госстройиздат, 1962. – 284 с.
2. Штейнберг В. В. и др. Методы оценки сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. – 1993. – №. 34. – С. 5-94.

О ПРИРОДЕ АНОМАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

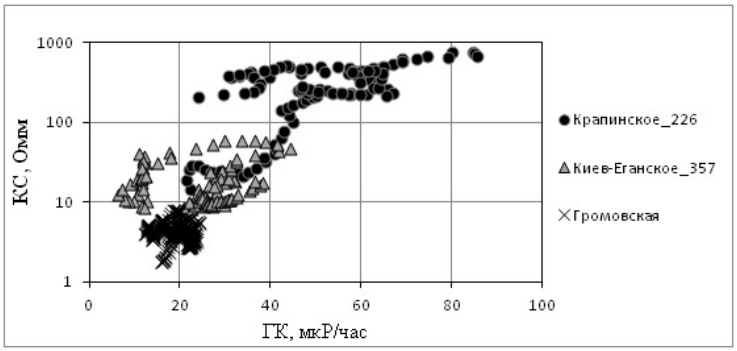
А.Б. Шакиров
Научные руководители доцент Г.Г. Номоконова, профессор М.М. Немирович-Данченко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В настоящее время интерес к баженовской свите связан, в основном, с ее нефтегенерационными свойствами – способностью битуминозных глинисто-кремнисто-карбонатных пород являться источником нефти для верхнеюрского и нижнемелового разрезов Западной Сибири и самой быть коллектором нефти.

Анализ опубликованных данных по этой проблеме [1] показывает, что чаще всего изучаются такие параметры баженовской свиты как содержание органического вещества ($C_{орг}$), степень его катагенеза, тип керогена (планктонный, гумусовый), водородный индекс и другие результаты пиролиза (Конторович, Фомин и др., 2002). Достаточно ли этих данных, чтобы объяснить природу аномальных геофизических параметров баженовской свиты, которая в Западной Сибири вскрыта сотнями тысяч скважин с полным комплексом их геофизических исследований?

По Конторовичу В.А.[2], в условиях юго-востока Западной Сибири (Томская область) границу между баженовской и марьяновской свитами следует проводить по критерию КС < 20 Омм и ГК < 30 мкР/час. По этим критериям Киев-Еганское нефтяное месторождение (рис. 1) находится в переходной зоне. Для классической «баженовской зоны» (КС > 100 Омм и ГК > 55мкР/час) среднее содержание органического углерода в баженовской свите можно определить по средним значениям ее геофизических параметров – ГК и КС:

$C_{орг}$ = 0.1759 * ГК – 4.8187 (R^2 = 0.88); $C_{орг}$ = 0.021 * КС + 4.3798 (R^2 = 0.69).



Для скважины 226 Крапивинского нефтяного месторождения среднее значение $C_{орг}$ = 8,2%, полученное по двум уравнениям, соответствует действительности. Однако результат по КС практически в два раза превышает таковой по ГК. Сложный характер (раздвоенность) зависимости «КС-ГК» для нефтяных месторождений (рис. 1) показывает, что на эти базовые геофизические параметры баженовской свиты влияют также другие причины [4].

Рис. 1. Изменение электрического сопротивления и естественной радиоактивности пород баженовской свиты с юго-запада (Крапивинское) на северо-восток (Громовская) Томской области

На рис. 2 представлены результаты геофизических исследований по скв. 393 Майского нефтяного месторождения (Томская область) в интервале, включающем баженовскую свиту и пласты Ю2 и Ю3/4. Приведены каротажные кривые ПС (самопроизвольной электрической поляризации), ГК, ИК (индукционного каротажа, в масштабе сопротивления), НКТ (нейтронного каротажа по тепловым нейтронам) и ГГК (метода рассеянного гамма-излучения в масштабе плотности).

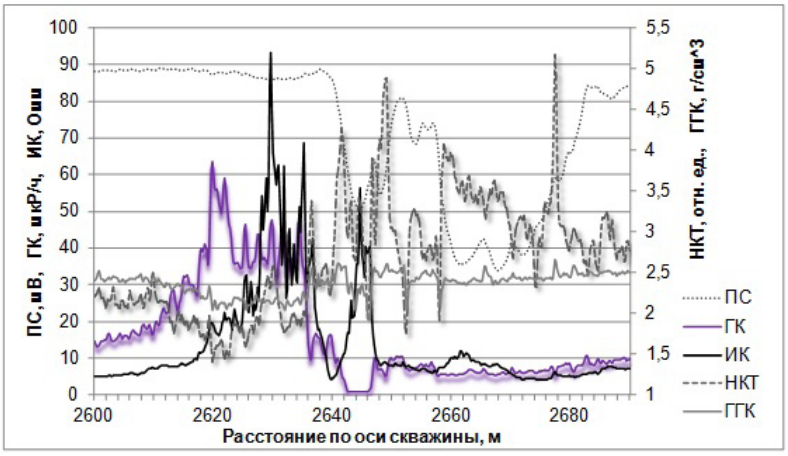


Рис. 2. Аномальные свойства баженовской свиты в разрезе скважины 393 Майского нефтяного месторождения. Баженовская свита в интервале 2608-2638,4 м

Баженовская свита на фоне вмещающих пород куломзинской и васюганской свит выделяются аномальными значениями практически всех, кроме ПС, геофизических параметров: высокими значениями показаний ГК и ИК и пониженными – НКТ и ГГК (рис. 2). Такой совокупности аномалий геофизических методов больше нет в этом разрезе, равно как и в других разрезах [3]. Высокое сопротивление на интервале 2641-2647 м соответствует карбонатизированному песчанику («плотняку») пласта Ю2, на что указывает отрицательные

аномалии ГК и ПС, сопровождающиеся повышениями показаний НКТ – комплекс аномалий, которых нет в пределах баженовской свиты.

Комплексная геофизическая аномалия баженовской свиты весьма сложная (рис. 2). Главные особенности баженовской свиты заключаются в следующем. Максимумы радиоактивности и сопротивления смещены друг относительно друга, ГК – к кровельной части свиты, ИК – к подошвенной. Максимам ГК соответствуют пониженные показания НКТ, а максимумам ИК – повышенные. Плотность слабо понижается к кровле свиты. Такие особенности баженовской свиты нельзя объяснить только содержаниями в ней $C_{орг}$ и температурным режимом свиты (градациями катагенеза).

В работе В.П. Сонич и др. [4] для Сургутского района, в западной части которого ведется пробная разработка нефти из баженовской свиты, приводятся осредненные данные по составу баженовской свиты и по ее некоторым геофизическим параметрам. Были рассчитаны ранговые коэффициенты корреляции Спирмена, результаты расчетов приведены в таблице. Не вошедший в таблицу коэффициент ранговой корреляции между содержанием керогена и нефтенасыщенностью высокий и составляет 0,94. В приведенной таблице водородосодержание – величина, обратная показаниям НКТ, УЭС – удельное электрическое сопротивление.

Таблица

Значения ранговых коэффициентов корреляции Спирмена между содержанием компонентов баженовской свиты и ее физическими параметрами, рассчитанные по материалам [4]

Физический параметр	Компонент породы				
	глинистый	кремнистый	карбонатный	**кероген**	**нефть**
Объемная плотность	0,12	-0,48	0,34	**-0,6**	**-0,56**
Радиоактивность	0,40	0,44	**0,08**	**0,96**	**0,8**
Водородосодержание	0,48	0,58	-0,32	**0,82**	**0,72**
УЭС	-0,28	0,04	**0,74**	**0,4**	**0,72**
Поровое давление	0,15	0,01	**0,21**	**0,42**	**0,76**

Главные выводы из проведенных исследований.

Геофизические параметры баженовской свиты наиболее тесно связаны с содержанием керогена и, в большей мере, с нефтенасыщенностью. При нефтеобразовании (из керогена) радиоактивность баженовской свиты понижается. Удельное электрическое сопротивление баженовской свиты в равной мере определяется карбонатизацией пород баженовской свиты и ее нефтенасыщенностью. Карбонатизация приводит к повышению показаний НКТ, а нефтенасыщенность – к понижению. По соотношению ИК-НКТ можно решить вопрос неоднозначной интерпретации показаний ИК (КС).

Аномально высокие пластовые давления (АВПД) в баженовской свите обусловлено нефтеобразованием.

Литература

1. Голов Е. С., Шакиров А. Б. Есть ли на российском шельфе Арктики баженовская свита? // Творчество юных-шаг в успешное будущее: Арктика и её освоение. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 242-244.
2. Конторович В.А. Генерационный потенциал волжских отложений в юго-восточных районах Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2001. – № 1. – С. 26-32.
3. Номоконова Г. Г. Геофизическая характеристика и нефтеносность баженовской свиты // Геофизические методы при разведке недр: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию основания в Томском политехническом институте кафедры" Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых", 20–23 апреля 2016 г., Томск. – Томск, 2016. – С. 154-157.
4. Сонич В. П. и др. Особенности строения и нефтеносности отложений баженовской свиты на территории деятельности ОАО „Сургутнефтегаз" // Нефть Сургута. М., Нефтяное хозяйство. – 1997. – С. 205-223.
5. Шакиров А. Б. Геофизические закономерности трансформации баженовской свиты в марьяновскую на северо-востоке Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 1 – С. 509-510.

ПОСТРОЕНИЕ КУБОВ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

В.В. Шестаков[1], И.В. Парубенко[2]
Научный руководитель доцент Д.Ю. Степанов
[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
[2] ООО Научно-исследовательский центр «Недра»

Параметры геологической среды, такие как пористость и проницаемость, несут в себе важную информацию о местоположении и миграции флюидов в коллекторах. Первичная информация об этих параметрах представляет собой относительно небольшой набор кривых и может быть пересчитана в трехмерные модели различными методами: стохастическими, геостатистическими, нейросетевыми и т.п. В данной работе приведен краткий обзор уже существующих методов, а также предлагается новый.

В большинстве случаев моделирование геологической среды сводится к расчету определенного параметра в каждой точке трехмерной или двумерной сети. В качестве исходной информации при этом используются полевые измерения прогнозируемого параметра, прошедшие этап предварительной обработки. Наиболее высокую эффективность продемонстрировал подход совместного использования нескольких параметров, обладающих высокой корреляционной зависимостью. Так, к примеру, для трехмерного моделирования петрофизических свойств геологической среды в комплексном геофизическом пакете Petrel компании Schlumberger могут использоваться и сейсмические атрибуты, и каротажные данные [3]. Основной недостаток моделирования в данном пакете заключается в закрытости его алгоритмов и невозможности оценки точности результата. Нельзя сказать, каким образом сейсмический атрибут соотносится с каротажными данными, оценка доверительной вероятности прогноза пакетом также не предусматривается.

Одним из способов моделирования параметров геологической среды является стохастическое моделирование. Оно, как правило, применяется в условиях нехватки априорной информации и позволяет реализовать множество правдоподобных моделей, среди которых отбирается одна, наиболее вероятная в рамках решаемой задачи. Стохастические методы могут быть применены для оценки непрерывных свойств геологической среды. В частности, фильтрационно-емкостные свойства моделируются методом последовательной гауссовской симуляции, суть которого заключается в расчете условного математического ожидания и дисперсии с дальнейшим розыгрышем случайной величины (значения параметра) в конкретно рассматриваемой точке [1]. Данный подход весьма удобен и позволяет осуществлять поточечную оценку в пределах всей сети. Получаемые таким образом модели, однако, имеют мало общего с реальными геологическими объектами и редко применяются на практике.

Схожими со стохастическими методами являются методы геостатистики. Они специализируются на оценке пространственно-распределенной переменной и весьма эффективны при интерполяции данных, заданных на нерегулярной сети. Наиболее распространённым геостатистическим методом является Крайгинг, в соответствии с которым оцениваемый параметр в точке x_0 может быть получен в виде [2]:

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^{N(x)} w_i(x_0) Z(x_i); \qquad (1)$$

где $\hat{Z}(x_0)$ – оцениваемое значение параметра; N – количество точек, в которых оцениваемый параметр известен; $Z(x_i)$ – известные значения оцениваемого параметра; $w_i(x_0)$ - весовая функция, определяющий вклад точки x_i в точку x_0. Численные значения весовых функций выражения (1) вычисляются путем решения системы линейных алгебраических уравнений, коэффициенты которой определяются с помощью вариограмм. Вариограммы в свою очередь являются моделями пространственной корреляции и рассчитываются на основании предположения об однородности второго порядка прогнозируемого поля. В соответствии с данным предположением пространственная корреляция прогнозируемого параметра в двух точках зависит лишь от расстояния между ними и не зависит от значений самих параметров. Данное упрощение неверно по отношению к геологической среде и негативно отражается на результатах моделирования.

Еще один метод моделирования параметров геологической среды использует в качестве входных данных сейсмические и скважинные измерения и базируется на искусственных нейронных сетях (ИНС). Основное преимущество ИНС заключается в их гибкости и адаптивности. Теоретически, для любого набора входных данных могут быть подобраны такая архитектура сети и такой алгоритм ее обучения, которые в совокупности обеспечат построение максимально правдоподобной модели. Вдобавок, обучение ИНС может осуществляться как для отдельного месторождения, так и для конкретного пласта или даже точки [4]. Однако, на текущий момент не проведены исследования, связанные с вопросом правильного конструирования нейронный сетей и оценкой их эффективности, что не дает возможность сопоставить с результатами других методов.

Метод, предлагаемый авторами данной работы, за основу берет геостатистический подход, в частности, метод Крайгинга. Для устранения недостатков, связанных с применением вариограмм, расчет весовых функций в выражении (1) предлагается осуществлять по ковариограммам, рассчитанным на основании данных сейсморазведки. Также для исключения вероятности получения физически нереального результата на весовые функции накладывается ограничение [5]: $0 \le w_i(x_0) \le 1;$ (2)

Рассмотренный метод позволяет строить модели различных петрофизических параметров, интерпретация которых в комплексе позволяет в полной мере изучать и прогнозировать петрофизические свойства (в т.ч. фильтрационно-емкостные свойства) целевых объектов разного генезиса – как песчаных пластов-коллекторов терригенного разреза, так и карбонатных коллекторов палеозойского нефтегазоносного комплекса. В настоящей работе приводятся примеры вертикальных срезов кубов петрофизических параметров на месторождениях Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская обл., рис 1-2).

а *б*

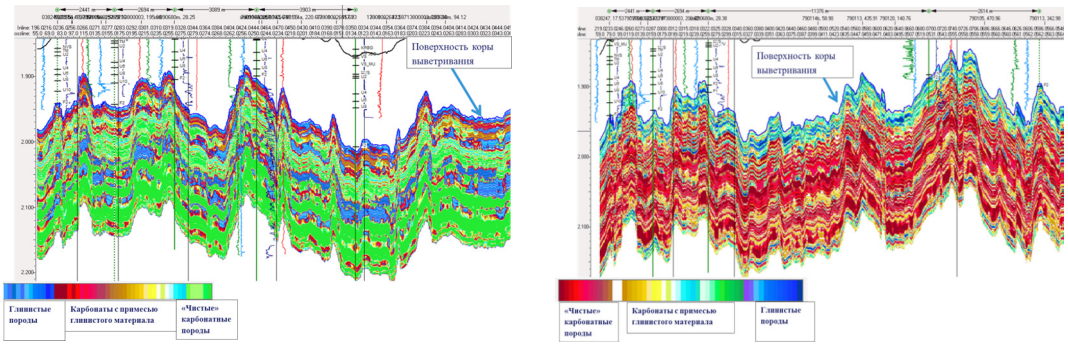


Рис. 1. Пример среза 3D куба псевдопетрофизического параметра по палеозою и коре выветривания: а – Ank, б – Agk

Модели Ank (рис. 1а) и Agk (рис. 1б), построенные для палеозойского нефтегазоносного комплекса пород рассматриваемой площади, направлены на выделение литологических особенностей пород палеозоя – определение и прослеживание карбонатного массива пород, зон глинизации карбонатных пород и собственно глинистых пород.

а *б*

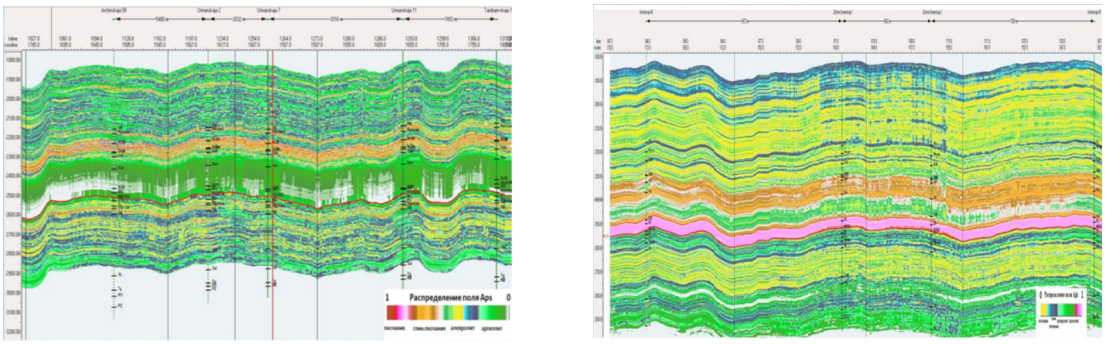


Рис. 2. Пример среза 3D куба глубинного масштаба псевдопетрофизического параметра по меловому и юрскому интервалу: а – Aps, б – Agk

Полученные модели параметров Aps (рис. 2а) и Agk (рис. 2б) дают возможность отчетливо проследить песчаные пласты мелового и юрского нефтегазоносного комплекса на рассматриваемой площади. Благодаря этим моделям удается прослеживать пласты по латерали, выполнять градацию выделенных тел по степени песчанистости и заглинизированности, то есть контролировать распределение коллекторских свойств целевых пластов.

Литература

1. Ахметсафина А. Р., Минниахметов И. Р., Пергамент А. Х. Стохастические методы в программе геологического моделирования // Вестник ЦКР Роснедра «Научно-методическое обеспечение разработки месторождений УВС». – 2010. – №. 1. – С. 34-45.
2. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика: теория и практика – М.: Наука, 2010. – 327 с.
3. Закревский К.Е, Кундин А.С. Особенности геологического 3D моделирования карбонатных и трещиноватых резервуаров. – М.: ООО «Белый Ветер», 2016. – 404 с.
4. Лаврик А.С., Логинов Д.В, Ванярхо М.А. Применение нейросетей для прогнозирования пористости в 3D кубах // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2012. – Т. 39. – №. 1. – С. 54-57.
5. Шестаков В.В., Степанов Д.Ю., Сысолятина Г.А. Построение трехмерных моделей параметров геологических сред // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов III Международной конференции, Томск, 23-26 Мая 2016. – Томск: ТПУ, 2016. – Т. 1. – С. 87-91.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ДАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

А.В. Яблоков[1], А.С. Сердюков[2,3]

Научный руководитель ст. науч. сотр. А.С. Сердюков

[1]Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

[2]Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия

[3]Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Большая часть территории России расположена в зоне многолетнемерзлых пород. На этих землях находится более 30% разведанных запасов нефти и около 60% природного газа, развита промышленная и транспортная инфраструктура. Глобальное потепление климата оказывает влияние на термальный режим вечномерзлых грунтов. В дополнение к этому усиливается техногенное воздействие человека, производятся механические нагрузки на массив грунтов всеми типами инженерных объектов. Реакция многолетнемерзлых пород на это воздействие проявляется в виде образования зон оттаивания, размытия и деформаций. Это приводит к росту числа аварий на инженерных сооружениях.

В настоящее время активно разрабатываются геофизические методы мониторинга и прогнозирования состояния грунтов при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений на вечной мерзлоте. Изменение термального режима неизбежно влияет на физико-механические свойства грунтов и ведет к формированию границ резкого изменения геомеханических свойств (мерзлые – талые, сухие – водонасыщенные породы и т. д.). Наиболее подходящим методом для мониторинга изменения физико-механических свойств является сейсморазведка. Важнейшие свойства, определяемые согласно регламенту инженерно-геологических изысканий, могут быть с достаточной степенью точности найдены из скоростных разрезов продольных и поперечных упругих волн [3].

В работе предлагается метод исследования скоростного строения верхней части геологического разреза глубиной порядка несколько десятков метров на основе анализа многокомпонентных данных поверхностных волн. Использование многокомпонентных данных позволяется оценить анизотропные свойства среды. Важность определения этих свойств связана с естественной тонкослоистой структурой осадочных пород. Кроме этого, процессы многократного оттаивания и промерзания приводят к развитию системы трещин, которые осложняют структуру и усиливают анизотропность среды.

Методы, основанные на обработке поверхностных волн, отличаются достоверностью результатов. При возбуждении упругих колебаний на поверхности не менее 2/3 энергии затрачивается на образование волн данного типа, поэтому достигается высокое соотношение сигнал/помеха на записях сейсмограмм. Данный подход получил широкое распространение в инженерной геофизике и реализован во многих коммерческих программных пакетах. Типичная реализация методики подразумевает обработку данных только волн Релея, что, несомненно, не может дать полного представления о строении среды, в частности, о распределении параметров анизотропии. Определение параметров трещиноватости среды является новой и важной задачей, т.к. вдоль поверхности трещин может происходить проскальзывание и сползание слоев грунта даже при относительно малых углах наклона [4].

Целью работы является усовершенствование методов, основанных на анализе поверхностных волн, для повышения их эффективности и достоверности результатов. Особенности данной реализации методики включают в себя: 1) ускорение процедуры решения прямой задачи расчета дисперсионных кривых волн Релея и Лява; 2) исследование путей улучшения перехода к спектрам сейсмограмм путем применения системы оконных преобразований; 3) реализацию нового метода решения обратной задачи, основанного на алгоритме Оккама; 4) оригинальный метод построения начального приближения с использованием только наблюденной дисперсионной кривой.

Прямая задача решается в рамках одномерной модели среды, состоящей из однородных изотропных горизонтальных плоскопараллельных слоев, для которых кривую зависимости фазовой скорости от частоты (дисперсионную кривую) можно получить путем решения аналитических выражений. Решается задача на собственные значения для вектора движения-напряжения [2]. Для решения этой задачи в данной работе используется модифицированный метод матричного пропагатора – «метод коэффициентов отражения и преломления».

Для извлечения дисперсионной кривой поверхностной волны из сейсмограммы необходимо применять двумерное преобразование Фурье для перехода в спектральную область. Как показывают примеры обработки реальных и синтетических данных, выделение дисперсионных кривых на спектрах сейсмограмм является непростой и неоднозначной процедурой, т.к. малые отклонения в значениях дисперсионной кривой дают большие отклонения в скоростях конечной модели. В связи с этим было проведено исследование спектров сейсмограмм и предложена процедура улучшения их расчета и, следовательно, повышения однозначности выделения дисперсионной кривой. Процедура представляет из себя систему двумерных сглаженных прямоугольных оконных преобразований, которые применяются к сейсмограммам до перехода к их спектрам. Также необходимо отметить, что предварительное выделение поверхностных волн на исходной сейсмограмме значительно упрощает и повышает однозначность пикирование кривой на спектре.

Восстановление профиля скорости поперечной волны основано на подборе параметров слоистой одномерной модели (скорости поперечных волн) по наблюдаемой дисперсионной кривой путем многократного решения прямой задачи. Решение обратной задачи заключается в поиске параметров модели, которые соответствуют минимуму функционала невязки между наблюденными и аналитически рассчитанными дисперсионными кривыми. Применение алгоритма Оккама [1] позволяет из всех возможных моделей выбирать максимально гладкую за счет входящих в инверсию сглаживающих операторов. Такой подход представляется авторам наиболее обоснованным.

В рамках опытно-методических работ полевого отряда малоглубинной инженерной сейсмики ИНГГ СО РАН в июне 2016 года проводились сейсмические работы в районе развития вечной мерзлоты Республики Алтай. Объект представляет собой небольшое поднятие (высотой 5 м) типа бугра пучения. Для обработки по методу поверхностных волн, был выбран профиль длиной 80 м, на котором проводились возбуждения с помощью как вертикальных ударов кувалдой по металлической подложке, так и горизонтальных ударов в торец пригруженной шпалы. Волны Релея и Лява регистрировались с шагом 2 м вертикальными и горизонтальными сейсмоприемниками соответственно.

Как можно заметить на приведенном рисунке, иллюстрирующем результаты решения обратной задачи, скорости поперечных волн в двух ортогональных направлениях для одних и тех же глубин существенно различаются (в 1,5-2 раза). Это говорит о наличии в среде сильной анизотропии грунтов, которая предположительно связана с образованием системы трещин, являющихся питающими каналами бугра пучения. Этот пример является показательным в плане наличия в среде в общем случае некоторой степени анизотропии, которая должна учитываться при проведении инженерно-геологических изысканий

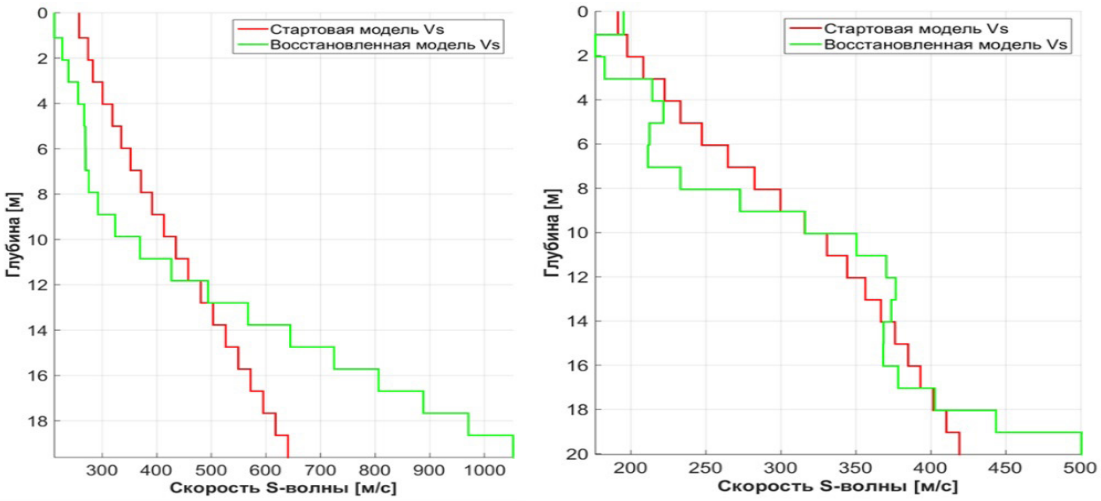


Рис. Восстановленные путем обработки поверхностных волн одномерные модели скоростей поперечной волны по данным, полученным в районе развития бугров пучения. Слева – по волнам Лява, справа – Релея

Таким образом, в результате исследований была рассмотрена задача восстановления скоростного разреза поперечной волны по поверхностным волнам Релея и Лява и показана целесообразность использования волн обоих типов при обработке сейсмических данных для определения параметров анизотропии в среде. Полученные результаты говорят об успешном применении новой реализации метода анализа многокомпонентных данных поверхностных волн, включающей в себя обработку первичных сейсмограмм, спектральный анализ и инверсию волн Лява и Релея.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-7778.2016.5.

Литература

1. Constable S. C., Parker R. L., Constable C. G. Occam's inversion: A practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data // Geophysics. – 1987. – Т. 52. – №. 3. – С. 289 – 300.
2. Lai C. G., Rix G. J. Simultaneous inversion of Rayleigh phase velocity and attenuation for near-surface site characterization. – School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, 1998. – 258 p.
3. Курленя М.В., Сердюков А.С., Чернышов Г.С., Яблоков А.В., Дергач П.А., Дучков А.А. Методика и результаты исследования физико-механических свойств связных грунтов сейсмическим методом // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 3. – С. 3-10.
4. Курленя М.В., Чернышов Г.С., Сердюков А.С., Дучков А.А., Яблоков А.В. Методика и результаты сейсмического исследования процессов образования оползней в условиях многолетнемерзлых пород // ФТПРПИ. – 2016. – № 5. – С. 3-11.

СЕКЦИЯ 6
ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИРОДНЫХ ВОД – СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водные ресурсы являются важным элементом национального богатства страны, которое имеет свойство самовоспроизводиться, а его стоимость по мере роста мировой потребности в водных ресурсах постоянно возрастает. Сейчас острота качества природных вод и водоподготовки для многих стран вполне очевидна, а для некоторых государств она стоит в одном ряду с проблемой выживания.

Интенсификация использования ресурсов пресных вод (водопользование), и связанная с этим деятельность человека (землеустройство), на водосборах породили следующие проблемы:

- загрязнение водных экосистем;

- разрушение и исчезновение естественных экосистем.

Решение этих проблем должно быть безотлагательно, т.к. современное состояние водных и земельных ресурсов вызывает серьезную обеспокоенность в мире.

В настоящее время в странах Евросоюза внедряется принцип: аспекты качества воды должны рассматриваться в тесной увязке с проблемами контроля сбросов загрязняющих веществ в водную среду и с вопросами охраны подземных вод.

Научно-методические основы оценки качества воды являются основой усовершенствования системы управления качеством воды и водными ресурсами и обоснования теоретических и технологических решений по очистке природных вод с учетом региональных особенностей, изучение которых включает:

- региональные исследования ресурсов подземных вод и подземного стока;

- изучение взаимосвязи природных вод с окружающей средой и совершенствование теоретических основ эколого-гидрогеологического районирования;

- оценки экологической безопасности хозяйственно-питьевого использования водных ресурсов, тесно увязанную с тенденциями изменения состава вод при длительной эксплуатации водозаборов и под влиянием антропогенного загрязнения;

- исследование обстановок, основных факторов и процессов формирования химического состава природных вод и подземного стока;

- принципы оценки и картирования качества подземных вод.

В последние годы водный сектор России стал объектом пристального внимания со стороны зарубежных политических, финансовых, научных и деловых кругов, которые рассматривают его как огромный потенциальный рынок товаров и услуг.

Эффективное и надежное развитие водопользования в России обусловило решение следующих основных задач:

- исследование на теоретическом, концептуальном и научно-методическом уровнях перехода на рентные отношения водопользования в России и обоснование основных этапов механизмов организации этого перехода при формировании системы управления водным фондом и его качеством в условиях рыночной экономики;

- совершенствование исследований в важнейших стратегических направлениях прикладной геохимии подземных вод хозяйственно-питьевого назначения;

- развитие и инжиниринговое обоснование теоретических представлений, позволяющих целенаправленно управлять физико-химическими процессами, протекающими при очистке природных вод с характерными региональными загрязнениями, и разработать на этой основе высокоэффективную технологию безотходной очистки воды.

Подготовка специалистов для кадрового сопровождения инновационных технологий и концессионных проектов управления использованием и охраны водных и земельных ресурсов – магистральный путь решения задач управления качеством природных вод.

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БАКЫРЧИКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПОСЕЛКА АУЭЗОВ

В.О. Агаркова

Научный руководитель доктор геолого-минералогических наук В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время вопрос водопользования носит глобально-важный характер во всем мире. Причиной этого может быть большой процент соленых вод на Земле (около 97%), неравномерность распределения водных объектов и техногенно-антропогенное воздействие на них.

Исследуемый в данной статье объект водопользования находится на северо-востоке Казахстана, в Жарминском районе. Район имеет резко континентальный, засушливый климат и мелкосопочный рельеф. Это отразилось на химическом составе воды.

Используемые для водоснабжения объектов ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» подземные воды добываются системой шахтного водоотлива из подземных выработок (техническая вода) и скважинным водозабором «Кызылту» (вода питьевого качества). По химическому составу шахтные воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатным смешанного катионного состава [1]. На данный момент подземные выработки не ведутся и, поэтому, шахтные воды временно не используются.

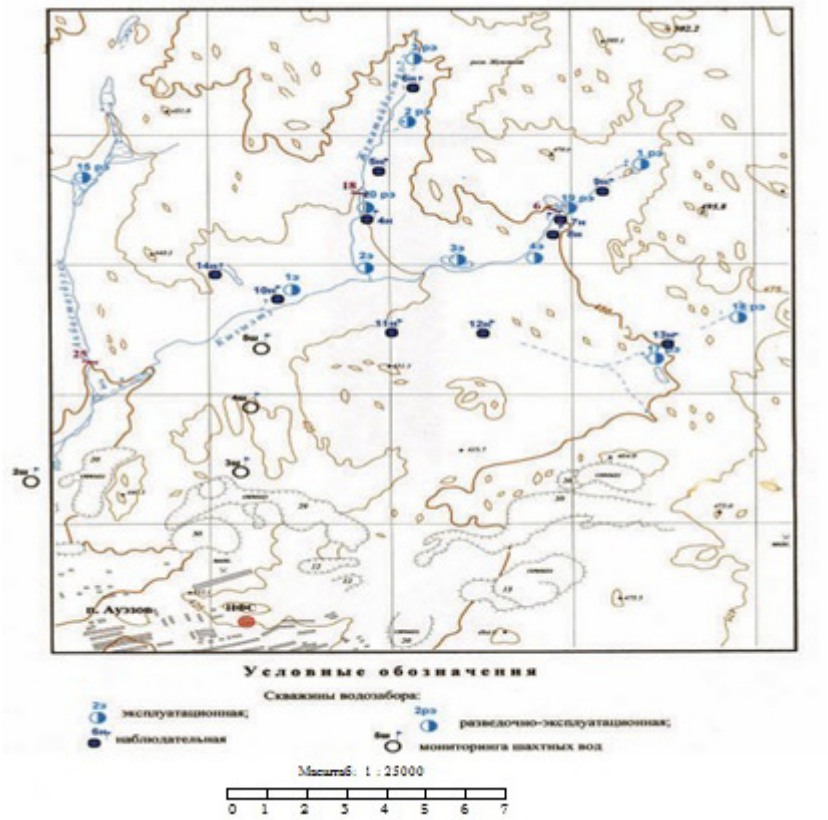


Рис. Схема расположения эксплуатационных, наблюдательных, разведочно-эксплуатационных и шахтных скважин [3]

Водозабор «Кызылту» построен на участке «Центральный» по линейной схеме вдоль долины р. Кызылту и состоит из четырех скважин №№ 1э-4э (рис.). Глубина скважин от 35 до 50 м. Скважины №№ 1э, 2э, 3э оборудованы дырчатыми фильтрами до глубины 23-40 м, ниже ствол открытый. Скважина № 4э фильтром не оборудована. Скважины расположены в закрывающихся павильонах, оголовки герметизированы. Первый пояс зоны санитарной охраны у каждой скважины огражден забором из сетки с въездными воротами. Среднесуточная суммарная производительность водозабора 704 м^3/сут (256,8 тыс. м^3/год). Температура подземных вод составляет +(6÷8) °С.

Особенность эксплуатации водозабора «Кызылту» заключается в том, что скважины расположены в зонах повышенной трещиноватости, сопровождающих тектонические нарушения [2]. По условиям формирования химического состава трещинные воды района Бакырчикского рудника относятся к грунтовым водам зоны выщелачивания. Качественный состав подземных вод формируется за счет процессов растворения и выщелачивания горных пород. Вследствие интенсивного водообмена в водоносном горизонте формируются пресные маломинерализованные воды, гидрокарбонатные кальциево-натриевые по ионному составу,

нейтральные или слабощелочные по величине pH, с сухим остатком 0,2-0,4 г/дм^3. На участках, достаточно широко проявленных в районе Бакырчикского месторождения рудопроявлений, трещинные воды за счет растворения окисляющихся сульфидов обогащаются сульфатами, подвижными формами мышьяка, железа, марганца, а также незначительными количествами меди, свинца, цинка, кадмия и других микроэлементов. При этом минерализация трещинных вод может возрасти до 0,7-1 г/дм^3 с переходом типа воды к сульфатному натриевому по ионному составу. Качество трещинных вод участка «Центральный» является высоким.

По общему химическому составу воды гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, кальциево-натриевые, с минерализацией 0,2-0,6 г/дм^3, общей жесткостью 2,1-7,05 мг-экв/ дм^3, величиной pH - от 6,7 до 7,9. Содержание азотсодержащих веществ (NO_2, NO_3, NH_4) намного ниже нормативных уровней, содержание железа не превышает 0,25 мг/ дм^3. Микроэлементы (Cu, Pb, Zn, As, F и др.) содержатся в количествах намного меньше допустимых пределов. По органолептическим свойствам вода прозрачная, без цвета и запаха, имеет хорошие вкусовые качества. Бактериологическое состояние воды в отдельных пунктах неудовлетворительное.

По подавляющему большинству показателей подземные воды водозаборных скважин соответствуют нормативным требованиям: сухой остаток 269-291 мг/ дм^3, жесткость 4,4-4,8 мг-экв/дм^3, нитраты 0,1-0,4 мг/дм^3, pH 7,2-7,3. Содержание токсичных элементов, мг/дм^3: железо 0,1-0,25; марганец 0,01; мышьяк 0,005; фтор 0,1-0,15; молибден 0,0025; медь до 0,7-0,87; содержание цинка, свинца, кадмия, алюминия значительно ниже нормативов. Вода от водозабора подается для обеззараживания на насосно-фильтровальную станцию. По бактериологическим показателям вода после обеззараживания на станции водоподготовки соответствует нормативам - колиформные бактерии отсутствуют, общее микробное число отвечает единичным колониям.

По всем контролируемым показателям из приведенного перечня качество подземных вод остается хорошим, бактериальное загрязнение не обнаружено [3,4].

Параллельно подземному водозабору существует еще и поверхностный водозабор. Вода из водохранилища на реке Кызылсу подается на насосно-фильтровальную станцию (НФС) для очистки и обеззараживания, где смешивается с водой водозабора «Кызылту». После очистки и хлорирования на НФС вода подается в два резервуара чистой воды емкостью по 1000 м^3 каждый. Из резервуаров вода перекачивается в водонапорную башню для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд жилого поселка и промышленной площадки. НФС рассчитана на максимальную производительность 5000 м^3/сут. Емкость водонапорной башни – 300 м^3. В с. Ауэзов вода поступает по стальным и чугунным трубопроводам общей протяженностью 9770 м. Сети хозяйственно-питьевого водоснабжения промышленной площадки сооружены из стальных труб [1].

Эффективность работы очистных сооружений соответствует проектным показателям работы очистных сооружений биологической очистки сточных вод.

Комплекс очистных сооружений сточных вод предусматривает следующие этапы очистки и обработки осадков:

– механическую;
– биологическую;
– дезинфекцию очищенной воды;
– подсушивание осадка на песковых и иловых площадках.

Очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод при проектной мощности 1277,5 тыс. м^3/год несут фактическую нагрузку не больше 522,245 тыс. м^3/год. Резерв оборудования исключает возможность попадания неочищенных сточных вод в место их сброса (ручей Акбастаубулак).

Помимо изученных материалов и исследований скважин, в экологической лаборатории ТОО “Бакырчикское горнодобывающее предприятие” был проведен анализ воды из крана лаборатории. Говоря о главных параметрах воды, можно сказать, что жесткость воды равна 5,6 мг.экв/л при ПДК=7 мг.экв/л, а содержание хлоридов равно 17,35 мг/л при ПДК=350 мг/л. Вода пригодна для питья, но будет лучше использовать ее в хозяйственно-бытовых целях.

Литература

1. Демидов А.Ю., Голикова Н.Н., Кинас Н.Ю. и др. Оценка воздействия на окружающую среду. Заявление об экологических последствиях ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие». – Усть-Каменогорск: ТОО “Лаборатория Атмосфера”, 2015. – 361 с.
2. Наумов В.П., Москвич Т.В., Казначеева Л.Н., Жакупова Н.А., Богатырев М.Ф., Богатырев А.М., Голова Е.И., Даниленко Т.М., Мезенцева С.В., Некрылов Д.С., Дадабаева М.Б. Отчет по производственному мониторингу подземных вод на участке «Кызылту» ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» за 2015 год. – Усть-Каменогорск, 2016. – 52 с.
3. Наумов В.П., Москвич Т.В., Казначеева Л.Н., Жакупова Н.А. Отчет по производственному мониторингу шахтных, подземных и поверхностных вод Бакырчикского рудника ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» за 2015 г. - Усть-Каменогорск, 2016. – 42 с.
4. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, хозяйственно-питьевому водоснабжению, местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» Утверждены приказом Министра здравоохранения РК от 28 июля 2010 года № 554.

ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ AUTODESK AUTOCAD 2016

И.А. Алиева, О.Д. Орлова
Научный руководитель старший преподаватель А.Ф. Акулевич
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь

При изучении геологических структур и разведке месторождений полезных ископаемых решается большое количество трудоемких пространственных задач, которые связанны как с созданием геометрических моделей, структурных карт и вертикальных разрезов участков земной коры, так и с изображением складчатых структур и разрывных разрушений, определением элементов залегания слоев и пластов по данным разведки, построением линий выхода слоев и пластов на поверхность или под наносы и т.п. Графические методы часто оказываются наиболее целесообразными, а иногда и единственно доступными в сложных условиях.

Геологическая карта и геологические разрезы, и методами являются наиболее распространенными способами изображения геологического строения того или иного участка земной поверхности. Однако при сложных взаимоотношениях отдельных комплексов горных пород для получения наглядных изображений геологических объектов используют *метод аксонометрических проекций*.

Слово “аксонометрия” означает измерение по осям (греч. – “ось” и “измеряю”), что достаточно точно отражает сущность рассматриваемого метода изображения пространственных объектов на плоскости – объект относят к натуральной системе координат *Oxyz* и параллельными лучами проецируют его вместе с координатными осями на картинную плоскость. В результате, на плоскости аксонометрических проекций получают изображение объекта, пространственное положение и размеры которого определяют в аксонометрической системе координат $O'x'y'z'$ [1].

В основу классификации аксонометрических проекций кладут либо сравнительную величину коэффициентов искажения, либо угол наклона проецирующих лучей к плоскости проекций. В зависимости от сравнительной величины коэффициентов искажения аксонометрические проекции делят на три вида:

1) изометрические, т.е. одинакового измерения (оси z', x' и y' наклонены одинаково; уменьшение размеров по направлению всех трех осей одинаковое);

2) диметрические, т. е. двойного измерения (две оси координат имеют один и тот же наклон, а третья - другой; следовательно, уменьшение размеров по этим двум осям будет одно и то же, а по третьей оси - другое);

3) триметрические, т.е. тройного измерения (все оси имеют разный наклон; следовательно, уменьшение размеров по направлению всех трех осей разное) [2].

В зависимости от направления проектирующих лучей аксонометрические проекции разделяются на: прямоугольные или ортогональные (проектирующие лучи перпендикулярны аксонометрической плоскости) и косоугольные (проектирующие лучи наклонены к аксонометрической плоскости).

В решении практических задач при построении изображений обычно пользуются частными видами аксонометрических проекций, обладающими простотой изображений и дающими достаточно наглядное изображение. Так же вид аксонометрической проекции может быть указан в условии индивидуального задания.

В современном мире компьютерные технологии позволяют масштабировать, тиражировать и транспортировать геологическую графику на широкую аудиторию студентов и специалистов.

Нами разработана методика построения прямоугольной изометрии геологического участка местности, заданной на карте фактического материала скважинами (рисунок 1) и геологическими разрезами, в программном продукте Autodesk AutoCad 2016.

За идею построения взята приведенная И.В. Поповым и А.К. Кориковской в пособии [3] аксонометрическая проекция геологического строения строительной площадки, представленная на макете детальной специальной инженерно-геологической карты в масштабе 1:2000 для технического проекта плана застройки территории.

Построение аксонометрической проекции геологического участка следует начать с построения геологических разрезов, которые представляет собой сечение участка земной коры вертикальной плоскостью от ее поверхности на ту или иную глубину. Сопровождая геологическую карту, они более детально иллюстрируют глубинное геологическое строение района.

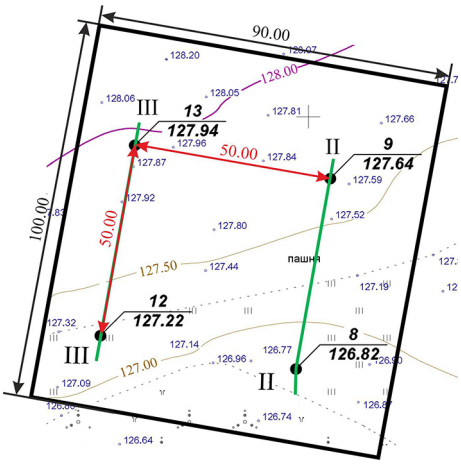


Рис. 1. Карта фактического материала геологического участка

Таким образом, в программе Autodesk AutoCad 2016 в рабочем пространстве «Рисование и аннотация» строим геологические разрезы по линиям скважин 8 – 9, 12 – 13, 8 – 12, 9 – 13. Горизонтальный масштаб при построении разрезов должны соответствовать масштабу карты фактического материала. Разрезы 8 – 9 и 12 – 13 с помощью инструмента «Обрезать» делим на три составляющие, что в дальнейшем поможет правильно прорисовать элементы аксонометрической проекции геологического участка.

Далее в новом окне добавляем карту фактического материала заданного масштаба с помощью команды «Вставка – Присоединить». И для удобства работы в новый слой этого же рабочего пространства добавляем готовые инженерно-геологические разрезы.

Следующий этап – переход в рабочее пространство «3D-пространство». С помощью команды «Визуализация – Вид» выбираем необходимую изометрию (в данном варианте «Ю-В изометрия»). В панели редактирования используя инструмент «3D-выравнивание» по очереди выравниваем готовые инженерно-геологические разрезы относительно скважин на карте фактического материала. По завершению размещения всех разрезов в плоскости оси z' в случае наложения объектов для правильной их прорисовки используем команду «Порядок прорисовки» (зажимая правую кнопку мыши на объекте). Линейный масштаб отрисовываем с помощью инструментов «Линия» и «Размер» на панели рисования и размеров соответственно.

Конечный результат построения аксонометрической проекции геологического участка в программном продукте Autodesk AutoCad 2016 приведен на рисунке 2.

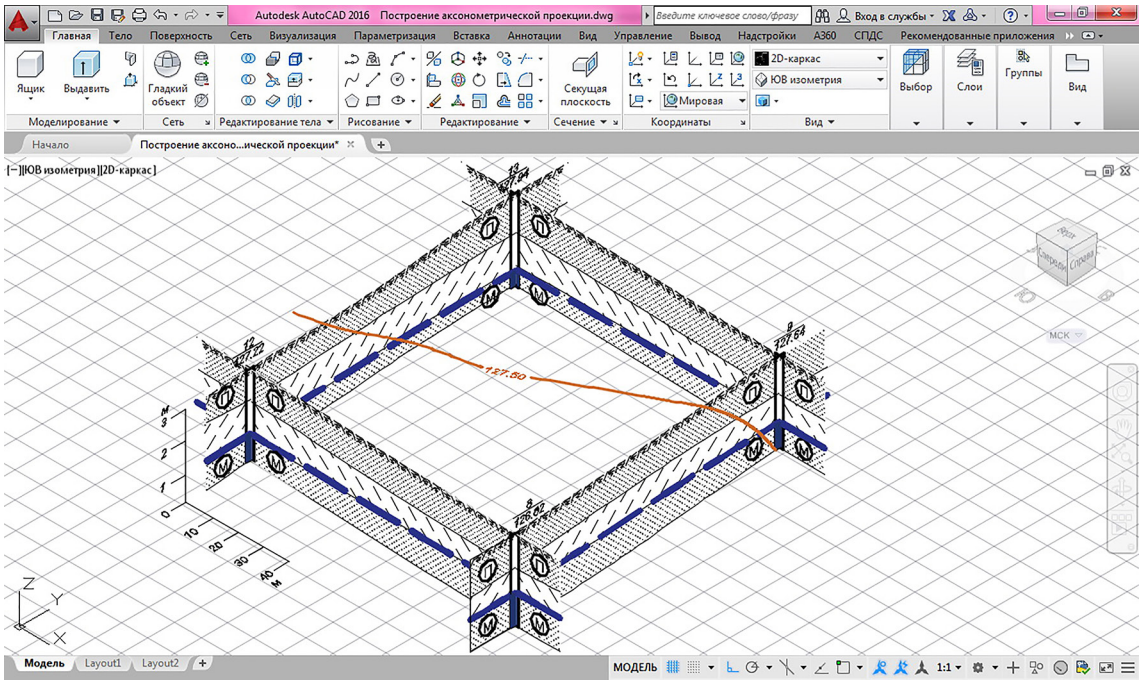


Рис. 2. Аксонометрическая проекция геологического участка

Данная методика апробирована в курсовых работах. Она позволяет более четко представить геологическое строение площадки и распределение инженерно-геологических элементов в объеме массива горных пород.

Литература

1 Морин А.С., Трофимов А.А. Начертательная геометрия. Инженерно-геологическая графика: курс лекций. Красноярск: СФУ, 2008. 68 с.

2 Ребрик Б.М., Сироткин Н. В., Калиничев В.Н. Инженерно-геологическая графика: учеб. для вузов. М.: Недра, 1991. 318 с.

3 Методика составления инженерно-геологических карт / И.В. Попов [и др.]. М: Государственное издательство геологической литературы, 1950. 47 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИИ В ТУНКИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (БУРЯТИЯ)

Н.А. Ангахаева
Научный руководитель профессор кафедры Попов В.К.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тункинская долина котловин является частью Юго-Западного Прибайкалья и представлена шестью отдельными котловинами: Быстринской, Торской, Тункинской, Хойтогольской и Мондинской. Система котловин протягивается от юго-западной оконечности озера Байкал в субширотном направлении более чем на 200 км, представляя собой сочетание низких равнин в межгорных котловинах и разделяющих их поднятий в виде низкогорных массивов - отрогов.

Климат котловин Тункинской долины в значительной степени контролируется орографией и отличается резкой континентальностью Зимой господствует сибирский антициклон - область высокого давления с ясной безветренной сильно-морозной погодой. Особенностью зимнего периода является температурные инверсии. Летом, особенно во вторую половину, проникают циклоны с пасмурной дождливой погодой. Для территории в целом характерна сравнительно холодная и малоснежная зима, засушливые весна и первая половина лета, в отличие от второй - дождливой. Наибольшая ветровая активность наблюдается в весенне-раннелетний период.

Главная водная артерия территории - р.Иркут, дренирует котловины, за исключением Хойтогольской и Быстринской. В пределах исследуемых котловин бассейн реки имеет ярко выраженную асимметрическую форму.

Разнообразие естественной растительности объясняется сочетанием многих факторов: контрастностью климата и орографических условий, большой расчлененностью рельефа, пестрой и мозаичностью почвогрунтов. Таежные сосновые леса распространены на песчаных террасах р.Иркут, на зандровых отложениях Хойтоголькой и Торской котловин, урочища Бадар. Ельники приурочены к хорошо дренируемым участкам речных долин. Лиственничные подтаежные леса отмечены в нижней части лесного пояса на высотах до 1000 м.

Рельеф Тункинской котловины построен из сочетания двух основных элементов: предгорных наклонных равнин и аллювиальной равнины Иркута. Черты геоморфологического строения собственно Тункинской впадины повторяются и в других, поэтому описание ее рельефа приводятся более подробно[2].

В 1991 году на территории Тункинской долины был образован природоохранное, научное исследовательское и эколого-просветительское Федеральное государственное учреждение МПР и Э РФ, национальный парк «Тункинский». Основанием стало постановление Совета Министров РСФСР от 27.05.1991г. №282 «О создании национального парка «Тункинский» Министерства лесного хозяйства РСФСР в Бурятской ССР». Общей площадью 1 183662 га, из которых 1 020 152 га земли предоставленные в пользование национальному парку, остальные земли в том числе 3628 гектаров земель населенных пунктов, включены в состав национального парка без изъятия из хозяйственной эксплуатации. В 31.10.1991 г. Совет Министров Бурятской ССР принял Постановление № 353 « О создании государственного природного национального парка «Тункинский» Министерства лесного хозяйства РСФСР в Бурятской ССР» национальный парк создается в границах Тункинского административного района.

Главная цель создания и функционирования Тункинского Национального парка (ТНП) - сохранение и развитие уникальной природной среды Тункинской долины.

Основные задачи парка: сохранение (охрана природных комплексов рекреационных ландшафтов, уникальных и эталонных природных участков о объектов; сохранение и восстановление биологического разнообразия, редких и исчезающих видов растений и животных; осуществление мероприятий по охране, защите лесного фонда и воспроизводству лесов, природоохранного надзора и контроля за режимом использования земель хозяйственного назначения; сохранение памятников природы, истории, культуры, археологии и других объектов культурного наследия; экологическое просвещение населения и посетителей парка; разработка мероприятий по восстановлению нарушенных ландшафтов, биогеоценоза, историко-культурных и других объектов; создание условий для регулируемого туризма и отдыха: осуществления экологического мониторинга как инструмента изучения состояния природной среды и составление прогноза устойчивого развития биологического и ландшафтного разнообразия [3].

Экологический мониторинг - осуществляется применительно к специфическим природным горно-котловинных таежным степным лугово-болотным), социально-экономическим условиям и этно -демографическим и историческим особенностям. Особое значение заключается в сборе информации и управлении туристско-рекреационным комплексом Тункинского национального парка. Данным момент в организации парка Тункинский не проводят экологический мониторинг с 2009 года.

На территории национального парка находятся уникальные термальные минеральные воды, лечебно-профилактическое предприятие Ниловая Пустынь, курорт Аршан и бальнеологическая местность Вышка и многие естественные источники. Тункинский национальный парк является одним из самых посещаемых туристических мест Республики Бурятии. И без мониторинга целебных вод невозможно прогнозировать перспективу использования, изменения их качества вод в связи с быстрым ростом антропогенных нагрузок. Мониторинг - регулярное слежение и изучение состояния окружающей среды с целью выявления, устранения, прогнозирования опасных и не благоприятных экологических ситуаций, которые влияют на состояние рекреационной среды, качество жизни человека и природы в целом. Особенность Ниловой Пустыни - это лечебно-бальнеологические, рекреационно-туристические нагрузки на окружающую среду на фоне

хозяйственно-бытовых, транспортных источников загрязнения поверхностных вод и почвы растительности. Загрязнение почв, пород и воздушной среды происходит на неорганизованных стоянках автомашин и туристов. Коммунально-хозяйственные очаги интенсивнее влияют на качество грунтовых и трещинных подземных вод. Курорт Аршан входит в 8-9 балльную плейстосейстовую область с роем эпицентров 3-5 балльных землетрясений. В 28 июня 2014 г. на территории курорта Аршан с Тункинких хребтов сошло семь селевых потоков различного масштаба [1].Так же из антропогенных источников преобладает бытовые источники и бальнеологические стоки недостаточно очищенных вод, которые отражаются на качестве воды р. Кынгырга. На местности Вышка развивается бальнеотуристическая инфраструктура (гостиницы, бассейны, душ). По мере застройки территории, роста транспортной нагрузки и посещаемости, рекреационно-туристический ландшафт одновременно становиться многофункциональным, включая функции культурного развития и торговли. Связи этим антропогенных нагрузки на формирования экологических условий преобладает процессы замусоривания отходами быта, строительства, торговли, питание. Источником запыления служит автодорога и мусор. Лечебные ванны, бассейны и душ сбрасывают в р. Иркут неудовлетворительно очищенные воды. Нарушение естественной защищенности подземных вод, может обусловить снижение качества их целебных свойств. В настоящее время, нами исследуется режим химического состава поверхностных и подземных вод Тункинского национального парка [3].

Земельные отношения в Тункинском национальном парке является трудными и противоречивыми. Жители Тункинского национального парка не могут зарегистрировать право собственности на землю. Ранее регистрация права на земельные участки, включенные в состав национального парка без изъятия из хозяйственной эксплуатации производились без каких-либо ограничений связанных с нахождением их границ национального парка «Тункинский», то есть на общих оснований. В мае 2012 г. Росреестр поменял позицию в отношении земли Тункинского района Республики Бурятия и принял решение отказывать гражданам в регистрации права на вновь образованные земельные участки. Принципы Ростреестра по этому вопросу состоят в следующем:

Национальный парк образован в границах Тункинского района и все земли, в том числе включенные в его состав без изъятия является федеральной собственностью. Данные земли предоставлены национальному парку во владение.

Земли национального парка считаются разграниченными на основании ст. 3 ФЗ №101 от 17.07.2001 г. «О разграничении государственной собственности на землю», так как законом земли ООПТ определены федеральные. В связи с этим муниципальные образования не имеют полномочия по распоряжению земельными участками, в том числе населенных пунктов.

Так как в состав ТНП попадает боле 20 населенных пунктов, которые становятся объектами градостроительной деятельности особого регулирования. Очевидно, администрация Тункинского района, полномочия которой включают определение зон развитие населенных пунктов, оказывает в ситуации обязательного нарушения одного из правовых актов федерального уровня. В настоящее время для конкурирующих субъектов землепользования парка и района первоочередной задачей является согласование и проведение межевание земель населенного пункта и земель ООПТ, что должно привести к полному разделению территории и появлению границ между населенными пунктами и ООПТ. Выделение «земель развития» поселений (не путать с оговоренным Градостроительным кодексом «пригородными зонами) является принципиальными для поселений в границах ООПТ. Этого термина пока нет в действующем законодательстве, но для населенных пунктов в границах охраняемых природных территории, необходимость внесения этого понятия назрела. В случае сохранения сложившиеся положения любое строительство, осуществляемое местными жителями на окраине поселка, определяется как «самовольный захват земель» [3].

Простым примером территориального противоречий, а по сути игнорированием существующих нормативных актов, является возникшие не далеко от пос. Жемчуг именуемом Вышкой, и продолжающие расширение недалеко курортный поселок и лечебно-профилактическое предприятие и использованием термальных минеральных вод из пробуренных скважинах Этот процесс одновременно является и развитием рекреационной деятельности на территории парка, и самовольным захватом его земель как жителями Тункинского района, так и приезжими. Такая же ситуация происходит курортных населенных пунктов Ниловая Пустынь и Аршан. В поселке Аршан после разрушительного геологического процесса сель, местные жители не могут восстановить новые права собственности на земельные участки, предоставленные администрации района, так как Росреест не регистрирую права собственности на земельные участки. В ситуации, когда границы парка были оговорены до проведения обоснования организации данной особо охраняемой природной территории, возникает объективные условия для конфликта интересов двух администрации - администрации района и национального парка, функционирование которых предполагается на одной и той же территории. В результате наблюдается как снижения эффективности деятельности парка, так и отсутствие возможности развития района для повышения качества жизни местного населения.

Связи с этим появляются множество судебных разбирательств на землю района, где жители не могут получить право собственности на землю, на которой живут всю жизнь или не могут получить новый земельный участок.

При рассмотрении этих конфликтных ситуации необходимо рассматривать не только состояние земельных ресурсов, но и состояние водных ресурсов на территории района. Например, территория занятая п. Аршан, оценивается потенциальной сейсмичностью разломов в 9-10 баллов, отражающих 5 % риск сейсмического потенциала. Перед проектированием крупных сооружений, необходимо проводить детальные, специализированные инженерно-геологические, гидрогеологические и экологические изыскания, с

целью обоснования мероприятий по инженерной и экологической защите будущих объектов и минимизации негативного влияния их на подземные воды и минеральные воды.

Литература

1. Ангахаева Н.А. Селевые явления и их роль в установления водных и земельных отношений в Тункинском национальном парке (Бурятия)//Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты:материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференциис элементами научной школыимени профессора М.К. Коровина. – Т.1. – С. 76 – 78.
2. Лехатинов А.М., Лехатинова Э.Б Объекты экологического мониторинга и познавательного туризма национального парка «Тункинский» (научный –информативный путеводитель) // Иркутск, издательство ООО Репроцентр А1», 2008. 244 с.
3. Природоохранная деятельностьв современном обществе / Материалы Международной научно-практической конференции «Тункинскому национальному парку - 20 лет; природоохранная деятельность в современном обществе» (с.Кырен, Республика Бурятия, 12-14 октября 2011 г.). - Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, 2011. - 294 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОГО ГИДРОУЗЛА

М.С. Бахтиёри

Научный руководитель профессор Е.М. Пашкин

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Детальные геологические полевые исследования района строительства Рогунской ГЭС были начаты с 1967 г. и постадийно с 1978 до 1993 гг. Результаты этих работ показали возможность строительства здесь на р. Вахш Рогунскую ГЭС. Для обновления данных проводились исследования берегов, участка зоны плотины с 2000-го г. Дополнительно в 2012 г. проведено геологическое исследование, основными целями которого были:

- Комплексное изучение правого берега р. Вахш район строительства ГЭС;
- Определение в полном объеме гидрогеологических условий района строительства ГЭС;
- Геологическое картирование поверхности;
- Обоснование некоторых геотехнических характеристик;
- Проведение микрогравиметрических и других измерений.

Для изучения геологических процессов в зоне строительства Рогунской ГЭС необходимо было провести региональные геологические, тектонические, геофизические, гидрогеологические и некоторые другие технические исследования. При региональном исследовании установлено, что зона Рогунской ГЭС расположена в контактовой зоне Южного Тянь-Шаня с приподнятой Северной частью Афгано-Таджикской депрессии. Таджикская депрессия сложена мезо-кайнозойскими осадочными породами, фундаментом которых являются палеозойские отложения, состоящие из метаморфизованных скальных пород.

Северная часть участка строительства Рогунской ГЭС проходит по региональному разлому Иляко-Вахшского структурно-формационного этажа. Русло р. Вахш на участке площадки плотины имеет узкую V-образную форму, которая благоприятствует строительству плотины. Территория Рогунской ГЭС сложена юрскими и меловыми отложениями. Юрские отложения (гаурдакская свита) представлена в основном солевыми отложениями, вторичным гипсом и тонким красноцветным аргиллитом мощностью в среднем 400 м. Нижнемеловые комплексы представлены красноцветными песчаниками и аргиллитами. Мощность отложений нижнего мела в районе Рогунской ГЭС достигает около 1100 м.

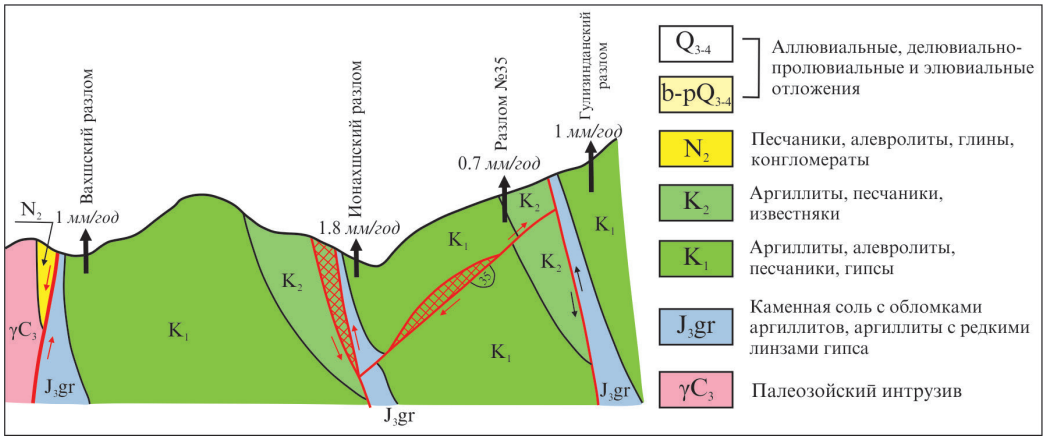


Рис. Схематический разрез, показывающий скорость горизонтальных движений основных разломов (По данным ТЭО проекта строительства Рогунской ГЭС, OSHPC BARKI TOJIK фаза II, 2013)

Основные структурные элементы рассматриваемого района являются Ионахшский, Гулизинданский, Вахшский и др. Геологические структуры имеют направление ВСВ–ЗЮЗ, ось складки заметна на участке кирпичной синклинали плотины. На участке плотины угол падения и направление залегания составляет 75°, а для Ионахшского разлома – 60° для залегания моноклинали, расположенной вниз по течению р. Вахш от разлома [3]. По результатам мониторинга можно сказать, что тектонический блок, разделенный разломами Ионахшским и под №35, поднимается в среднем на 2 мм/год (рисунок). Тем не менее, дифференциальные поднятия между разными станциями характеризуются меньшим наклоном между блоками, разделенными разломами малого порядка [2].

Для окончательной оценки влияния Ионахшского разлома проведены дополнительные исследования в двух скважинах, в том числе геофизические. В результате установлено, что движения блоков не являются чистым поднятием, они могут быть наклонными. Такие сложные деформации могут формироваться над основанием сооружений, разделенных меньшими разломами, что вызывает необходимость увеличения числа постов мониторинга.

Последние исследования показали, что зона разлома сильно расслоена аргиллитами и гипсом (без гипса) в юрских отложениях висячего блока и брекчиях (верхний мел), толща зоны разлома нарушена слоями гипсов. В зоне Ионахшского разлома мощность гипса составляет от 1 до более 5 м. Общая мощность верхнемеловых отложений составляет от 20 до 80 м. Исследования в скважинах IFI и WRB2 показали, что на верхних отметках проницаемость ниже, чем в невозмущённой зоне примыкания плотины (IFI): от умеренной до высокой в опрокинутом участке (WRB^2). Наблюдения в цементационной штольне в районе правого берега, как правило, подтверждают водонепроницаемость висячего крыла (ниже по течению) зоны разлома нижней части плотины.

Гулизинданский разлом схож с Ионахшским разломом по природе, по размеру, порядку магнитуд смещений, скорости смещения скольжения. В отличие от Йонахшского разлома Гулизинданский разлом не пересекает основание плотины. Он соединяет водохранилище с нижним бьефом плотины [1]. Исследование показало, что зона разлома характеризуется непроницаемыми породами. Это доказано исследованием проницаемости в двух скважинах: высокие скорости сейсмических - волн показывают водонепроницаемость зоны разлома .

Разлом №35 расположен почти перпендикулярно долине реки в 100 м ниже от оси плотины и в сторону верхнего бьефа. Далее в сторону нижнего бьефа разлом становится невидимым [2]. Также встречаются несколько трещин, похожих на разлом №35, но они имеют нулевое смещение и пересекают долину в районе плотины. Расстояние между трещинами 20-60 м. Они наблюдаются во многих местах, у створа плотины – субгоризонтальные, неглубокие разрывные нарушения и имеются мелкие смещения грунтов.

Разлом №37 относится к поперечным разломам, которые обнажаются на правом берегу р. Вахш вблизи перемычки верхнего бьефа. Он имеет направление СЗ-ЮЗ с крутым падением к Юго-Восток; амплитуда смещения приблизительно 150-200 м. Ширина зоны дробления достигает 3-5 м, мощность трещиноватых пород достигает 70 м в ширину. Полевые наблюдения не подтвердили наличие разлома в нижней части склона. Последние исследования не подтвердили существование поперечного разлома, названного ранее разломом №24 непрерывного поверхностного разрыва на правом берегу.

Устойчивость берегов р. Вахш на оползни изучалась ранее. В частности установлено, что левый верхний оголовок выходных туннелей в основном состоит из обломочных пород. Основание этих отложений находится ниже уровня водохранилища. Отсюда следует предположение о том, что оползневые процессы могут развиваться после наполнения водохранилища. Склоны правого берега также представлены огромными обломочными отложениями четвертичного периода, в том числе древним оползнем.

Крутые откосы аллювиальных террас находятся на левом берегу р. Вахш, особенно между устьем Оби-Джушон и каньоном, и от устья Обишур, ниже по течению от каньона. Откосы иногда достигают размера 20-50 м в высоту. В будущем, из-за выщелачивания соли, возможно размывание берега за счет эрозии в их основании.

На правом берегу долины Пассиморухо наблюдается два оползня на этой территории, что интерпретируется как изменения склона вследствие выщелачивания соли в их основании. Что касается «зоны VI» оползневые и деформационные процессы, возможно будут продолжаться. Наблюдаются древние оползни в атипичной V зоне правого берега по нижнему бьефу створа плотины. Объем оползней примерно составляет 75-100 млн $м^3$.

Последние исследования показали, что атипичные зоны на правом берегу были результатом тектонических деформаций, в отличие от последовательных массивных оползней и поверхностных процессов. В связи с тем, что структурный изгиб лежит глубоко на склоне правого берега, как предполагается в настоящее время, тектонический фактор оценивается как благоприятный для стабильности склона.

На основе анализа степени выветрелости, пористости, проницаемости и неоднородности выделяется 4 класса горных скальных пород на участке строительства ГЭС:

- 1 класс относится в основном к верхней границе основания, где есть выветрелый аргиллит и глиняные заполнения в трещинах песчаника мощностью 7-40 м; деформации - 1,2-2,5 ГПа;
- 2 класс - скальные породы, лежащие под классом 1; толщина их изменяется от 15-25 м около уровня реки до 40-50 м на верхних откосах;
- 3 и 4 класс соответствуют глубоким, мало выветрелым скальным породам с малой трещиноватостью; верхняя граница их лежит на уровне 20-80 м ниже уровня поверхности для класса 3, и от 60 до 140 м - для класса 4.

На левом берегу реки, предгорья Вахшского хребта состоят из эвапоритовых скальных пород в долине Вахшского разлома. Видимая часть этих скальных пород состоит в основном из гипса, но присутствие соли на глубине нельзя исключить. Между саями Тагикамар и Хаджаалишо, можно выделить обвал с древним оползнем

объемом от 10 до 15 млн. м^3 который может активизироваться после того, как вода достигнет отметки 1250 м и более. Далее на запад от кишлака Талхакчашма молодой обвал пересекает овраг Танакба. Крутого откоса далее, на правом берегу реки Вахш, не видно.

В верхнечетвертичное время на левом берегу р. Вахш обнаружены древние оползни размером в нескольких сотен млн. м^3. Ранее исследователи предполагали, что эти оползни могут двигаться. Однако последними исследованиями установлено, что скорость сползания настолько мала, что на водохранилище влияние почти не может оказать. Так как р. Вахш является региональным водосбором, то можно исключить просачивание воды из водохранилища. Так, результаты геолого-геофизических исследований на правом берегу долины р. Оби Шур показали, что разлом является водонепроницаемым.

Таким образом, по результатам многолетних геологических, геофизических, инженерно-геологических, сейсмологических и других исследований можно сделать следующие выводы:

1. Существующие материалы по геолого-геофизическим и другим наблюдениям на данном этапе свидетельствует о возможности безопасного строительства Рогунской ГЭС на р. Вахш.
2. Необходим постоянный мониторинг геологического изменения горных пород берегов р. Вахш.
3. Рекомендуется проведение мероприятий по защите геологической среды от возможной фильтрации дождевых вод и по предотвращению схода оползней.

Литература

1. Количко А.В. Инженерно-геологические условия строительство плотины Рогунской ГЭС // А.В. Количко, В.Н. Филь. / Гидротехническое строительство, 1981. – № 10. – С. 11–15.
2. Количко А.В. Инструментальные наблюдения за новейшей тектоникой в районе строительства Рогунской ГЭС // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2005. – № 2. – С. 159-163.
3. Морозов С.В. Прогноз изменения химически уплотненных скальных осадочных грунтов в противофильтрационных завесах (на примере Рогунской ГЭС): Автореферат. Дис. … канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1985 г. – 37 с.

О МЕТОДИКАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ «ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА» ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ)

К.В. Бекирова, А.Г. Мошкина
Научный руководитель доцент Крамаренко В.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Строительство на мерзлых грунтах, и особенно на льдах всегда связано с серьезными рисками. Мощные толщи льдов не редки на территории России, и на данный момент активно изучается состав, строение, характер образования ледяных залежей, процесс формирования залежей льда восстанавливается на основе радиоуглеродного, изотопно-кислородного и палинологического анализа, в соотношении с условиями залегания [1-3]. Наиболее интересным объектом является «Ледовый комплекс2 - Центральной Якутии, который получил свое название и детально был изучен при проведении изысканий под железную дорогу Томмот – Кердем. Это особый горизонт, насыщенный жилами льда, плащевидно залегающий на обширных участках, неоднородный по составу, мощности и генезису. Происхождение ледяного комплекса криогенно-эоловое, в связи с тем, что ледяные жилы являются сингенетичными, т.е. сформировавшимися одновременно с вмещающими породами. Комплекс прорывают термокарстовые котловины и участки с отсутствием жильного льда. Территория распространения комплекса представляет собой огромный полумесяц, направленный выпуклостью на восток, повторяющий большой дугообразный разворот долины р. Лена в среднем ее течении [4, 5]. При проведении изысканий, особенно под линейные сооружения, на данной территории комплекс является серьезнейшей проблемой и знание методик исследования состава и свойств мерзлых грунтов весьма актуально.

Целью данной работы является изучение методик исследования мерзлых грунтов и подземных льдов при инженерно-геологических изысканиях. Задачей является подбор и систематизация данных изучающих распространение, состава и свойств пластовых льдов, а также составление схемы-программы их исследования с подбором методик определения состава и свойств грунтов.

В административном отношении объект исследований находится на территории Мегино-Кангаласского улуса с рядом п. Майя Республики Саха (Якутия). В геоморфологическом отношении Мегино-Кангаласский улус расположен в пределах эрозионно-аккумулятивной равнины Центрально-Якутской низменности, характеризующейся обилием аласов. Абсолютные высотные отметки колеблются от 144 до 160 м [4], типичный разрез приведен на рис.1. Особое внимание уделяется на многолетнемерзлым породам, слагающим»ледовый комплекс». Основные характеристики комплекса: сплошное в плане и непрерывное в разрезе распространение ММП при общей мощности 140-300 м; возможное наличие сквозных таликов только под крупными термокарстовыми озерами; максимальная льдонасыщенность в верхней части разреза (от 7-8 до 10-12м по мощности). Общая льдистость от 0,23-0,98 и более; мощность слоя годовых колебаний температуры 18-20

м; мощность сезонно-талого слоя в зависимости от состава, влажности, наличия и вида почвенного покрова, экспозиции составляет 1,6-3,5м. Глубина залегания льда составляет 6,2 – 17 м, мощность 10 м и более. Скважины до глубины 15-17 м подстилающие лед грунты не вскрыли [4].

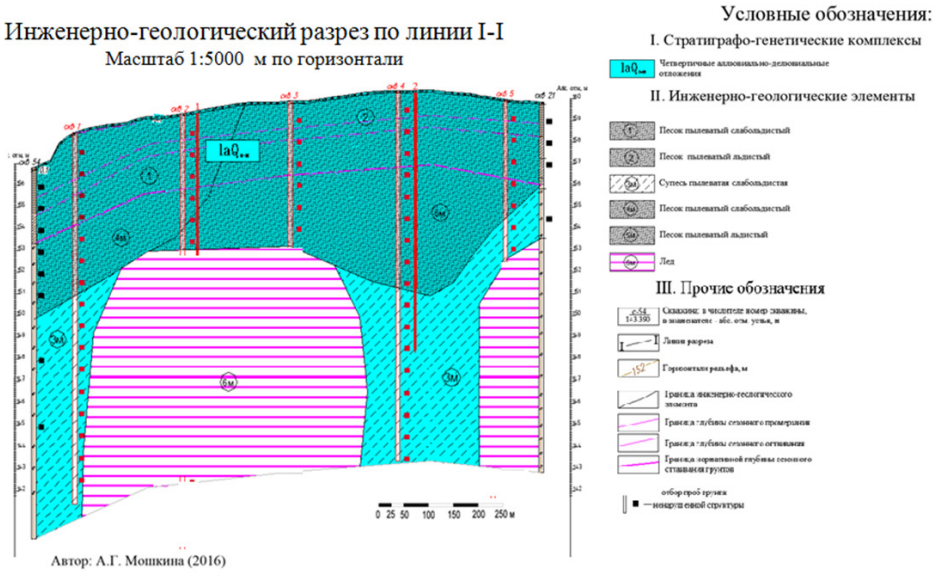


Рис. 1. Типичный инженерно-геологический разрез территории ледового комплекса

В данной работе предложена программа исследования льдов для целей инженерно-геологических изыскания на примере грунтов «ледового комплекса». Основные методы исследования ледяных комплексов проводятся согласно требованиям СП 25.13330.2011 [6] и СП 11-105-97 часть 4 [7], Проблема осложняется чувствительностью льдов к изменению температур. Мерзлотные условия наиболее чутко и быстро реагируют на нарушения естественного покрова, а с изменениями геокриологических условий нарушаются все последующие компоненты, что приводит к негативным последствиям. На льдистых отложениях нарушения мохо-торфяного покрова увеличивают глубину сезонно-талого слоя и приводят к развитию термокарстовых просадок. При расчистке снега на малольдистых отложениях или его уплотнении происходит резкое понижение среднегодовых температур грунтов, амплитуды годовых колебаний температур на поверхности возрастают, это ведет к уменьшению глубины сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород и новообразованию мерзлых пород на таликах. На межаласных агроландшафтах Центральной Якутии при современном потеплении климата и сельскохозяйственном земле пользовании (расчистка леса, удаление напочвенного покрова, распашка и т. д.) в период с 1989 по 2007 г. выявлены экстремальные изменения параметров верхнего горизонта пород ледового комплекса – оттаивание ММП на 0,5–3,7 м при повышении их среднегодовой температуры на 1–2 °С [4].При проектировании оснований и фундаментов на сильнольдистых многолетнемерзлых грунтах и подземных льдах следует предусматривать использование таких грунтов в качестве основания, как правило, по принципу I: для определения несущей способности и деформации основания необходимы определения следующих характеристик: сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом R_{af}; модуля деформации, для расчета осадки основания подземных льдов необходимо определять характеристики: коэффициент вязкости мерзлого грунта η; предел текучести мерзлого грунта σ_L, которые определяются при испытаниях образцов мерзлого грунта на одноосное сжатие[8].

Литература

1. Осокин А.Б. Инженерные изыскания: научная статья «Развитие опасных экзогенных процессов на территории Бобаненковского месторождения» 4.2014 – 84 с.
2. Хомутов А.В., Лейбман М.О., Андреева М.В. Вестник Тюменского государственного университета: научная статья «Методика картографирования пластовых льдов центрального Ямала» 7.2012 – 84 с.
3. Стрелецкая И.Д., Каневский М.З., Васильев А.А. Криосфера Земли: научная статья «Пластовые льды в дислоцированных четвертичных отложениях Западного Ямала» 2.2006 – 76 с.
4. Отчет на тему: «Расширение ПС 220 кВ Майя». Шифр 283-ИИ. «Нерюнгристройизыскания» 2014 г.
5. Гидрогеология СССР. Том XX. Якутская ССР, – М., «Недра», 1971. – 514 с.
6. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть IV). Правила производства работ в районе распространения многолетнемерзлых грунтов.
8. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

ОБРАБОТКА ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSDIMAT (НА ПРИМЕРЕ ОТКАЧКИ ИЗ СКВАЖИНЫ 1Г НА ОЛХИНСКОМ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД)

А.В. Белобородова, Нгуен Тхэ Куагн, А.И. Попова, А.С. Серебрякова
Научный руководитель ассистент Л.И. Аузина
Национальный исследовательский Иркутскийполитехнический университет, г. Иркутск, Россия

Разведка прибайкальских месторождений минеральных вод Сибири происходила в середине 20 в. во время таких активных строек, как БАМ, каскад ГЭС на Ангаре.

Гидрогеологи обнаружили в разных местах вокруг озера Байкал месторождения подземных вод, состав которых менялся от одного источника к другому, от обычных питьевых вод до минеральных лечебных.

Один из примеров- это Олхинское месторождение подземных вод с минеральной водой «Иркутская», которая за многие годы стала своеобразным брендом нашего региона наравне с байкальской нерпой и омулем.

Иркутская область охватывает три артезианских бассейна Сибирской платформы. Олхинское месторождение находится в пределах одного из них - Ангаро-Ленского, расположенного на Южном выступе Сибирской платформы.

Месторождение приурочено к водоносному комплексу юрских отложений, представленных песчаниками разнозернистыми слабопористыми с прослоями алевролитов слюдистых с включениями углистого материала, породы слаботрещиноватые. Первая скважина была пробурена в с.Олха Шелеховского района. Ее глубина 352м [4].

Одним из наиболее мощных объектов Олхинского месторождения является скважина 1Г, на базе которой работает Иркутский завод розлива минеральных вод (рис.1). Запасы воды сосредоточены на глубине более 350 м. С других объектов подземные воды поступают на завод в специально оборудованных цистернах.

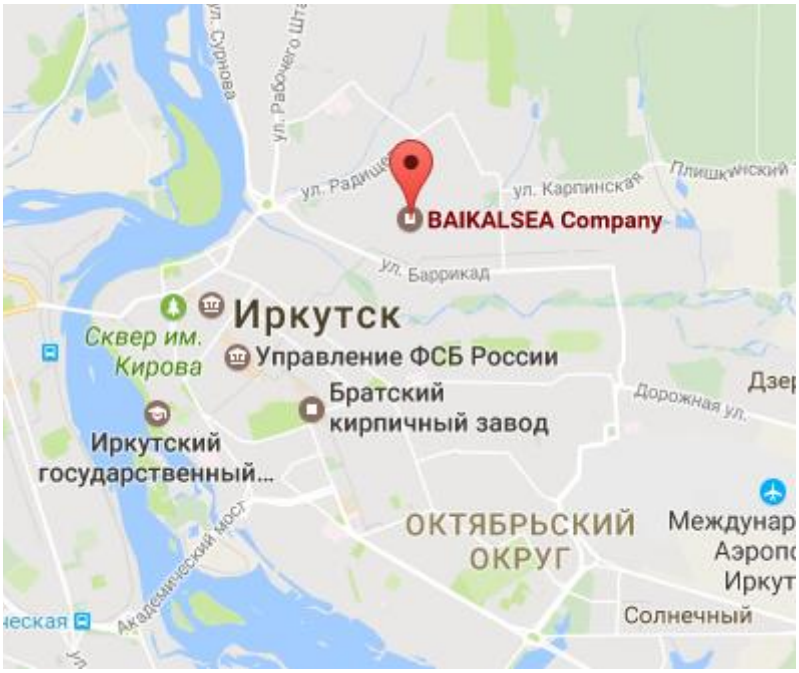


Рис.1. Обзорная карта

На территории завода расположены две скважины. Скважина 1Г предназначена для добычи минеральных вод, имеющих напорный характер и приуроченных к терригенным отложениям нижнеюрского возраста верхнечеремховской подсвиты. Состав воды хлоридно-сульфатный натриевый и сульфатно-хлоридный-кальциево-магниевый с присутствием запаха сероводорода.

Скважина 2Р предназначена для хозяйственно-питьевого водоснабжения, подземные воды приурочены к среднеюрским терригенным отложениям присаянской подсвиты и имеют безнапорный характер.

В рамках исследовательских студенческих работ 9 ноября 2016г., была проведена пробная откачка из скважины 1Г, ее длительность составила 60 минут, время восстановления уровня 10 минут. Во время откачки замерены уровни воды в процессе понижения и восстановления, дебит скважины, составивший 83 $м^3$/сут, а также температура, достигающая 8ºС. В результате был составлен журнал откачки, который включает в себя время, статический и динамический уровни, понижение, восстановление и дебит

Обработка материалов выполнена в следующей последовательности:

1. Оформлены материалы по скважине 1Г (рис.2);

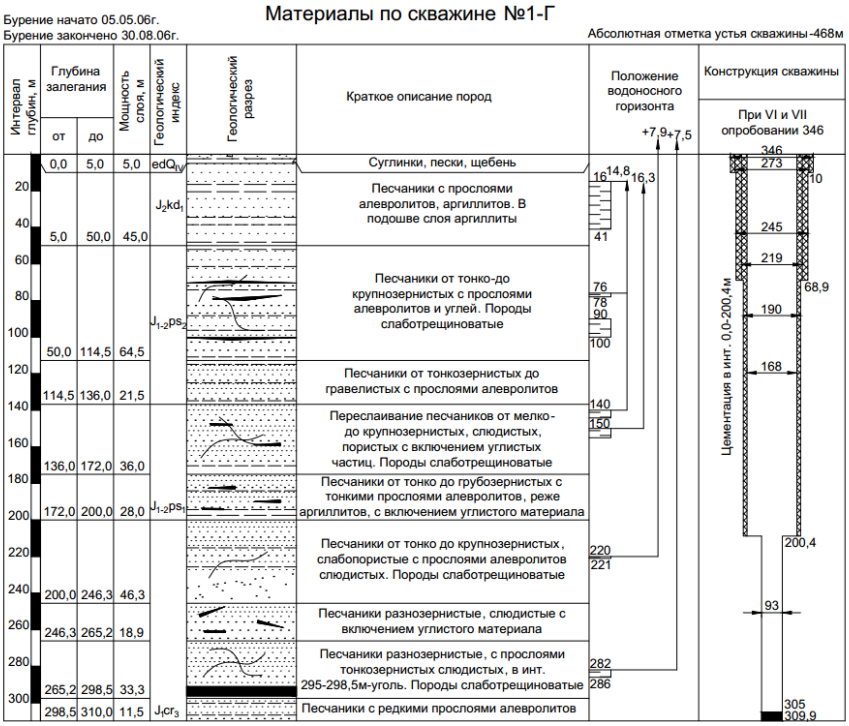


Рис.2. Материалы по скважине 1Г

2. Составлена таблица химического состава подземных вод по результатам ранее проведенного лабораторного исследования;

3. Произведена обработка замеров понижения и восстановления уровня воды в программном комплексе ANSDIMAT и определены основные фильтрационные параметры: коэффициенты водопроводимости (T) и пьезопроводности (a*);

4. Определены фильтрационные параметры продуктивного водоносного горизонта аналитическим путем по формуле Дюпюи и графоаналитическим методом Джейкоба [1];

5. Сделан анализ полученных результатов расчетов и сопоставлены значения параметров, полученных различными методами;

6. Составлен лист откачки (рис.3).

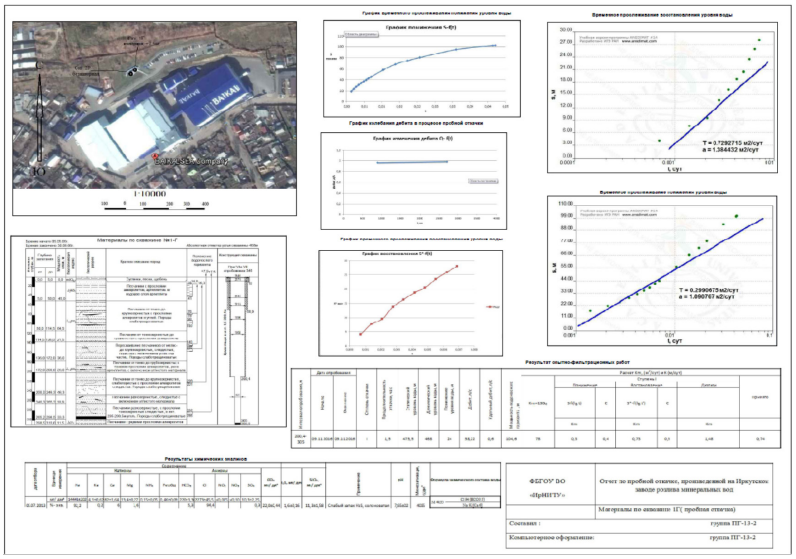


Рис.3. Лист откачки

Первоначальный расчет сделан по формуле T=130q,

где q – удельный дебит, л/с.

Последующие расчёты проведены в программе Excel методом Джейкоба, после чего работа проводилась в программном комплексе ANSDIMAT, который предназначен для обработки данных опытно-фильтрационных опробований различными методами практически по всем распространенным в гидрогеологической практике типовым схемам. ANSDIMAT позволяет определить такие параметры пласта как коэффициент фильтрации (k), коэффициент водопроводимости пласта (T), коэффициент уровне- и пьезопроводности (a и a*) и другие.

Для обработки и построения графиков понижения использовался метод Джейкоба, способ временного прослеживания. Оценка параметров по восстановлению уровня производилась методом Хорнера.

Полученные результаты сведены в единую таблицу (табл.1).

Таблица1

Результаты обработки опытно-фильтрационных работ различными методами.

Метод расчетов	**ANSDIMAT**		**Excel "Метод Джейкоба"**	**T=130q**	**Формула Дюпюи**
Параметры	Временное прослеживание	Метод Хорнера			
T,м^2/сут	0,299	0,73	1,48	78	5,82
a*,м^2/сут	1,09	1,38	1,96		

Анализ результатов расчетов позволил сделать следующие выводы:

1. Значения к-та водопроводимости, полученные в программном комплексе ANSDIMAT, в программе Excel и по формуле Дюпюи, близки. В качестве конечного рекомендуется использовать осредненное значение или значение, полученное при обработке в ANSDIMAT, поскольку это сокращает временные и трудовые затраты, особенно при большом количестве опытно-фильтрационных работ.
2. Прикидочные расчеты, полученные по формуле T=130q, не следует использовать при обработке кратковременных опытов, во время которых не достигнута стабилизация уровенного режима.
3. Коэффициент пьезопроводности составил 1.24м^2/сут При рекомендуемом значении 10^5 м2/сут [2], как и отмечается многими исследователями [3], по кратковременной пробной откачке определить невозможно, поскольку эта характеристика скорости распространения воронки депрессии, которая не успевает сформироваться за время проведения откачки.

Литература

1. Аузина Л.И., А.Ю. Чернов динамика подземных вод Иркутск 2004г.
2. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчётов Недра, Москва, 1965 г.
3. Бочевер Ф.М. Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонизительных установок, государственное издательство литературы по строительству, Москва, 1963 г.
4. Соколов А.А. Глава 23. Восточная Сибирь // Гидрография, СССР, 1954 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ДЕПРЕССИОННЫХ КРИВЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИМ РЕШЕНИЕМ И МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К.В. Белов, Н.С. Горбатенко, А.Д. Пономарев

Научный руководитель доцент К.В. Белов

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ, Москва, Россия

При решении народно-хозяйственных проблем, связанных с подземными и поверхностными водами широко применяются методы моделирования. Под гидрогеологическим моделированием понимают искусственное воспроизведение на различных моделях процессов фильтрации подземных вод и связанных с ними явлений, для эффективного решения различных гидрогеологических задач [1, 2, 3, 7]. Среди способов моделирования наиболее известными являются моделирование на фильтрационных лотках (физическое моделирование) [2, 4, 5], математическое моделирование методом электрогидродинамической аналогии (ЭГДА) [1, 2] и численное компьютерное моделирование [7]. Целью работы является сопоставление депрессионных кривых, полученных аналитическим решением и методами физического и математического моделирования (ЭГДА).

Фильтрационный лоток (ФЛ) впервые сконструирован Ф. Форхгеймером в 1898 году. Авторами настоящей работы сконструирован лоток длинной 1,2 м, высотой 0,6 м и шириной 0,2 м. Лоток имеет три отсека, разделенных мелкоячеистой металлической сеткой. Два крайних отсека (длина каждого 0,1 метра) служат для задания граничных условий. В центральный отсек (длиной один метр) засыпан речной песок. В передней стенке лотка установлены пьезометры для измерения напора по пути движения потока воды (55 штук). Пьезометры представляют собой прозрачные трубки из ПВХ диаметром 5 мм. Крайние ряды пьезометров установлены практически на границе с сеткой (в 4 см от нее).

На ФЛ моделировался междуречный массив без инфильтрационного питания с совершенными врезами рек. Уровень воды в крайнем левом отсеке поддерживался постоянным на отметке 0,41 м, на правой границе уровень задавался на отметках 0,35, 0,30 и 0,25 м соответственно. Показания напоров снимались спустя один час после начала опыта.

Для построения теоретической депрессионной кривой использовалось уравнение Дюпюи [4, 5]. В основу его положены следующие предпосылки: 1) водоносный горизонт безнапорный; 2) водоупор (основание лотка) горизонтально; 3) инфильтрационное питание отсутствует; 4) водоносные породы (засыпка) однородны по фильтрационным свойствам. Уровень воды Н, расположенный на расстоянии *a* от правой границы между двумя известными уровнями (H_1 и H_2, соответственно уровень на левой и правой границах, *L*- расстояние между ними) находится по уравнению Дюпюи:

$$H = \sqrt{\frac{a \cdot (H_1^2 - H_2^2)}{L} + H_2^2} \quad (1)$$

В 70-ых годах получил широкое распространение метод электрогидродинамической аналогии (ЭГДА), основанный на физическом подобии законов Ома и Дарси. Этот метод предложен академиком Н.Н. Павловским для исследования фильтрации подземных вод (ПВ) под гидротехническими сооружениями в 1918 году [1, 2, 3, 4, 5].

Дифференциальные уравнения, описывающие закон фильтрации и закон Ома выглядят следующим образом:

$\frac{d^2H}{dx^2} + \frac{d^2H}{dy^2} = 0$ - закон фильтрации; $\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0$ - закон Ома (*H* - напор, м, *U*- напряжение, В).

Как видно, уравнения, выражающие закон Дарси и закон Ома, аналогичны.

Исследуя процесс фильтрации воды на фильтрационном лотке, зафиксированы следующие значения напоров (Таблица 1).

Таблица 1

Фактические показания пьезометров

	Величина напора, см											Н, см
	40,4	**39,8**	**39,2**	**38,7**	**38,1**	**37,7**	**37,1**	**36,6**	**36,4**	**35,7**	**35,2**	
	40,3	39,8	39,2	38,8	38,1	37,7	37,3	36,6	36,4	35,7	35,2	35
	40,2	39,8	39,2	38,7	38,1	37,7	37,2	36,7	36,4	35,8	35,2	
	41,0	**39,4**	**38,7**	**37,5**	**36,4**	**35,9**	**34,5**	**33,3**	**32,5**	**31,2**	**30,3**	
Н=41 см	41,0	39,5	38,7	37,5	36,4	35,8	34,4	33,3	32,4	31,0	30,3	30
	40,5	39,5	38,7	37,5	36,4	35,5	34,3	33,0	32,0	31,0	30,0	
	39,8	**38,7**	**37,2**	**36,1**	**35,0**	**33,6**	**32,2**	**30,8**	**29,2**	**-**	**-**	
	39,7	38,9	37,2	36,3	35,0	33,6	32,2	30,8	29,1	**27,3**	**26,0**	25
	39,6	40,0	37,2	36,2	35,0	33,6	32,0	30,8	29,1	27,2	26,0	
		длина пути фильтрации, см										
0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	96	100

По формуле (1) рассчитаны теоретические уровни. Результаты расчета представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Теоретические уровни депрессионной кривой, вычисленные по формуле (1)

Н, см	Значения уровней, м											Н, см
	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	35
41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32	0,31	0,31	30
	0,40	0,40	0,38	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29	0,27	0,26	25
Длина пути фильтрации (L), см												
0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	96	100

Методом ЭГДА решалась профильная задача по нахождению депрессионной кривой и нахождению линий равного напора. Для решения задачи в масштабе на электропроводной бумаге вырезалась модель лотка и задавались граничные условия (уровни). Затем, по методике изложенной в [1], подбиралась депрессионная кривая. В результате решения задачи авторами работы получено три модели (для уровней на правой границе 0,35, 0,30 и 0,25 м). Так как модель представляет собой вырезанный фрагмент электропроводной бумаги без численных значений уровня, эти фрагменты были отсканированы и затем оцифрованы. Результаты решения задачи по нахождению депрессионной кривой методом ЭГДА представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Значения уровней, полученные в результате решения задачи методом ЭГДА

H, см	Значения уровней, м											H, см
41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36	35
	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	30
	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30	0,28	0,27	25
Длина пути фильтрации (L), см												
0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	96	100

Для анализа формы фактической депрессионной кривой использовались показания верхних пьезометров (в таблице 1 выделены жирным шрифтом).

Анализируя результаты работы можно сделать следующие выводы.

1. При исследовании фильтрации на лотке ниже расположенные пьезометры практически всегда фиксируют более низкие уровни, чем верхние (Таблица 1). При незначительном перепаде разница в показаниях нижнего и верхнего пьезометров практически нет. Этот факт согласуется с теоретическим положением: чем больше угол наклона депрессионной кривой, тем больше линии равных напоров не соответствуют вертикальным сечениям.

2. При решении задачи на фильтрационном лотке построить «правильную» гидродинамическую сетку по показаниям пьезометров не представляется возможным. Некоторые пьезометры имеют погрешность в измерениях около 1-2 мм. Эта погрешность связана с техническими особенностями лотка. Для правильного построения необходима корректировка значений.

3. Анализируя данные в таблицах 1, 2 и 3 можно отметить высокую сходимость результатов (ошибка до 1 см). Однако уровни, построенные по результатам решения по методу ЭГДА, всегда находится несколько выше вычисленных теоретических, а фактические кривые, зафиксированные на фильтрационном лотке, находятся либо ниже, либо совпадают с ними.

4. При решении задачи на фильтрационном лотке при максимальном напорном градиенте возрастают отклонения от теоретического распределения. Это может быть связано как с техническими особенностями, так и с зоной капиллярной каймы, мощность которой, в таком случае, становится также максимальной.

Литература

1. Вевиоровская М.А., Кравченко И.П., Румянцев С.А. Метод гидравлических аналогий В.С. Лукьянова и метод электрогидродинамических аналогий Н.Н. Павловского применительно к фильтрационным расчетам. Москва, Издательство Московского Университета, 1962.
2. Жернов И.Е., Павловец И.Н. Моделирование фильтрационных процессов. Киев, «Виша школа», 1976.
3. Жернов И.Е., Шестаков В.М, Моделирование фильтрации подземных вод, Москва, «Недра», 1971.
4. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод. Часть 2 (Теория движения подземных вод в водоносных пластах), Москва-Ленинград, Научно техническое издательство НКТП СССР Главная редакция геологоразведочной и геодезической литературы, 1935.
5. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод. Второе переработанное и дополненное издание. Государственное издательство геологической литературы комитета по делам геологии при СНК СССР., Москва, 1943.
6. Климентов П.П. Сборник задач по динамике подземных вод, Москва, Государственное издательство геологической литературы, 1951.
7. Лукнер Л. , Шестаков В. М. Моделирование геофильтрации, Москва, «Недра», 1976.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗЫСКАНИЙ НА ШЕЛЬФЕ

К.В. Богрова

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск Россия

В начале XXI века остро возникла проблема – большинство доступных и наиболее легко добываемых запасов нефти начинают истощаться. В этих условиях актуальным становятся поиски новых месторождения. Сейчас для добычи нефти наиболее популярным объектом являются морские месторождения. Данная сфера исследований стимулируется огромными финансовыми инвестициями во всем мире.

При разработке морских месторождений возникает масса различных факторов, затрудняющих добычу природных углеводородов, а значит от этого зависит и эффективность всего проекта. Для того, чтобы затруднений не возникало, необходимо знать различные показатели, которые характеризуют морскую местность. Проблема заключается в том, что неоднородность пласта по проницаемости приводит к образованию таких участков, из которых нефть практически не вытесняется. Данные условия приводят к низкой нефтеотдачи, что делает добычу нефти нерентабельной. Значимость определения проницаемости горных пород заключается в том, чтобы найти наиболее благоприятное местоположения для добычи нефти и газа.

Проницаемость – это способность горных пород фильтровать сквозь себя флюиды при наличии перепада давления. Данное понятие используется на стадиях разведки и разработки нефтяных месторождений и является важной характеристикой для дальнейшего развития исследований, связанных с морскими месторождениями. Проницаемость помогает узнать способность пород-коллекторов пропускать через себя флюид.

Для определения проницаемости используются различные методы:

- по керновым штуфам или цельному керну,
- по показаниям каротажных зондов,
- по неустановившимся режимам давлений пластоиспытателя на каротажном кабели,
- по неустановившимся режимам давлений, записанным во время опробования скважины либо через бурильную трубу, либо через эксплуатационную колонну.

Методы определения показателя проницаемости имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Использование нескольких методов помогает улучшить результаты исследования [1].

Цель данной работы заключается в изучении и анализе различных методов определения проницаемости горных пород при условии, что месторождение является морским. Далее будут рассмотрены и проанализированы пять методик определения проницаемости: проницаемость по керновым штуфам, проницаемость цельного керна, измерение проницаемости по данным каротажа, метод исследования режимов давлений и опробование скважины.

Проницаемость по керновым штуфам, как правило, измеряется вдоль оси штуфа. Чаще всего именно таким способом данная проницаемость классифицируется как горизонтальная. Причина названия горизонтальной проницаемости заключается в том, что керновые штуфы берутся из цельного керна путем высверливания параллельно плоскости напластования. Также бывает, что вырубаются вдоль оси цельного керна. Такая проницаемость является вертикальной. Определение проницаемости данным путем соответствует матричной проницаемости. Данное понятие расшифровывается, как свойство породы пропускать флюид через поры и поровые каналы между зернами. Метод является неточным и даже противопоказан для определения проницаемости в кавернозных породах, для всех остальных пород метод работает в целом положительно.

Проницаемость цельного керна. Аналогично методу определения проницаемости по керновым штуфам, можно определить проницаемость эффективную вертикальную и горизонтальную. Они абсолютно эквиваленты. Явным плюсом является то, что образцы пород могут принадлежать кавернозным зонам.

Измерения проницаемости по данным каротажа. Используемый метод позволяет определить только общую матричную проницаемость, т.е. более точные результаты открытости трещин, их размеры и горизонтальную протяженность с достаточной точностью определить невозможно. Далее можно только попробовать проанализировать полученные данные и построить алгоритм. Обычно проницаемость сравнивают с определенным свойством породы, например, с пористостью. Расчет таких данных ведется вручную. Или есть альтернатива. С помощью высокоскоростного компьютера можно определить наилучший набор коэффициентов, проанализировав матрицу.

Исследования режимов давления. Проницаемость, определенная этим путем, является общей горизонтальной проницаемостью интервала опробования. Опробование скважины ведется при неустановившемся режиме. При этом можно использовать прибор на каротажном кабеле, либо опробование скважины ведется пластоиспытателем. Из-за короткого пластоиспытателя, показания давлений соответствуют цилиндрическому потоку флюида.

Опробование скважины. Если испытание ведется через перфорационные отверстия обсадной колонны, то оно будет считаться эксплуатационным. Участок перфорированной породы является интервалом испытания и проницаемость будет определена в таком случае как общая горизонтальная. От различных условий будет зависит то, какая проницаемость определяется в том или ином случае. Первый случай заключается в том, что если существуют наличие барьеров проницаемости в интервале испытания, то определяемая проницаемость является общей горизонтальной. Второй случай – присутствуют высокопроницаемые интервалов вне интервала опробования, определяется общая проницаемость интервала. И последний случай, это важность достаточно

продолжительного испытания, в данном случае получим общую проницаемость всего участка. Также ко всему прочему в дополнении измеряют давление интервала для определения общей вертикальной проницаемости [2].

Итак, у каждого способа есть как свои плюсы, так и минусы. Определяя ту или иной проницаемость нужно знать определенные характеристики пород. Так допустим, если измерять по керну или по данным каротажа, то наличие трещин и микротрещин невозможно определить. Это объясняется тем, что большинство каротажных зондов не реагируют на трещины. При наличии трещин необходимо будет использовать скажинный прибор с микросканером пласта. Но в отдельных случаях даже этот метод может не сработать и тогда можно попробовать определить микротрещины по кривым микросканера пласта при сравнении показаний микросопротивлений. Также важно заметить, что открытые трещины имеют малое удельное сопротивление и темную окраску. А у закрытых трещин окраска светлая и большое удельное электрическое сопротивление.

При анализе всех вышеперечисленных методов, самым эффективным и полноценным будет вариант отбора керна. Далее для подтверждения этих данных можно применить метод определения проницаемости по данным каротажа, что тоже является немаловажным.

Как показывает практика, освоение морских месторождений является затратным, но результат превосходит всё ожидания. Прибыли от продаж нефти и газа перекрывают расходы практически в 4 раза. Именно поэтому всё больше развивается данная тематика, создается специализированное оборудование, готовятся кадры для работы и т.п. Также не менее важным является изучение условии месторождения, особую роль для которых определяет проницаемость горных пород.

Литература

1. Серебрякова О.А. Методы морских геологических исследований: учебник / О. А. Серебрякова – Москва : Инфра-М, 2016 - 244 с.
2. Серебряков А.О. Синергия геологоразведочных технологий исследования природных ресурсов морских акваторий: монография / А. О. Серебряков - Москва : КноРус, 2016 - 228 с.

РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УЧАСТКА ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ (УДАЧНИНИСКИЙ ГОК, РЕСПУБЛИКА ЯКУТИЯ)

Д.И. Васильев, А.Е. Поскотинов
Научный руководитель профессор Е.М. Дутова, доцент Кузеванов К.И.
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Алмазодобывающие предприятия Западной Якутии при эксплуатации месторождений открытым и подземным способом ежедневно сталкиваются с проблемой утилизации дренажных вод, представленных в основном крепкими рассолами. Сброс этих стоков по традиционной схеме в поверхностные водные объекты крайне нежелателен в силу естественных ограничений, связанных как с весьма высокой минерализацией подземных вод, так и с низкими расходами речной сети.

В условиях ограниченной способности гидрографической сети к приему дренажных вод природные подземные резервуары, приобретают в последние годы чрезвычайно широкую значимость. Это обусловлено развитием добывающей промышленности. Такие резервуары используются в качестве вместилищ разнообразных промышленных стоков, дренажных вод, а также отходов нефтяной и газовой промышленности. Для Сибирской платформы природные подземные резервуары характеризуются приуроченностью к верхним горизонтам криолитозоны. На алмазодобывающих предприятий Западной Якутии накапливается опыт использования для захоронения дренажных вод в силу высокой минерализации крепких рассолов.

Кимберлитовая алмазоносная трубка «Удачная» находится на правобережье р. Далдын в центральной части ее водосборного бассейна и по административному территориальному делению относится к Мирнинскому району Республики Саха (Якутия). Трубка была открыта в 1955 году В.Н. Щукиным. Начиная с 1971 года началась добыча кимберлитовой руды открытым способом. С ростом глубины карьера рентабельность открытого способа стала снижаться. В 2014 году был введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс подземного рудника «Удачный» и в настоящее время добыча руды ведется исключительно подземным способом.

Приток подземных вод состоит из общего водопритока в отработанные очистные выработки и дополнительного водопритока при нарезке капитальных горных выработок. С июля 2013 г утилизация шахтных дренажных вод подземного рудника осуществляется в полном объеме на участке «Левобережный», где приемником стоков служит толща многолетнемерзлых пород (ММП). Техническим регламентом предусмотрено использование 12-ти поглощающих скважин, образующих линейный ряд с шагом 250 м. Глубина скважин составляет 280 м с установкой фильтровой колонны в интервале от 200 до 280 м диаметром 108 мм. Инженерное обустройство полигона утилизации дренажных вод включает два магистральных водовода диаметром 325 мм и протяженностью 13,2 км, два накопительных резервуара по 850 м^3 каждый и распределительный водовод того же диаметра длиною 3 км для подключения поглощающих скважин к главной магистрали. Основное технологическое требование при эксплуатации полигона утилизации дренажных рассолов в толщу ММП сводится к сохранению безнапорного режима поглощающих скважин, обеспечивающий свободный налив.

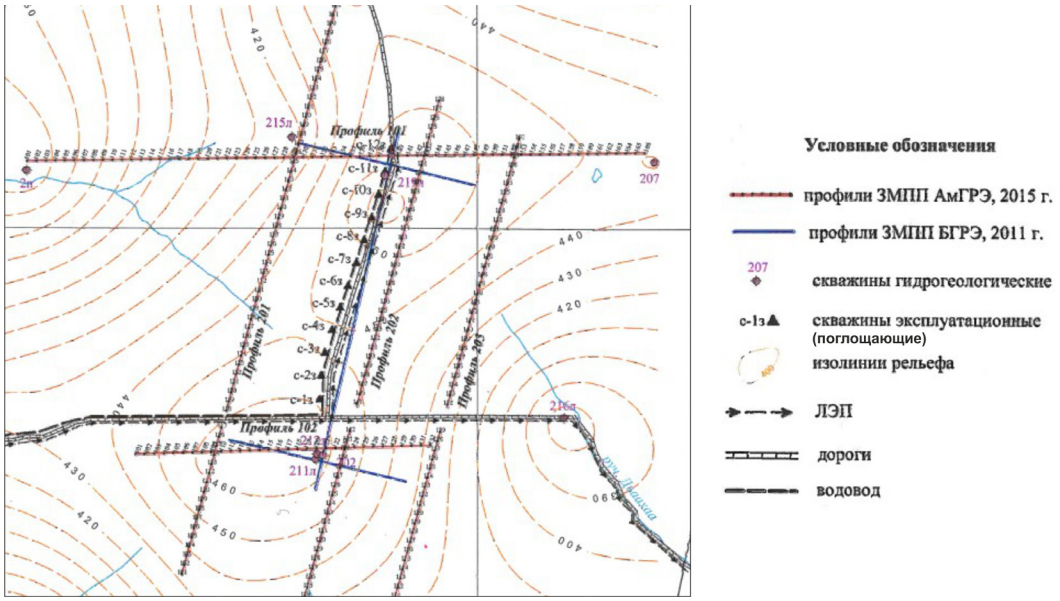


Рис. 1. Схема расположения гидрогеологических скважин на участке «Левобережный»

Кроме этого создана система мониторинга, состоящая из 23-х гидрогеологических скважин глубиной до 300 м, в т.ч. 14 скважин пройдено на стадии проведения геологоразведочных работ и 9 скважин по проекту обустройства узла закачки. В процессе эксплуатации полигона утилизации сотрудниками Мирнинской геологоразведочной экспедиции выполняется постоянный гидрогеоэкологический мониторинг. Программа систематических наблюдений включает замеры уровней подземных вод, термометрию, и опробование подземных вод по скважинам и отбор проб воды из поверхностных водных объектов.

Свободная расчётная ёмкость природного подземного резервуара оценивается диапазоном 11 – 13 млн. м^3, что в достаточной мере обеспечивает возможность захоронения дренажных рассолов с дебитами от 270 до 350 м^3/час в течение 4 - 5,5 лет. При этом расчётный радиус контура распространения рассолов достигает 4000 м, а максимальное расчётное повышение уровня при не должно превысить 40 м (абс. отм. +230м), что намного ниже допустимой отметки динамического уровня +290 м.

Расчеты по оценке ёмкости были проведены специалистами геологической службы Удачнинского горно-обогатительного комбината (УГОК) и Полярной партии Мирнинской геологоразведочной экспедиции (ПГРП МГРЭ).

Таблица 1

Объемы закачки дренажных вод на участке «Левобережный» за 2015 год

Объемы по поглощающим скважинам, тыс. м^3												
С-1з	С-2з	С-3з	С-4з	С-5з	С-6	С-7з	С-8з	С-9з	С-10з	С-11з	С-12з	Всего
247,2	247,1	148,2	252,7	267,9	169,4	343,7	351,7	242,5	282,5	376,9	387,9	3317,7

Однако в настоящее время при эксплуатации полигона захоронения дренажных во имеют место отклонения от проектных решений, которые могут в дальнейшем существенно сократить сроки эксплуатации участка. Так, дебиты закачки, в конце 2014 года были значительно выше предельных расчетных значений (до 500 м^3/час). В 2015 году ситуация с дебитами закачки несколько стабилизировалась, по данные режимных наблюдений, вынесенные нами на план участка закачки (рис. 2) показывают, что практически все поглощающие скважины (кроме скважины С-2з) работают с превышением допустимого уровня. На схеме этот участок аномально высоких уровней не имеет закраски, показано, что он локализуется в полосе поглощающих скважин и несколько смещён к востоку. Здесь запас допустимого повышения уровней полностью исчерпан. Превышение установленного предела достигает 30 м.

Анализ работы полигона захоронения дренажных стоков показывает, что визуализация результатов режимных наблюдений полезна для оперативного контроля режима работы поглощающих скважин. Во-первых, построение карт изолиний уровней подземных вод в условиях нарушенного гидродинамического режима в дежурном режиме показывает реакцию каждой поглощающей скважины на изменение расхода. Во-вторых, снижение уровней при уменьшении расхода дренажных рассолов не является мгновенным, а существенно «растянуто» во времени. В-третьих, опыт эксплуатации поглощающих скважин показывает, что резкое сокращение расхода

может вызывать перемерзание разводящего коллектора и не исключает возможности замерзанию рассолов в стволе скважин.

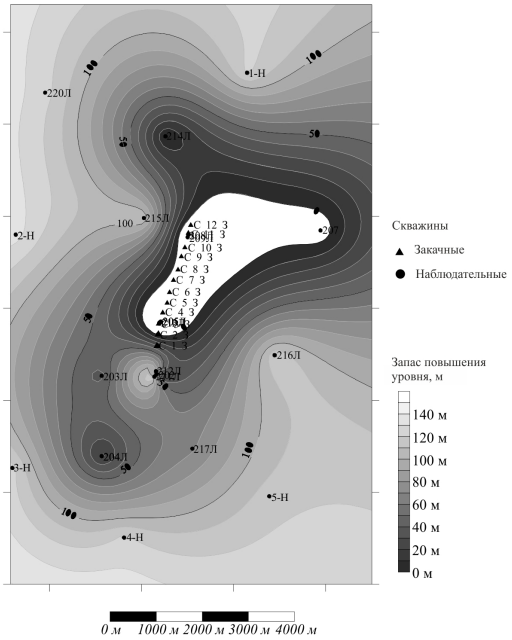


Рис. 2. Изолинии разницы отметок уровня подземных вод и предельно допустимой отметки его повышения (+290 м)(не имеет закраски зона превышения допустимого повышения уровня)

Таким образом, нормальная работа поглощающих скважин на полигоне утилизации практически невозможна без непрерывного контроля нарушенного гидродинамического режима подземных вод, который выступает важнейшим звеном обратной связи при управлении оптимальным режимом нагнетания, обеспечивающим эксплуатацию полигона при максимально возможной производительности на установленный проектом расчётный срок эксплуатации.

Литература

1. Дроздов, А. В. Захоронение дренажных рассолов в многолетнемерзлых породах (на примере криолитозоны Сибирской платформы). – Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. — 507 с.
2. Методические рекомендации по организации режимных гидрогеохимических наблюдений в горнорудных районах. – Белгород, ВИОГЕМ, 1981
3. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2009. – 314 с.
4. Дроздов А. В. Горно-геологические особенности глубоких горизонтов трубки Удачной // ГИАБ. 2011. №3

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКА К УГОЛЬНОМЕТАНОВЫМ СКВАЖИНАМ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА

А.Г. Гридасов
Научный руководитель: Кузеванов К.И.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Кузнецком бассейне развивается первый в России промысел по добыче метана из угольных пластов, неразгруженных от горного давления. Значимость данного вида добычи трудно переоценить как с точки зрения получения нового полезного ископаемого, так и в контексте снижения опасности ведения горных работ и уменьшения выбросов парникового газа метана в атмосферу.

Метан является спутником угленосных отложений, образуется на всех стадиях углефикации и прочно сорбируется пористой поверхностью угля при достаточном гидростатическом давлении подземных вод. После вскрытия угольных пластов горными выработками, которое сопровождается дренированием угленосных отложений, активируется процесс десорбции метана и газ мигрирует в область меньшего давления, то есть в горную выработку. На данном свойстве и основан метод скважинной добычи метана из неразгруженных пластов угля. Для этого газоносный угольный пласт вскрывают скважинами с земной поверхности и запускают откачку пластовых вод. В зоне влияния откачки формируется концентрическая область пониженного пластового давления с эпицентром в скважине – депрессионная воронка, она же является зоной десорбции. Газ, десорбируемый при снижении гидростатического давления, в растворённом состоянии мигрирует по градиенту давления и выделяется в той же скважине, из которой ведётся водоотбор. Таким образом, угольнометановая скважина в процессе эксплуатации извлекает на поверхность метан в свободном и растворённом виде, а также пластовые

воды. Добыче угольного метана сопутствует эксплуатационная откачка подземных вод. Этим обусловлена высокая значимость исследований гидрогеологических условий в районах угольнометанового промысла.

Мировой опыт промышленной добычи метана из угольных пластов насчитывает три десятилетия, в течение которых оптимизируются технологии вскрытия и освоения продуктивных пластов. Как показывает практика, универсальный подход в сфере планирования геологоразведочных работ не возможен, поскольку особенности дегазации угольных пластов определяются сочетанием факторов природных условий, которым присуща высокая региональная изменчивость. Поэтому освоению ресурсов угольного метана в каждом регионе предшествует комплекс прикладных и фундаментальных исследований. При изучении аспектов метанового промысла необходимо оценивать как газодинамические характеристики, так и параметры гидродинамического влияния нового объекта недропользования на природную среду и смежные сферы хозяйственной деятельности: шахтные поля, угольные разрезы, месторождения подземных вод.

В настоящее время в Кузецком бассейне угольный метан добывается на Талдинской и Нарыкско-Осташкинской площадях Ерунаковского района, ведётся подготовка к освоению ресурсов угольного метана в Тутуясском районе, расположенном близ южной границы бассейна. В этой связи нами проведена прогнозная оценка условий формирования водопритока к угольнометановым скважинам, результаты которой актуальны для обоснования полевых гидрогеологических исследований.

Целью настоящей работы является выявление гидродинамических особенностей эксплуатации угольнометановых скважин в природных условиях, характерных для южной провинции Кузнецкого бассейна. Соответственно этому решались следующие задачи:

- факторный анализ условий водообмена;
- разработка геофильтрационной схемы;
- имитационное моделирование работы углеметановой скважины;
- тестирование чувствительности модели к вариациям начальных условий;
- оценка гидродинамического влияния скважин.

Условия водообмена в районе обусловлены совокупным действием ряда природных факторов: климатических, ландшафтных, геологических и гидрогеологических, которые подробно рассмотрены в предшествующих работах [1, 2]. Техногенное влияние на подземные воды региона оказывает эксплуатация водозаборов подземных вод и дренажных систем угольных разрезов и шахт. Геофильтрационная схематизация основана на анализе факторов водообмена и включает в себя определение структурных элементов области фильтрации и их параметров, временных характеристик моделируемого процесса, а также начальных и граничных условий. Алгоритмика разработки геофильтрационной схемы, параметры граничных условий, перечень элементов области фильтрации и диапазон изменения их характеристик приводятся в работах [3, 4].

Моделирование осуществлялось с помощью вычислительного модуля MODFLOW в среде программного комплекса Groundwater Modeling System. Гидродинамические модели области формирования водопритока к угольнометановой скважине построены на основе геофильтрационной схематизации с учётом определяющих факторов природных условий. В ходе серии модельных экспериментов, путём последовательных приближений была получена оптимальная модель, которая при минимуме структурных элементов позволяет достаточно полно охарактеризовать гидродинамическое влияние водоотбора на напорное поле в толще угленосных пород. При целенаправленном управлении параметрами гидродинамической модели, проведено изучение закономерностей формирования нарушенного режима фильтрации в процессе скважинной добычи угольного метана. Результаты моделирования представлены картой напоров подземных вод в условиях нарушенного режима фильтрации.

Область фильтрации представлена ортогональной конечно-разностной сеткой с размерами ячеек 100×100 м. Эксплуатируемый угольный пласт мощностью 10 м задан с коэффициентом фильтрации 0,04 м/сут. Выше и нижележащие пласты имеют мощность по 500 м, что соответствует обобщённому разрезу угленосной толщи в зоне замедленного водообмена. Они обладают фильтрационной неоднородностью по проницаемости в плане и разрезе: вертикальный коэффициент фильтрации 0,001 м/сут, горизонтальный коэффициент фильтрации 0,01 м/сут. Таким образом, в строении модели отражен слоистый характер угленосной толщи, сложенной породами с широким диапазоном проницаемости. Внешний периметр модели задан граничными условиями I-го рода с постоянным напором, что служит имитацией отдалённых областей питания толщи. Горизонтальные границы модели заданы граничными условиями II-го рода с нулевым расходом, что обусловлено изолированным характером глубоко залегающих толщ. Расчёты произведены в стационарной постановке. Имитация водоотбора из толщи осуществлена при максимально возможном понижении уровня. Модель построена таким образом, чтобы контуры области фильтрации были отдалены от области влияния скважины на расстояние, исключающее их влияние на форму депрессионной воронки.

Результаты тестового моделирования показали, что гидродинамическое влияние локального водоотбора в зоне замедленного водообмена активнее распространяется по проницаемым пластам углей, чем в относительно водоупорных смежных породах. Таким образом, субгоризонтальное залегание угольных пластов обеспечивает распространение возмущения от угольнометановых скважин преимущественно по площади и, в меньшей степени, в разрезе. Понижение уровня пьезометрической поверхности в расчетном блоке с откачкой при максимальных нагрузках на скважину составляет 471 м (рис.), а по стволу скважины может существенно увеличиваться под влиянием её несовершенства. Имитация водоотбора с различной интенсивностью показывает, что при ограниченной мощности угольного пласта дебит скважины не может превышать 370 м^3/сут. На практике же, в силу технических и природных обстоятельств, стоит ожидать водоприток на порядок меньшей величины. Точные оценки величины водопритока возможны после проведения полевых гидрогеологических исследований.

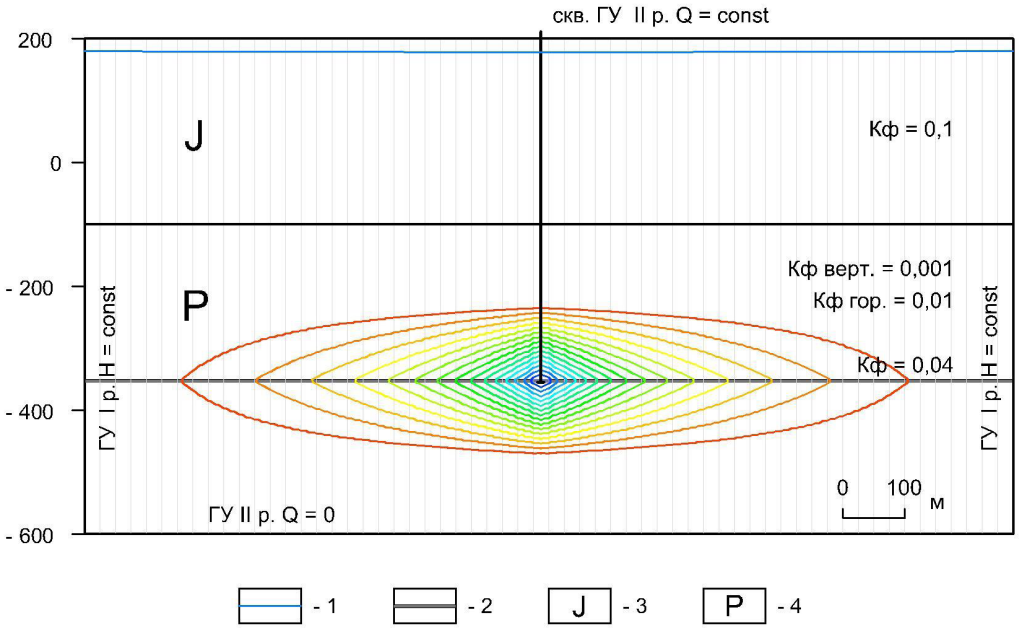


Рис. Модель гидродинамического влияния водоотбора из толщи угленосных пород в зоне замедленного водобмена. 1 – уровень подземных вод; 2 – угольный пласт; 3 – толща юрских отложений; 4 –угленостная толща пермских отложений

Анализ баланса моделей показал, что местное питание перспективной угленосной толщи незначительно, поэтому влияние водоотбора из глубоко залегающих горизонтов следует ожидать в области выхода дренируемых угольных пластов в зону активного водообмена, где может наблюдаться пропорциональное снижение объёма речного стока.

Характер влияния угольнометанового промысла на напорное гидродинамическое поле в районе газодобычи будет определяться схемой расположения скважин и режимом их эксплуатации. Структуру нарушенного потока определяет фильтрационная неоднородность разреза. Интенсивность водопритока напрямую зависит от проницаемости дренируемой толщи и влияния гидродинамических границ.

Литература

1. Гридасов А. Г. Результаты гидродинамических исследований структурной скважины № СР-15 на Чалтокском участке работ по поиску угольного метана (Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова / НИ ТПУ, Институт природных ресурсов. – Томск, 2014 г. – Т. 1. – [с. 442-444].
2. Гридасов А. Г. Гидрогеологические условия добычи угольного метана на примере перспективных площадей Южного Кузбасса // Трофимуковские чтения / СО РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – [с. 101-104].
3. Гридасов А. Г. Схематизация гидродинамических условий на месторождениях угольного метана в Кузнецком бассейне // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова / НИ ТПУ, Институт природных ресурсов. – Томск, 2016 г. – Т. 1. – [с. 537-539].
4. Кузеванов К. И. , Пургина Д. В. Оценка гидрогеологических условий проходки наклонного шахтного ствола с использованием ГИС-технологий (на примере угольного месторождения Кузбасса) // Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25-27 Сентября 2013. - Москва: Изд-во МИИ, 2013 - С. 47-49.

МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГУБКИНСКОГО ПРОМЫСЛА

А.А. Гудкова

Научные руководители старший преподаватель Ковяткина Л. А., ассистент Беспалова Ю.В.

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее время природная геологическая среда испытывает сильнейшее техногенное воздействие на севере Западной Сибири со стороны нефтегазового комплекса. Воздействие проявляется загрязнением подземных вод различными компонентами. Преимущественные пути проникновения загрязняющих веществ связаны с фильтрацией и инфильтрацией талых снеговых и дождевых вод, то есть сверху, и снизу - через негерметичное затрубное пространство глубоких скважин. В сложившейся ситуации **весьма актуальным** является вопрос о степени защищенности подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения.

Территория Губкинского нефтегазоконденсатного месторождения расположена в пределах Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ), в центральной криолитозоне, а многолетнемерзлые породы (ММП), как известно, являются идеальным водоупором, поэтому они могут рассматриваться как главный фактор защищенности пресных подземных вод как сверху, так и снизу.

В вертикальном разрезе ЗСМБ В.М.Матусевичем в 1987г. выделены самостоятельные наложенные гидрогеологические бассейны: кайнозойский, мезозойский и палеозойский. Весь разрез осадочного чехла сверху вниз разделен на гидрогеологические комплексы:

1) олигоцен-четвертичных отложений;
2) турон-эоценовых отложений;
3) апт-альб-сеноманских отложений;
4) валанжин-готерив-барремских (неокомских) отложений;
5) юрских отложений [6].

Олигоцен-четвертичный комплекс, заключающий запасы пресных подземных вод, на Губкинском промысле представлен двумя водоносными горизонтами: водоносным четвертичным и атлым-новомихайловским.

*Водоносный четвертичный горизонт (*Q). Характеризуемый горизонт приурочен к различным по возрасту и генезису четвертичным отложениям. На большей части территории преобладают разнозернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые пески и супеси.

В четвертичных отложениях залегают грунтовые воды. Воды залегают на глубинах от 2,7 м до 3,65 м. Дебиты скважин изменяются от 4,0 до 9,7 л/с при понижениях соответственно 14,7 -24,3 м. Поток грунтовых вод имеет северо-восточное направление. Данные воды хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Относятся преимущественно к категории ультрапресных (по В. И. Вернадскому) с минерализацией 0,01-0,02 г/л. Концентрации хлоридов изменялись в пределах 0,73-3,3 мг/л, натрия - 0,3 – 7,3 мг/л, магния - н/об – 27,3 мг/л, величина перманганатной окисляемости - 0,48-11,62 мг/л, железа- 0,24 – 183,8 мг/л. Формула солевого состава:

$$M_{0,09}\ \frac{HCO_3\ 46\ Cl\ 51\ SO_4 3}{(Na+K)\ 65\ Ca\ 23\ Mg\ 13}\ pH\ 7{,}9$$

Питание зависит от инфильтрации атмосферных осадков, а также от наличия связи с речными водами и нижележащим горизонтом.

Водоносный атлым-новомихайловский горизонт (P_3at+nm). Является основным продуктивным водоносным горизонтом и слагается песчано-суглинистыми отложениями. Воды горизонта напорные. Высота напора над кровлей изменяется от 34 до 55 м. Дебиты скважин изменяются от 3,3 до 8 л/с при понижениях соответственно 12,2 и 7 м. Удельные дебиты составляют 1,14 – 0,27 л/с/м. Динамические уровни напорных вод на водозаборе УКПГ (южный участок) изменялись от 1,1 м до 43,7 м, статические - от 1,25 м до 14 м.

Подземные воды атлым–новомихайловского водоносного горизонта хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, ультрапресные с минерализацией 0,03-0,05 г/л. Формула солевого состава:

$$M_{0,09}\ \frac{HCO_3\ 46\ Cl\ 51\ SO_4 3}{(Na+K)\ 65\ Ca\ 23\ Mg\ 13}\ pH\ 7{,}9$$

Содержание хлоридов 0,45 - 9 мг/л, кальция н/об - 3,2 мг/л. Величина перманганатной окисляемости изменялась от 0,3 до 5,5 мг/л (среднее 1,88 мг/л). Концентрации нормируемых компонентов химического состава подземных вод водоносного горизонта в большинстве своем не превосходили предельно допустимых уровней (по СанПиН 2.1.4.1074-01). Исключение составляют лишь суммарное железо и марганец. Содержание первого из них изменялось в широком диапазоне - от 0,14 до 67,25 мг/л при среднем значении 7,02 мг/л , второго - достигало 2,31 мг/л .

Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания из вышележащего четвертичного горизонта. О хорошей взаимосвязи комплекса с поверхностными режимообразующими факторами свидетельствуют синхронные изменения уровней в годовом цикле с четвертичным горизонтом, примерно одинаковые амплитуды изменения уровней.

Исследуемая территория расположена в подзоне мерзлых минеральных грунтов и торфяников центральной части геокриологической зоны. В восточной и северной частях карты распространены ММП сливающегося типа (рис 1). На остальной территории, в том числе в пределах техногенно опасных объектов распространены

преимущественно талые породы с отдельными островами ММП и «перелетками». Климатические условия последних лет стали нарушать общее криогенное равновесие северного ландшафта, растепляя многовековые толщи мерзлоты. Такое растепление горных пород, особенно в границах «перелетков», в летний период вызывает просадку дневной поверхности, а в зимний – пучения.

В таком ракурсе мы имеем дело с негативным влиянием ММП и «перелетков» на геологическую среду.

Позитивный эффект от образования «перелетков» можно проследить, оценив их защитную роль для подземных вод от поверхностных загрязнений.

Оценка природных условий защищённости подземных вод выполнена на основе сопоставления категорий защищенности, качественным и количественным методами [2]. Выполненные исследования показали, что образование «перелетков» способствует повышению степени защищенности, но незначительному до 1-3 баллов. Наличие мощных глинистых водоупоров предохраняет залегающие под ними напорные горизонты вод питьевого качества достаточно надежно с оценкой в баллах до 20. ММП, являясь идеальным водоупором, способствуют максимальной защите подземных вод от поверхностного загрязнения на оцениваемой территории. Такие участки оцениваются суммой баллов – 29 (рис).

Далее по данным режимных скважин выполнена количественная оценка защищённости грунтовых вод по формуле Бочевера [5], а именно по расчету времени проникновения поверхностных загрязнителей. Воды относятся ко II категории защищенности со временем прохождения зоны аэрации до 11-30 суток.

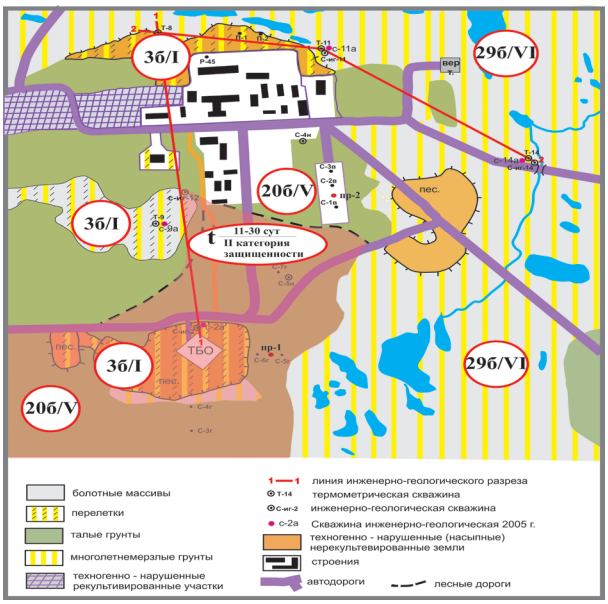


Рис. Схематическая карта мерзлотных условий с оценкой степени защищенности подземных вод

В дальнейшем рекомендуется провести оценку защищенности подземных вод с учетом взаимосвязи грунтовых и напорных вод. Для этого необходимо пробурить скважину на атлым-новомихайловский водоносный горизонт вблизи свалки ТБО (пр-1), и на грунтовые воды в пределах водозабора, с проведением опытно-фильтрационных работ (пр-2).

Акцентируя внимание на мерзлых породах, можно сделать вывод о том, что «перелетки» играют незначительную роль, а главным фактором защищенности подземных вод являются многолетнемерзлые породы.

Литература

1. Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России.- Метеорология и гидрология, 2002, № 6, с. 15-22.
2. Бешенцев В. А., Охрана подземных вод от загрязнения : учеб. пособие / Бешенцев В. А., Трофимова Н. С. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 48 с.
3. Бешенцев В.А. Подземные Воды ЯНАО. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2006, 149 с.
4. Водный кодекс Российской федерации №194-ФЗ от 30.12.2001г.
5. Гольдберг В. М., Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения [Текст] / В. М. Гольдберг. – М.: Недра, 1984. – 21 с.
6. Матусевич В. М., Ковяткина Л. А. Нефтегазовая гидрогеология: Учебное пособие. Ч.1. Теоретические основы нефтегазовой гидрогеологии. Ч.2 Нефтегазовая гидрогеология Западно-Сибирского мегабасейна – Тюмень: «Вектор Бук», 2010. – 216 с.
7. Отчеты о результатах экологического мониторинга на территории УКПГ Губкинского газового месторождения. ООО НПФ «Радан». – 2001-2016 гг.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПОДЗЕМНОМ ВОДОЗАБОРЕ ООО «САНАТОРИЙ СИНИЙ УТЕС»

Ю.А. Деева

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Подземный водозабор на территории лечебно-оздоровительного комплекса ООО «Санаторий Синий Утес» является единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения для объектов санатория и немногочисленных близкорасположенных жилых зданий. Водозабор в течение длительного времени эксплуатируется на неутвержденных запасах, поэтому ревизия надёжности обоснования действующих границ зон санитарной охраны с учетом расположения потенциальных источников загрязнения и перспективы дальнейшей работы водозабора является актуальной задачей.

Исходными материалами исследований являются данные проекта организации зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборных скважин хозяйственно-питьевого водоснабжения объектов ООО «Санаторий Синий Утес», выполненного ранее и материалы собственных наблюдений автора, собранные во время прохождения производственной практики.

В административно-территориальном отношении водозаборный участок находится в Томском районе на расстоянии 15 км к югу от административного центра г. Томска. Три водозаборные скважины, расположенные, на пойме р. Томи в 700 – 900 м к западу от территории ООО «Санаторий Синий Утес», эксплуатируют водоносную трещиноватую зону, связанную с верхней частью разреза платформенного фундамента, представленную отложениями каменноугольной системы. Запасы подземных вод в границах водозаборного участка ранее не оценивались.

Автономная централизованная система водоснабжения санатория кроме водозаборных скважин включает станцию водоподготовки, систему сборных водоводов и разводящей потребительской сети. Водозаборные скважины, пробуренные в 1969 г., размещены в сборных железобетонных павильонах, оборудованных аппаратурой автоматического управления и контроля, которая совместно с погружными насосами представляет собой станции первого подъема. Согласно данным регулярных опробований состава подземных вод, значения контролируемых показателей в пробах из всех эксплуатационных скважин не превышают действующие нормы предельно-допустимых концентраций.

Система водоотведения действует с 1982 г. Сточные воды по сборным коллекторам отводятся на канализационные очистные сооружения, где осуществляется их механическая, биологическая и химическая очистка. Затем они сбрасываются в пруд для доочистки биологическим методом, с помощью водной растительности. Состав сбрасываемых по каналу в соседнее озеро очищенных стоков контролируется собственной лабораторией комплекса очистных сооружений и сотрудниками комитета по охране окружающей среды.

Согласно современным схемам гидрогеологического районирования, описываемая территория находится на сочленении Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области и Западно-Сибирского артезианского бассейна. В рассматриваемом районе выделяются два гидрогеологических этажа.

Верхний гидрогеологический этаж, сложенный кайнозойскими рыхлыми полигенетическими отложениями, не имеет выдержанных водоносных горизонтов. Роль разделяющего гидрогеологические этажи горизонта играют образования глинистой коры выветривания. Однако в долинах рек и на отдельных участках водоразделов глины коры выветривания могут отсутствовать, что определяет возможность гидравлической связи между этажами. Водоносность нижнего гидрогеологического этажа определяется наличием зоны эпигенетической трещиноватости верхней части разреза нижнекаменноугольных отложений, представленных глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками. В зонах тектонических нарушений, часть зон дробления, в случае наличия открытой трещиноватости, также обводнены. Водовмещающими являются метаморфизованные терригенные, иногда карбонатизированные породы. Глубина залегания трещинных вод на водозаборном участке составляет около 11 м. Они обладают незначительным напором, величина которого на водоразделе увеличивается до нескольких десятков метров. Питание водоносной зоны площадное инфильтрационное, разгрузка вод происходит в долинах рек. В случае расположения водозабора вблизи реки, как в данном случае, частичное восполнение запасов подземных вод осуществляется за счет инфильтрации речных вод. Основное направление потока подземных вод – юго-западное, к долине р. Томи.

Анализ гидрогеодинамической и гидрологической обстановок в границах водозаборного участка при близости реки и низких динамических уровнях воды в эксплуатационных скважинах позволяет сделать вывод о наличии высокой степени вероятности подтока речных вод в зону влияния водозабора. Абсолютные отметки динамического уровня изменяются от 61 м в первой и второй скважинах до 40 м в третьей скважине при среднем меженном уровне воды в р. Томь 73,9 м,

Подтверждением этому выводу служит смешанный состав подземных вод, имеющий достаточно выраженные характерные черты как подземных, так и речных вод. Таким образом, водозабор эксплуатирует не только подземные воды, но и восполняет часть расхода за счет поверхностных вод р. Томи. Это требует регулярного контроля качества добываемой скважинами (возможно и речной) воды и наличия гибкой системы водоподготовки.

Таким образом, по геолого-гидрогеологическим условиям водозаборного участка, подземные воды эксплуатируемой водоносной зоны можно отнести к категории недостаточно защищенных. Санитарное состояние территории ЗСО удовлетворительное. Ближайшая эксплуатационная скважина расположена на расстоянии 700 м к западу от границы площади застройки ООО «Санаторий Синий Утес». Непосредственно на водозаборном участке промышленная, сельскохозяйственная или другая деятельность в настоящее время не осуществляется. Зона прибрежного пляжа в летний период используется для неорганизованного отдыха.

Пояса строгого режима водозаборных скважин имеют ограждение на расстоянии 30 м от скважин, что в силу слабой защищенности ЗСО подземных вод не соответствует нормативным требованиям [1]. Павильоны водозаборных скважин закрыты и находятся под охраной. Поверхность территории плоская, с незначительным уклоном на запад по направлению к руслу р. Томи. Растительность представлена луговыми травяными сообществами с редким кустарником, в основном ивой. Подъезд к скважинам осуществляется по грунтовым дорогам, чаще используемым для подъезда к реке отдыхающими. Особенностью водозабора является расположение двух скважин Т-1620 и Т-1627 в пределах водоохраной зоны р. Томи.

Второй пояс зоны санитарной охраны образует в плане форму близкую к треугольнику, включающего пояса строгих ограничений всех трех водозаборных скважин. Хозяйственная деятельность на территории организации этого защитного пояса не ведется. На этой территории преобладает травяная растительность, местами покрытая редким кустарником.

Большая часть территории третьего пояса ЗСО характеризуется аналогичными со вторым поясом санитарными условиями. В восточной его части находятся несколько садово-огородных участков с легкими деревянными строениями, старичное зарастающее пойменное озеро и грунтовые дороги, пересекающие пойму и часть коренного берега. Помимо произрастающей растительности указанной выше, на коренном берегу присутствуют колки леса. Восточная часть третьего пояса ЗСО, приуроченная к водоразделу и частично включающая застройку санатория, обладает высокими показателями естественной защищенности, соответствующими условиям защищенных подземных вод.

С целью оценки пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод участок водозабора был вынесен на топографическую основу, дополненную цифровой моделью рельефа для анализа регионального направления фильтрационного потока (рис.).

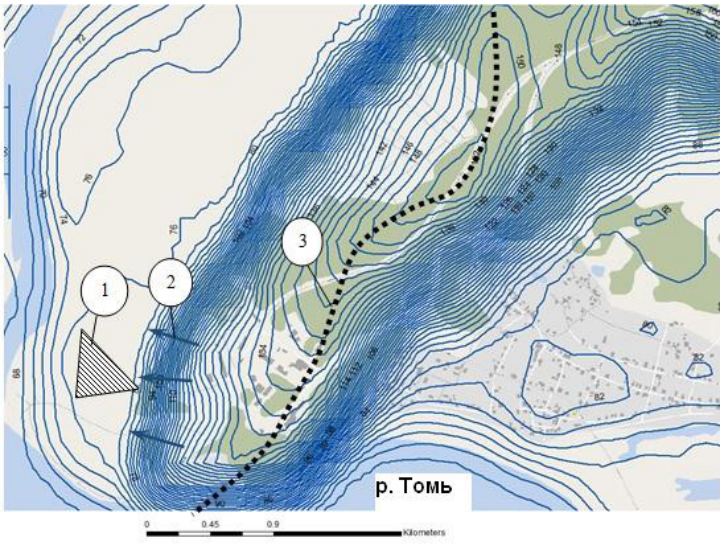


Рис. Цифровая модель рельефа района водозаборного участка ООО «Санаторий Синий Утес»: 1 – площадь водозаборного участка; 2 – направление поверхностного стока от заселенной территории к водозабору; 3 – локальный водораздел

Линия водораздела является естественной преградой, изолирующей водозабор от всех источников загрязнения со стороны с. Коларово. От водозабора вверх по направлению фильтрационного потока располагается территория санатория, на которой сосредоточены все потенциально опасные источники поверхностного загрязнения. Расчеты размеров ЗСО показывают удовлетворительную степень защищенности на прогнозный срок работы водозабора, однако они выполнены по сильно упрощенной схеме «большого колодца» и недостаточно точно описывают влияние внешней границы первого рода, в качестве которой выступает русло р. Томи. Нами показано, что существует необходимость уточнить расчеты по схеме взаимодействующих скважин, а долю поверхностных вод в суммарном расходе водозабора можно оценить при численном моделировании. Также следует оценить возможность увеличения нагрузки на скважину Т-1609, удаленную от реки.

Литература

1. Ерохина С.Н., Новиков В.П. Поиски и разведка подземных вод: уч. пособие 2-изд./Под ред. О.Н.Грязнова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 263 с.

НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА НА ПРИМЕРЕ КОЗИНСКОГО ВИАДУКА В ВОСТОЧНОМ САЯНЕ

Е.А. Епифанова
Научный руководитель профессор Л.А. Строкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Реконструкция существующих сооружений требуют учета многих факторов, определяющих строительную деятельность. Особенности реконструкции виадука связаны с необходимостью укрепления опор, замену пролетных строений, сложностью режима подземных вод, нарушением природного сложения грунтового массива и физико-механических свойств. Поэтому проводимая реконструкция виадука потребовала внедрения новых методик по актуализации расчетных моделей для оценки напряженно-деформированного состояния, и других новых технологий, например технологии лазерного сканирования для построения точной трехмерной информационной модели объекта наблюдения.

Козинский виадук (длиной 355 метров, пролетные строения опираются на бетонные опоры, высота которых достигает 65 метров) после 50-летней эксплуатации выработал свой ресурс, потребовалось его модернизация, на первом ее этапе предстоит укрепить опоры виадука. Вторым этапом станет замена 9 пролётных строений виадука [2]. Железобетонные конструкции длиной 34 м и весом 260 тонн демонтируют, а на их место установят металлические весом 107 тонн, при монтаже которых используют современные композитные материалы.

Работы на объекте «Комплексное развитие участка Междуреченск-Тайшет Красноярской железной дороги. Строительство вторых путей на перегоне Джебь-Щетинкино» проводились сотрудниками НИЛ «Геология, основания, фундаменты и земляное полотно» СГУПС (г. Новосибирск) в середине августа 2011 г. в рамках договора №227-11. Целью работ является определение технического состояния фундаментов опор моста, а также инженерно-геологическое исследование грунтов их основания для определения несущей способности фундаментов опор по грунту (проверка на восприятие дополнительных нагрузок, возникающих после организации двупутного движения поездов по мосту). В задачи инженерно-геологических изысканий входило: изучение геологических и гидрогеологических условий площадки, а также физико-геологических процессов и явлений; определение нормативных и расчетных характеристик грунтов, слагающих территорию площадки; определение химического состава подземных вод и их агрессивности к материалу фундаментов [3].

В процессе обследования вскрытых участков фундаментов опасных трещин, вывалов бетона и других серьезных повреждений в конструкциях фундаментов, влияющих на их несущую способность, не обнаружено. Общее состояние фундаментов, по результатам обследования вскрытых участков, признано работоспособным. Необходимо было произвести расчеты несущей способности грунтов основания фундаментов.

«Центром лазерных технологий» при кафедре ЛИСТ ИФВТ ТПУ был проведен комплекс работ по съемке Козинского железнодорожного моста. Наземное лазерное сканирование объекта проводилось Leica Scanstation C10 в светлое время суток и заняло 2 рабочих дня. Всего было создано 33 точки установки сканера. Результатом наземного лазерного сканирования является массив точек (рис. 1.), где каждая точка имеет координаты положения в пространстве и интенсивность.

Камеральная обработка результатов сканирования заняла 1 неделю и состояла из нескольких этапов: сшивка облаков точек с каждой станции в единое облако точек; привязка к системе координат; очистка облака точек от лишних элементов и «шумов», построение трехмерной твердотельной модели; построение векторных обмерных чертежей, построение разрезов путем преобразования трехмерной модели в двумерные чертежи; создание топографического плана 500 масштаба моста и прилегающей территории [1]. В результате, полученная трехмерная твердотельная модель является точной копией Козинского виадука (рис. 2.). На основе трехмерной модели в автоматическом режиме построены обмерные чертежи моста с нанесением размеров (рис. 3.) и дефектов конструкции. А также на основании полученных данных произведен прочностной расчет в специализированной программе PLAXIS, в которой были рассчитаны максимальные нагрузки опор моста на грунт (рис. 4.), и прогнозируемая осадка от нагрузки (рис. 5, 6.), эти данные позволят для конечно-элементного анализа напряженно- деформированного состояния грунтов прогнозировать развитие деформационных процессов.

Проведенная работа показывает преимущества обследования сложных инженерных сооружений и грунтовых массивов методом наземного лазерного сканирования. Показано, что по полученным данным можно построить трехмерную твердотельную модель объекта, из которой в дальнейшем можно получить двумерные чертежи, а также произвести расчет прочности конструкции. Результаты наземного лазерного сканирования, а также построенная по этим результатам твердотельная модель содержат актуальную информацию об объекте, что может использоваться для своевременного деформационного мониторинга состояния объекта и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Искрин А.Н. Технологии наземного 3D лазерного сканирования в НИ ТПУ // Геопрофи, 2012. № 6, с. 21-22
2. Пасечник Е. Распутать «джебскую петлю» // Гудок. Выпуск №128 от 27.07.2015г.
3. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях грунтов основания моста на 598 км по объекту «Комплексное развитие участка Междуреченск-Тайшет Красноярской железной дороги. Строительство вторых путей на перегоне Джебь-Щетинкино» НИЛ «Геология, основания, фундаменты и земляное полотно» СГУПС. 2011, 25 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ ВОСТОЧНОГО РУДНОГО ТЕЛА ТРУБКИ «УДАЧНАЯ»

М.С. Зарубов
Научный руководитель, доцент К.И. Кузеванов
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Работа алмазодобывающих предприятий Западной Якутии сталкивается с проблемой обводнения горных выработок за счёт притока подземных вод глубоких горизонтов, представленных преимущественно крепкими рассолами. В этих условиях прогнозные расчёты водопритоков приобретают особое значение для выбора наиболее рациональной схемы утилизации дренажных вод высокой степени минерализации. Необходимо учитывать весьма ограниченные возможности поверхностных водных объектов как потенциальных приемников дренажного стока.

Крупнейшее в России месторождение алмазов, трубка «Удачная» расположено в пределах Далдынского кимберлитового поля, приуроченного к зоне сочленения Анабарской антеклизы и Тунгуской синеклизы. Разрез представлен преимущественно глинистыми известняками, оолитовыми мергелями, с редкими прослоями строматолитовых известняков кембрийского возраста, в основании которых лежат окремненные доломиты с прослоями мергелей. Начиная с 2015 г. месторождение отрабатывается исключительно подземными горными выработками. Проектом предусмотрена отработка участка до 2029 г. Основная часть водопритоков в горные выработки приходится на подмерзлотные воды, представленные тремя водоносными комплексами трещинно-порового типа: верхнекембрийским (ВВК), среднекембрийским (СВК) и нижнекембрийским (НВК). Меньшая доля водопритоков приходится на обводненные зоны рудных тел. Подземные воды представлены рассолами хлоридно-кальциевого анионного состава с минерализацией 350 – 400 г/л и повышенными показателями плотности до 1,1 – 1,3 г/см^3. В газовом составе преобладает азот, достигающий 30 – 60 % и углеводороды на уровне 25 – 45 %, менее распространены углекислый газ и водород.

Кимберлитовая трубка «Удачная» у поверхности состоит из двух рудных тел, западного и восточного, которые на глубине более 250 м объединяются. В настоящее время ведется отработка западного рудного тела. По восточному рудному телу отработка только начинается проходкой по нему подземных очистных горных выработок, поэтому проблема прогноза водопритоков на перспективу приобретает особую актуальность.

Месторождение имеет сложные гидрогеологические условия отработки за счет многообразия условий залегания подземных.

На начальном этапе аналитические расчёты проводятся по методу обобщенных систем, предполагающему использование расчётной схемы «большого колодца» в условиях неограниченного пласта. Конкурирующие варианты расчётов проводятся для различных величин обобщенных параметров, последовательно принимающих значения для рудного тела, вмещающих пород или осреднённых параметров. Полученные результаты аналитических расчётов водопритоков сравниваются с фактическими расходами дренажных вод и на основе этого сравнения выбирается наиболее оптимальная расчётная схема.

На последующих этапах отработки с ростом радиуса депрессии в расчётную схему включаются внешние граничные условия, важнейшим из которых является наличие крупных тектонических нарушений. Результаты расчёта водопритоков по схеме полуограниченного пласта или пласта-полосы выполняются для различных вариантов взаимодействия с тектоническим нарушением как границей второго (непроницаемя) или третьего (полупроницаемая) рода и снова сравниваются с фактическими водопритоками. Расчётная схема вновь уточняется для применения на последующих этапах развития рудника.

При полном развитии фронта горных работ и накоплении дополнительной геологической информации, достаточной для достоверного описания гидрогеологических условий в границах депрессии пьезометрической поверхности, прогнозы водопритоков целесообразно выполнять с использованием численного моделирования. Нами показаны возможности гидродинамической модели рудного тела в среде программного комплексе GMS (Groundwater Modeling System), которые одновременно учитывают и пространственную неоднородность фильтрационных параметров и наличие внешних границ области фильтрации с изменчивым гидравлическим характером. Результаты моделирования показывают, что применение компьютерной технологии прогноза на начальных этапах отработки резко ограничивается острым дефицитом гидрогеологических данных. Полноценное применение моделирования требует бурения и опробования дополнительных гидрогеологических скважин. Схематизация гидрогеологических условий показывает, что такой первоочередной задачей является изучение разреза по профилям, ориентированным в направлении существующего карьера и, выявленных по результатам геофизических работ, региональных тектонических нарушений северо-западного (310°-320°) и северо-восточного простирания (55°-75°) с высокой водообильностью, при вскрытии которых приток рассолов может возрастать на 130 м^3/ч.

Дополнительная гидрогеологическая информация позволяет повысить надежность аналитических расчётов и даёт необходимый материал для калибрации численной гидродинамической модели как с учётом уровней пьезометрической поверхности, так и с учётом характера граничных условий.

Основным источником обводнения рудника «Удачный» является среднекембрийский водоносный комплекс, приуроченный к глинисто-карбонатным отложениям первой пачки мархинской свиты($Є_{3mrh}$). Дополнительные водопритоки формируются за счёт водонасыщенной зоны рудного тела, которая может иметь гидравлическую

связь с вмещающими породами. Верхнекембрийский водоносный комплекс в формировании водопритоков в подземные горные выработки участия не принимает, так как полностью дренируется карьером. Атмосферные осадки обеспечивают ежегодный водоприток в открытые горные выработки в объёме близком к 10 тыс.м^3, приходящийся в основном на период снеготаяния и удаляемый дренажной системой. Нижнекембрийский водоносный комплекс участия в формировании водопритоков не принимает, так как залегает ниже горизонтов, планируемых к отработке. Таким образом, за основу для аналитических расчётных схем и численной модели принимается однослойная область фильтрации с пространственной неоднородностью фильтрационных параметров. В аналитических расчётах указанная пространственная неоднородность учитывается сравнением нескольких вариантов расчёта с разными значениями осреднённого коэффициента фильтрации и коэффициента пьезопроводности. При разработке численной модели изменчивость фильтрационных параметров задаётся на пространстве конечно-разностной сетки, для этого используются специализированные гидрогеологические карты, уточняемые в процессе эксплуатации месторождения при развитии фронта очистных работ. Данные о химическом составе подземных вод необходимы при физико-химическом моделировании прогноза смешения природных растворов с целью выбора наиболее оптимального варианта утилизации дренажных вод и минимизации воздействия на окружающую среду. В рамках настоящей работы постановка геомиграционных задач не предусмотрена.

Характеристика среднекембрийского водоносного комплекса приводится по материалам геологической службы рудника. Кровля водоносного комплекса находится на отметках от -175 до -210 м. Общая мощность водовмещающих пород изменяется от 810 до 870 м. При этом эффективная мощность пластов-коллекторов в разрезе достигает 280 – 328 м, обладая выраженной изменчивостью в плане. Подошвой являются плотные карбонатные породы нижней части удачнинской свиты. Общая пористость пород не высока и лежит в пределах 2 – 18%. Подземные воды аккумулируются в пластах-коллекторах и зонах трещиноватости, где могут фиксироваться скопления нефти и газа. Это является дополнительным фактором, осложняющим отработку рудной залежи. Коэффициент водопроводимости подвержен весьма существенной изменчивости в пределах пяти математических порядков от 0,024 до 113 м^2/сут. Коэффициент пьезопроводности изменяется в широких пределах от 1×10^3 до $n\cdot1\times10^6$ м^2/сут. Проходка горных выработок показала наличие напорных вод и зон повышенной трещиноватости на контакте рудного тела с вмещающими породами, по которым могут ожидаться повышенные водопритоки. План горных выработок показан на рис 1.

Данные по водопритокам в горные выработки на 01.09.2016 г вынесены на план (рис 2.): Водопритоки на разных уровнях отработки (-305, -320, -365, -380, -480, -580, -650) существенно изменяются от 117 м^3/час (горизонт -365 м) до 4,3 м^3/час (горизонты -580 и -650 м). По состоянию на 1 октября 2015 года общий шахтный приток подземных вод составляет около 460 м^3/ч.

Дополнительные водопритоки за счет поверхностных и подземных вод могут достигать 200 м^3/час, а использование технических добавляет к суммарному расходу еще около 50 м^3/час.



Рис. 1. План горных выработок гор.-365

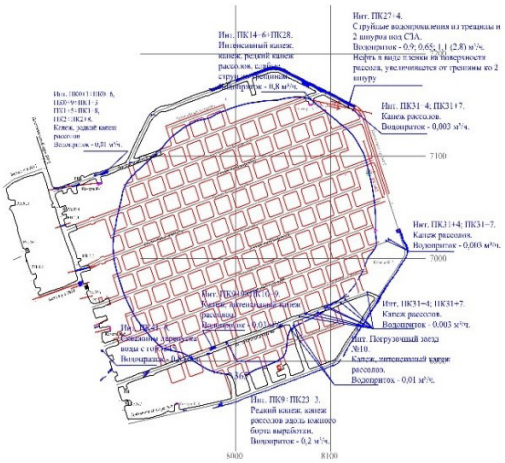


Рис. 2. План водопроявлений гор.-365

Расчётные размеры области фильтрации контролируются условным радиусом влияния искусственного водоотлива, который определяется по зависимости вида $R=1{,}5\sqrt{at}$. С учётом коэффициента пьезопроводности вмещающих пород (1×10^6 м^2/сут) на первоначальный пятилетний срок отработки рудного тела расчётный радиус нарушенного режима фильтрации достигнет 64 км. В указанных границах требуется учёт основных элементов фильтрационного потока. Расчётные размеры области фильтрации могут корректироваться по данным режимных наблюдений, поскольку влияние дополнительных источников восполнения запасов подземных вод может приводить к существенному ограничению депрессионной воронки. Таким образом, интерпретация результатов режимных наблюдений в процессе эксплуатации месторождения позволяет уточнять граничные условия расчётных схем даже в случае скрытого влияния неучтённых факторов формирования запасов подземных вод.

На завершающем этапе отработки месторождения описание гидродинамической модели должно включать

восточное рудное тело с расположенными в нем подземными горными выработками, выполняющими роль дополнительного источника возмущения фильтрационного потока. В этом случае ожидается некоторое сокращение водопритоков на западном участке за счёт совместного дренирующего эффекта системы подземных горных выработок

Прогнозные расчёты водопритоков на последовательных этапах отработки месторождения выполняют роль разведочного моделирования (в аналитической, численно-аналитической или численной постановке), позволяя непрерывно уточнять используемые расчётные схемы для повышения надёжности прогнозов водопритоков за счёт наиболее полного учёта исходных данных, получаемых при развитии фронта горных работ.

Литература

1. Дроздов А. В. Горно-геологические особенности глубоких горизонтов трубки Удачной // ГИАБ. 2011. №3.
2. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2009. – 314 с.
3. Кузеванов К.И., Савичев О.Г., Решетько М.В. Математическое моделирование процессов в компонентах природы; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 144 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

А.В. Карманова
Научный руководитель профессор В.К. Попов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томский подземный водозабор эксплуатирует подземные воды месторождения, открытого в междуречье р. Оби и р. Томи сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Рассказовым Н.М. и Удодовым П.А. в 1963 г [3]. Вода в Томи была настолько загрязнена промышленными и хозяйственными-бытовыми отходами, что существовавший метод очистки не позволял освободить ее от всех ядовитых примесей [1]. Глубоко залегающие подземные воды подвержены наименьшему техногенному загрязнению. Однако их использование требует больших затрат на строительство инженерных сооружений, связанных с водоподготовкой. Химический состав таких вод характеризуется повышенной минерализацией и, для территории Томской области, повышенным содержанием железа. Данный металл занимает особое место среди природных примесей, содержащих в подземных водах, и роль его во многих природных геохимических процессах велика. Поэтому на большинстве станций образуется огромное количество железосодержащего осадка. С такой проблемой столкнулся с начала эксплуатации Томский подземный водозабор.

Водоподготовка на подземном водозаборе осуществляется следующим образом:

1. Подземная вода поступает в аэраторы, где содержащееся в воде двухвалентное железо окисляется до трехвалентного. В процессе аэрации из воды также удаляются растворенные в ней газы.
2. Затем вода поступает на скорые фильтры, где происходит очистка от механических примесей. После фильтрации вода скапливается в резервуарах чистой воды, где группой агрегатов насосной станции перекачивается в дополнительные резервуары, при этом происходит ее обеззараживание гипохлоритом натрия [2]. Этот реагент безопаснее, чем жидкий хлор, который использовался до декабря 2011 г.
3. Повысительными агрегатами насосных станций вода подается к конечным потребителям.

Автором были отобраны пробы подземной воды поступающей на станцию водоподготовки, из системы повторного использования и воду после фильтров. Система повторного использования предназначается для приема воды после промывки скорых фильтров с большим количеством взвешенных частиц (более 300 мг/л), отстаивания промывной воды в течение времени необходимого для выпадения взвешенных частиц в осадок, и снижении мутности до концентрации 10 мг/л [4]. После этого промывную воду подают в голову очистных сооружений, а осадок откачивают на иловые поля.

Исследование химического состава подземных вод выполнялось в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» Томского политехнического университета (табл.1).

Полученные результаты свидетельствуют о превышении содержания железа и кремния в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01. Все остальные показатели находятся в пределах нормы. В процессе водоподготовки повышается pH, увеличивается содержания хлора, гидрокарбоната и нитратов, но при этом наблюдается снижение большинства показателей.

Также были получены результаты по редкоземельным элементам в подземной воде. Из чего можно сделать вывод, что водоподготовка дает положительные результаты по таким элементам, как гадолиний, диспрозий и эрбий таблица 2. Рост концентрации редкоземельных элементов в системе повторного использования связан с отстаиванием воды в течение время, вследствие чего происходит накопление данных элементов.

Таблица 1

Химический состав природной воды

Показатели	Ед. измерения	ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01)	Подземная вода	Система повторного использования	Вода после фильтров
pH	ед.pH	6-9	6,8	6,38	7,14
CO_2	мг/л		41,4	92,4	29,5
HCO_3^-	мг/л		329	354	369
SO_4^{2-}	мг/л	500	2,29	3,73	2,07
Cl^-	мг/л	350	7,98	13,45	10,4
Общая жесткость	мг/л	7,0	5,20	5,60	5,82
Ca^{2+}	мг/л		80	80	87,2
K^+	мг/л		0,72	1,04	0,79
Mg^{2+}	мг/л		14,6	19,56	17,8
Na^+	мг/л	200,0	13,9	16	14
$Fe_{общ}$	мг/л	0,3	**2,2**	**7,5**	0,075
Общая минерализация	мг/л	1000	448,5	487,8	501,3
Окисляемость перманганатная	мгO_2/дм^3	5,00	1,5	2,22	0,98
Электропроводность	mS/см	2,5	0,487	0,51	0,559
NH_4^+	мг/л	2,0	0,85	0,0029	0,22
NO_2^-	мг/л	3,0	<0,02	<0,02	<0,02
NO_3^-	мг/л	45	0,1	2,23	0,98
PO_4^-	мг/л		0,57		0,121
Si	мг/л	10,0	**12,06**	**11,94**	**12,2**
J	мг/л		0,15	0,083	0,04

Таблица 2

Содержание в подземной воде редкоземельных элементов

	Легкие редкоземельные элементы (нг/дм^3)					**Тяжелые редкоземельные элементы (нг/дм^3)**								
	La	***Ce***	***Pr***	***Nd***	***Sm***	***Eu***	***Gd***	***Tb***	***Dy***	***Ho***	***Er***	***Tm***	***Yb***	***Lu***
Подземная вода	**1,7**	**0,6**	<0,5	<0,5	**2,3**	<0,5	**1,1**	<0,5	**1,4**	<0,5	**1,1**	<0,5	<0,5	<0,5
Система повторного использования	**15**	**25**	<0,5	8,8	**3,1**	<0,5	**5,2**	<0,5	**5,1**	<0,5	**4,1**	<0,5	<0,5	<0,5
Вода, прошедшая очистку на фильтрах	**1,5**	**0,7**	<0,5	<0,5	**2,4**	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Благодаря своим свойствам, а также согласованному химическому поведению, редкоземельные элементы считаются важными микрокомпонентами в изучении различных геологических процессов, а именно генезиса магматических горных пород, эволюции коры и мантии, основанном на предположении, что эти элементы «неподвижны» во время метаморфических процессов. Но поведения этих элементов в природных водах осложняется различными процессами, такими как формирование водных комплексов, коллоидный транспорт, ионный обмен и адсорбция, что приводит к фракционированию этих элементов в водных растворах по сравнению с материнской породой [5]. В настоящее время проводятся мониторинговые исследования, по сколько концентрации редкоземельных элементов определяют область применения железосодержащих осадков, а также показывает динамику содержания в качестве индикатора трансформации условий формирования химического состава природной воды.

Томский подземный водозабор сбрасывает большое количество железосодержащего осадка в р. Кисловку (примерно 150 кг. в сутки), что усугубляет экологическую проблему данного района. Производительность станции обезжелезивания составляет 207,5 тыс.м^3/сут. [4]. Химический состав железосодержащих осадков зависит от двух факторов: физико-химических показателей состава воды и характер технологических операций.

Оценка экономической эффективности определяется, как отношение социальных, экономических и экологических результатов мероприятий к затратам на его осуществление. Вследствие чего снижается вероятность

негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому железосодержащие осадки являются практически невостребованными вторичными минералами, хотя пути их утилизации очень широки. Например, переработка на химические реактивы или получение стройматериалов. Недостаточная изученность данного вопроса тормозит решение, сложившийся проблемы многих регионов, которая с каждым годом набирает обороты. Рациональные пути использования таких осадков повышают экологическую безопасность водных объектов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол_а.

Литература

1. Попов В. К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского архитектурно – строительного университета, 2003. – 174 с.
2. Viktor K. Popov, Elena Yu. Pasechnik and Anna Karmanova. Recycling of iron-containing deposits – the main way to increase the efficiency of water-protective measures on the territory of the Tom lower course/ MATEC Web of Conferences 85, 2016
3. От чистого истока. Век Томского водопровода / под ред. А.Ф. Порядина, В.П. Зиновьева. – Томск: ГалаПресс, 2005. – 304 с.
4. Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. – Томск: Изд-во НТЛ,2003. – 164с.
5. Чудаев О.В., Чудаева В.А. Микроэлементы и элементы редкоземельной группы в минеральных водах Приморья // Геология и горное дело в Приморье прошлом, настоящем и будущем. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – С. 93–96.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА

Т.В. Коржова
Научный руководитель старший преподаватель А.В. Леонова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Неблагоприятные геологические процессы, это процессы и явления, которые приводят разрушениям зданий и сооружений или нарушению их нормальной эксплуатации, а также стихийным бедствиям, вызывающим негативные последствия [2]. Естественно, что такие процессы представляют опасность для жизни и деятельности человека, что вызывает необходимость выявлять причины, условия и факторы развития геологических процессов и выбирать способы обеспечения безопасности населения, проживающего в городе.

Территория города Томска является довольно активной в отношении экзогенных геологических процессов. Различные источники дают информацию о таких геологических процессах, развитых на территории г.Томска, как оползни, подтопление, оврагообразование, плывуны, суффозия, речная эрозия и других.

Большое внимание исследователями уделяется изучению оползней, как одному из наиболее неблагоприятных геологических процессов на территории города. Оползень – это смещение горных пород, слагающих склон, на более низкий уровень в виде скользящего движения без потери контакта между движущимися и неподвижными породами. Главной причиной развития оползней является действие гравитационных сил [6]. В Томске оползни развиты достаточно широко – на склоне Лагерного сада, в микрорайоне Солнечный, в исторической части города. Общая площадь оползней в Томске составляет около 40 гектаров, они активно влияют на инженерные сооружения [7].

Как выяснено в результате исследований, главными причинами оползней на территории микрорайона «Солнечный» стали: дополнительная загрузка склона в результате строительства двух десяти жилых домов; техногенного подтопление за счет утечки воды из подземных коммуникаций; наличие в центральной части района котлована, вырытого для строительства детского сада, который заполнялся талыми водами и служил источником для формирования техногенной водоносного горизонта; отсутствие дренажа и ливневой канализации. Совокупное воздействие перечисленных природных и антропогенных факторов стало причиной того, что стабильность склон оказалась необеспеченной и развитие оползневых процессов привело к появлению трещин в подвале и части конструкций зданий, полному разрушения домов и гаражей возле подпорной стенки, трещинам в самой подпорной стенке [7]. Активное развитие оползневых процессов на территории Лагерного сада, в первую очередь, связано с тем, что на территории состояние геологической среды опасно, а уровень инженерной защиты неудовлетворительный. В результате исследований выделены факторы: чередование в разрезе пород разного состава, с преобладанием глинистых, разного возраста и различных свойств; активная речная эрозия правого берега, изгиб русла реки; выветривание; локальные выходы грунтовых вод; подрезка склона, пригрузка поверхности склона посредствам зданий и сооружений, строительство на склоне, отсутствие достаточного поверхностного стока, увеличение концентрации воды в породах [3].

Причины подтопления – подъема уровня вод – сочетание природных условий городской территории с результатами градостроительного планирования и хозяйственной деятельности человека: геоморфологические – расположение объектов в пойме; геологические – сочленение двух структур, характер четвертичных отложений; гидрогеологические – близкое к поверхности залегание уровня грунтовых вод, двухэтажное гидрогеологическое

строение; и гидрологические условия территории – режимы рек. Подтоплению подвержены участки первой надпойменной террасы р. Ушайки и высокой поймы р. Томи от Коммунального моста до речного порта, территорию в пределах улиц Косарева, Усова, Лебедева, Сибирской, Никитина, Плеханова, Герцена, Фрунзе, И.Черных, телецентра и пр. [4].

Овраг – это форма эрозии временных водотоков, обычно возникает на месте промоин при продолжающейся усиленной эрозии [1]. В настоящее время применяется множество терминов для характеристики линейных эрозионных врезов. Рост оврага, как известно, начинается с его вершины, где вода пропиливает узкую щель шириной в первые метры. По мере роста эта щель удлиняется, а ширина достигает десятков метров, формируется лог. Глубина вреза зависит от местоположения оврага и его базиса эрозии [8]. Оврагообразование наблюдается на территории мкр. Каштак. Необходимость наблюдений и прогноза вызывает активная застройка в этом районе. Овраги образовались в результате перераспределения поверхностного и подземного стоков, таким образом, получила развитие линейная эрозия. Большинство оврагов находится в активной стадии развития. Они имеют крутые склоны и глубину от 10 до 20–22 м [5]. В настоящее время проводятся защитные мероприятия, многие овраги засыпаны, и работы в этом направление не прекращены.

Помимо описанных выше процессов присутствуют и ряд других. Водная эрозия – водотоки, ручьи или русловые потоки, которые производят эрозию, транспортировку, аккумуляцию материала. В результате создаются эрозионные и аккумулятивные формы рельефа. За счет живой силы потока – корразии (воздействия на дно и берега влекомых водными потоками обломков горных пород) и химического воздействия на породы, которые формируют дно и берега реки, происходит эрозия. Также на территории города развиты процессы, связанные с деятельностью подземных и поверхностных вод – процессы заболачивания [2]. Развитию этого процесса благоприятствуют особенности климата (достаточное или избыточное увлажнение) и рельефа поверхности (ровный и западинный), где может накапливаться вода [8]. При строительстве штольни на территории Лагерного сада был обнаружен плывун – водонасыщенные рыхлые породы, которые при вскрытии разжижаются и приходят в движение подобно тяжелой вязкой жидкости, что тоже является неблагоприятным геологическим процессом.

Таким образом, можно сделать вывод о неустойчивости территории к опасным геологическим процессам, вызванным действием разнообразных факторов.

Литература

1. Евсеева Н. С., Окишев П. А. Экзогенные процессы рельефообразования и четвертичные отложения суши: учеб. пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010. – Ч.I. – 300 с.: ил.
2. Емельянова Т.Я. Инженерная геодинамика: учебное пособие / Т.Я. Емельянова; Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 133с.
3. Ильина О.Н. Особенности организации мониторинга оползней в Лагерном саду г.Томска // Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 110-летиюсо дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники Л.Л. Халфина и 40-летию научных молодежных конференций имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. С. 453-455.
4. Кириченко Н.Ю. Причины возникновения подтопления в городе Томске и его последствия // Труды XI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 80-летию академика, Президента международного горного конгресса, Лауреата государственной премии СССР М.И. Щадова. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. С. 146-148.
5. Рипенко К.С. Особенности организации мониторинга оврагов в микрорайоне Каштак г.Томска // Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. С. 467-469.
6. Леонова, Анна Владимировна. Основы инженерной геологии [Электронный ресурс]: электронный курс / А. В. Леонова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ). — Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2015.
7. Швалёв И. П., Швалёва О. В. Изучение влияния состава и состояния грунтов микрорайона «Солнечный» на их прочность и устойчивость в откосах (Томская область) // Труды X Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 100-летию первого выпуска сибирских инженеров и 110-летию основания Томского политехнического университета. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. С. 156-158.
8. Geotechnical properties of gullying in Tomsk Oblast [Electronic resource] / A. V. Leonova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2016. — Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. — [012037, 4 p.].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПОЛЗНЕВОГО ЯВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЕНУДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ НЕЙРОСЕТЬЮ

И.Е. Курулюк

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Томск относится к территориям с активным протеканием оползневых процессов. В рамках предотвращения материального ущерба необходимо проводить исследования оползневых процессов, разрабатывать новые методики предупреждения оползней. Определение таких характеристик движения оползневых масс, как объем оползневого тела, площадь сдвига горных пород, скорости сползания масс являются ключевыми при анализе оползневой опасности какого-либо объекта, угрожающего инфраструктуре, природе, архитектурным объектам, жизни людей.

Цель работы – разработка методики оценки, прогноза и управления оползневой ситуацией на примере территории Томской области.

Основные задачи исследований:

1. Изучить имеющиеся способы оценки оползневых явлений.
2. Собрать информацию об изучаемых объектах.
3. Выявить закономерности формирования оползневой опасности.
4. Спроектировать и разработать систему оценки оползней и их развития в пространстве /времени на основе нейронных сетей.
5. Сравнить результаты работы системы с имеющимися практическими данными.

Изучению оползневых процессов в целом посвящены работы Золотарева Г.С., Емельяновой Е.П., Фоменко И.К. и других, на территории Томской области изучением оползневых процессов занимались Ольховатенко В.Е., Евсеева Н.С., Емельянова Т.Я., Леонова А.В. [1,2,8]. На территории города Томска выделяется 33 участка, опасных и потенциально опасных в оползневом отношении. Наиболее опасными является Лагерный Сад, микрорайоны "Солнечный" и "Каштак", левый борт р. М. Киргизка (район восточнее ж/д ветки на г.Северск). В настоящее время оползням подвержено 2,7 километра правого берега Томи с прилегающей территорией в 130 гектаров, на которой расположены объекты коммунальной инфраструктуры, социальной сферы (3-я горбольница, станция переливания крови, учебные корпуса Томского университета систем управления и радиоэлектроники), жилые микрорайоны.

В данный момент существует большое количество способов оценки опасности оползневых явлений, в том числе с использованием фотографирования оползневого участка и последующим компьютерным моделированием [8], фотограмметрическим методом. В связи с большими временными и вычислительными затратами метода, предлагается исключить построение компьютерной модели и проводить анализ ключевых характеристик оползневого процесса напрямую по изображениям оползневого участка. Наиболее популярным способом обработки изображений, в том числе анализа и поиска определенных зон или изменения определенного места изображения являются нейронные сети.

Для использования нейронных сетей для определения скорости оползневых процессов методом обработки изображений, необходимо определить, какие показатели оползней могут быть:

1. Выявлены на фотографиях оползневого участка,
2. Использованы нейросетью в вычислениях.
3. Использованы для определения показателей оползневого процесса.

Согласно ГОСТ Р 22.1.06-99 [3], к наблюдаемым или контролируемым показателям оползневого явления относятся: площадная пораженность территории, площадь проявления на одном участке, объем сместившейся массы, скорость смещения, частота проявления, уровни грунтовых и подземных вод, фильтрационное поле, физические свойства пород, анизотропия физических свойств, компоненты полей напряжений и деформаций, коэффициент устойчивости склона, интегральные показатели глинистости, увлажненности, трещиноватости, уплотненности, контрастности, вероятностная оценка сейсмогенного, геодинамического и техногенного воздействий.

Из представленных показателей на единичной фотографии оползневого участка нейросетью могут быть обнаружены: площадь проявления на одном участке, объем сместившейся массы, скорость смещения тела оползня. Используя вышеприведенные показатели, необходимо определить скорость оползневого процесса, дать оценку устойчивости и спрогнозировать дальнейшее поведение оползневого явления.

Для определения скорости смещения оползня устанавливают сеть опорных реперов, за положением которых ведутся наблюдения. Кроме того, наблюдение ведется за возможными изменениями рельефа оползневом участке, такими как бугры, валы, трещины, водопроявлениями. Анализируя по фотоматериалам точки смещения опорных реперов, нейросеть может определять скорость и направление смещения оползневого явления, а так же объем оползневого тела.

Согласно рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления [4], методы расчета устойчивости и оползневых давлений делятся на три основных группы:

1. Методы предельного (пластического) равновесия

2. Методы конечных элементов
3. Комбинированные методы, объединяющие предыдущие методы [5].

Произвести расчеты по указанным выше методам, основываясь исключительно на результатах обработки изображений невозможно в связи с неполнотой данных, получаемых нейросетью [6, 7]. Таким образом, для возможности расчета устойчивости оползневого участка, необходимо помимо изображений, отправленных на вход нейронной сети передать в суммирующий блок дополнительные данные о параметрах грунта исследуемого объекта, такие как:

1. Коэффициент сопротивления сдвигу
2. Сцепление грунта
3. Средний удельный вес грунта
4. Степень влажности грунта

В результате итоговая диаграмма информационных процессов системы оценки выглядит следующим образом:



Рисунок

Суммирующий блок, приведенный на рисунке выше, будет совмещать результаты обработки изображений нейросетью и данные о составе и параметрах грунта, обрабатывать полученную информацию с помощью методов расчета устойчивости и передавать пользователю полученный результат в виде таблиц или диаграмм. Использование подобной схемы обработки данных по оползневому явлению может ускорить получение практических результатов, а именно измерения показателей скорости, объема и площади оползневого тела, поскольку нет необходимости дополнительно строить компьютерную модель.

Литература

1. Леонова А.В. Типизация оползней города Томска // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология : материалы конференции, посвященной 75-летию кафедры ГИГЭ ТПУ, Томск, декабрь 2005 г. / Томский политехнический университет ; Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология, материалы конференции ; под ред. С. Л. Шварцева. — Томск: Изд-во НТЛ, 2005. — С. 243-246
2. Leonova AV, Lomakina KM, Dmitrieva SA, Baranova AV 2016. Geotechnical properties of gullying in Tomsk Oblast // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 43. 012037
3. ГОСТ Р 22.1.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов [Текст] – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 16 с.
4. ОДМ 218.2.006-2010 Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) [Текст] – Москва, 2010.
5. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов: Материалы по геоморфологической терминологии /Д. А. Тимофеев; АН СССР. Геоморфологическая комиссия. Институт географии. — М.: Наука, 1978. — 242
6. Язвенко П.А. Опасные экзогенные геологические процессы Северного Сихотэ-Алиня и прогноз их интенсивности при транспортном освоении территории (на примере жд линии Комсомольск – Советская Гавань): дис. …канд. геол.-мин. наук. – Хабаровск, 2016. – 161 с.
7. Курулюк И.Е. Проектирование программного обеспечения для оценки интенсивности денудационных процессов фотограмметрическим методом // Материалы XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 1. – С. 565 – 566.
8. Пургина Д. В., Строкова Л. А.., Кузеванов К. И. Моделирование гидрогеологических условий для обоснования противооползневых мероприятий на участке набережной реки Камы в городе Перми // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 1. С. 116-127.

СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ИСКИТИМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Э.А. Кыйматов
Научный руководитель доцент К.И Кузеванов
Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Подсчёт запасов подземных вод является важнейшим этапом разведочных работ на подземные воды. Он заключается в определении проектной производительности геолого-технически обоснованных водозаборных сооружений при заданных режимах и условиях эксплуатации, обеспечивающих соблюдение требований к качеству воды для её использования по соответствующему целевому назначению. Подсчёт запасов подземных вод на Искитимском месторождении показал необходимость использования численного моделирования наряду с традиционной методикой аналитических гидродинамических расчётов.

Рассматриваемая территория расположена в центральной части Колывань-Томской складчатой зоны, представленной палеозойскими структурами. В геоморфологическом отношении рассматриваемая территория находится на поверхности первой надпойменной террасы реки Бердь. Основным объектом изучения являются подземные воды, приуроченные к водоносной зоне трещиноватости (ВЗТ) палеозойских пород. Водовмещающие породы представлена известняками и известково-глинистыми сланцами. Кровля ВЗТ вскрывается скважинами на глубинах от 6,4 – 12,1 м в северо-западной части месторождения до 15,0 – 19,5 м на юго-востоке.

Водообильность продуктивной толщи в границах исследуемого участка характеризуется повышенными значениями удельных дебитов скважин по отношению к сопредельным территориям. Наиболее водообильной и выдержанной в этом отношении является береговая зона, на участке крутой излучины р. Бердь. По мере удаления от реки фильтрационные характеристики коллектора подземных вод значительно ухудшаются. Величина коэффициента водопроводимости, на территории области питания в границах местных водораздельных поверхностей уменьшается до 20 – 30 $м^2$/сут. Воды обладают напорным гидравлическим характером. Поток подземных вод в естественных условиях направлен к руслу реки Бердь с уклоном 0,003 - 0,005. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков на плоских участках водораздела и склонов. Разгрузка осуществляется в реку Бердь и ее притоки как непосредственно, так и через аллювиальные отложения поверхностных водотоков.

Исследуемый участок характеризуется довольно сложным геолого-гидрогеологическим строением. Осложняющими факторами являются: изменчивость коллекторским свойств в пространстве, наличие тектонических нарушений, выраженная гидравлическая связь с поверхностными водами, а также наличие процессов перетекания между горизонтами.

Согласно геологическому строению и региональным особенностям гидрогеологических условий района, основные запасы поземных вод сосредоточены в пределах водоносной зоны трещиноватости палеозойских пород, представляющей собой основной объект разведочных работ. Водоносная зона характеризуется средним значением коэффициента водопроводимости на уровне 344 $м^2$/сут, и коэффициентом пьезопроводности$2{,}59\times10^6 м^2$/сут, характерным для напорных условий фильтрации [1]. Статические уровни воды при бурении скважин, в зависимости от их положения в рельефе, отмечаются на глубинах от 3,2 - 5,0 м в северо-западной части участка до 6,5 - 7,9 м на юго-востоке.

Подсчёт запасов подземных вод выполнен гидродинамическим методом в численно-аналитической постановке. Для выполнения расчета использовалась авторская программа ***Theis*** позволяющая определять величины понижений не только в скважинах, но и в узлах произвольно задаваемой сетки. В результате получено расчётное поле напоров на пространстве неравномерной сетки, состоящей состоит из 46101 узловых точек, в которых вычислены понижения под влиянием системы взаимодействующих скважин. Размеры сетки: по горизонтали – 7750 м (121 блок), по вертикали – 8350 м (127 блоков). На участке проектного водозабора размер расчётных ячеек составляет 50 м×50 м, а на периферии возрастает до 50 м×100 м и 100 м×100 м.

Гидрогеологический разрез рассматривается как трехслойный. Выделяются два основных коллектора подземных вод: водоносный горизонт аллювиальных отложений и водоносная зона трещиноватости палеозойских пород. Разделяет их слой с низкими фильтрационными свойствами обеспечивающий реализацию процессов перетекания. Река Бердь схематизируется как граница первого рода с параметром гидравлического несовершенства русла равным 127 м. Такой вариант расчёта соответствует типовой схеме полуограниченного пласта и учитывает условия привлечения поверхностного стока р. Берди в процессе перспективной эксплуатации прибрежного скважинного водозабора.

Допустимое понижение уровня подземных вод составляет 11,0 м. Прогнозные понижения, рассчитанные по принципу суперпозиции на сетке характеризуются следующими результатами: среднее значение расчётного понижения в по полю сетки составляет 4,18 м, значение расчётного понижения в эксплуатационных скважинах не превышает 10,38 м. Таким образом прогнозное понижение, полученное гидродинамическим методом не превышают своего допустимого значения и на расчётный срок эксплуатации (25 лет) составляют в 9,9 м в центре водозаборного ряда.

Для подсчета запасов методом математического моделирования упрощенной схематизации гидрогеологических условий недостаточно. Разработка численной модели геофильтрациии строится на основе конечно-разностного

представления параметров области фильтрации [2]. Такой подход позволяет наилучшим образом воспроизвести на модели все особенности строения водовмещающей толщи, включая пространственную неоднородность фильтрационных параметров и сложную форму граничных условий в плане. В нашем случае это извилистость речного русла.

В разрезе модель состоит из двух слоев с хорошими фильтрационными показателями: напорно-безнапорного, моделирующего аллювиальный водоносный горизонт и напорно-безнапорного, моделирующего водоносную зону трещиноватости палеозойских пород. Разделяет их слой, в толще которого формируются процессы, моделирующие процесс перетекания. Такое строение позволяет отнести участок по степени сложности гидрогеологических условий ко второй группе, т.е. к месторождениям со сложными гидрогеологическими условиями, для которых при подсчёте запасов подземных вод рекомендовано применять методы моделирования.

Разбивка конечно-разностной сетки выполнена равномерной с учётом базовых принципов её создания, согласно которым между соседними возмущающими скважинами и линейными контурами внешних и внутренних граничных условий должно быть назначено не менее трёх расчётных блоков [3].

Взаимодействие эксплуатационных скважин с границей первого рода локализуется в узкой зоне, не превышающей расстояния до реки, следовательно, большая часть численной модели не будет принимать участия в формировании депрессионной воронки. Поэтому, требование обеспечения равномерной изученности фильтрационных свойств за пределами локальной области возмущения является избыточным.

Калибрация модели на этапе эпигнозного моделирования (без учёта работы эксплуатационных скважин) выполнена с учётом положения уровней подземных вод в естественных условиях. Река задана на модели как граница третьего рода, совпадающая с по руслом. Для задания в расчётных ячейках параметра несовершенства русла использована величина фильтрационного сопротивления подрусловых отложений, которое определялось методом подбора на этапе калибрации численной модели и изменяется вдоль русла реки.

Расчёт понижения по стволу эксплуатационной скважины уточнялся аналитическим расчётом на основе модельного значение динамического напора в расчётном блоке по известной зависимости:

$$\Delta S = \frac{Q_c}{2\pi T}\left(Ln\frac{\Delta x}{r_c} - 1{,}62\right);$$

где Q_c – расход скважины, м^3/сут;

Δx – размер расчётного блока, м;

T – коэффициент водопроводимости, м^2/сут;

r_c – радиус скважины, м.

Результаты моделирования показали быструю стабилизацию эксплуатационных понижений во времени. По сравнению со стандартной методикой аналитических гидродинамических расчётов на численной модели удалось учесть наличие резкой фильтрационной неоднородности вдоль водозаборного ряда и сделать выводы о необходимости оптимизации расходов эксплуатационных скважин. Эксплуатация водозабора при равномерной нагрузке на водозаборные скважины нецелесообразна.

Вариант численно-аналитических расчетов для системы взаимодействующих скважин безусловно даёт наглядное представление о пространственном распределении напоров в условиях взаимодействия с внешней границей водоносной зоны, но не лишен общих недостатков аналитического метода. Во-первых, не возможности учесть изменение значений коэффициентов водопроводимости и пьезопроводности. Во-вторых, внешняя граница полуограниченного пласта может быть только прямолинейной.

Подсчёты запасов подземных вод, выполненные аналитическим методом и с использованием численного моделирования показали в целом хорошую сходимость. При проведении разведочных работ рекомендуется использование разработанной математической модели. Большим преимуществом использования модели будет являться возможность оптимизировать методику гидрогеологических исследований, уточнить и более целенаправленно распределить объёмы буровых и опытно-фильтрационных работ, обеспечить понимание во времени и в пространстве картины формирования понижений динамического уровня воды и непосредственно понижений при распределении нагрузок на скважины и их перераспределения в схеме проектного водозабора.

Литература

1. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., Недра, 1979;
2. Букаты М.Б. Геоинформационные системы и математическое моделирование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 75 с.
3. Кузеванов К.И., О.Г. Савичев, М.В. Решетько. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 146 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕДУЩИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ ГОРОДА ИРКУТСКА

Г.С. Лоншаков
Научный руководитель доцент Л.И. Аузина
Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет, г. Иркутск, Россия

С 80-х гг. XX века в России формируется повышенный интерес к экологическим аспектам взаимодействия человека с геологической средой. К настоящему времени стало ясно, что воздействие на геологическую среду в ряде городов превысило допустимые границы и привело к порогу локального экологического бедствия, основными признаками которого являются активизация инженерно-геологических процессов [1,2].

На территории города Иркутска сформировалась природно-техногенная система (ПТС), где ведущими процессами, влияющими на эволюцию геологической среды, являются техногенные. Самая динамичная её составляющая, наиболее остро воспринимающая техногенное воздействие - это подземная гидросфера (ПГ). В результате техногенеза активизируется ряд инженерно-геологических процессов, связанных с подземными водами. В связи с этим комплексная оценка устойчивости подземной гидросферы урбанизированных территорий к действующим на неё техногенным нагрузкам является не только актуальной, но и одной из важнейших проблем современной гидрогеологии, имеющей как научное, так и прикладное значение.

Разнообразие природно-техногенных факторов, воздействующих на объект исследований, их интенсивная динамика усложняют задачу, однако, уровень современных геоинформационных технологии открывает новые пути в решении прикладных задач в области природопользования, в том числе – анализе, прогнозе и контроле состояния ПТС [3].

Для оптимизации оценки на базе современной открытой ГИС-системы Quantuum GIS был сформирован ГИС-проект под названием «Электронный атлас геолого-гидрогеологических и техногенных условии территории г. Иркутска», в котором каждый фактор представлен в виде самостоятельного растрового или векторного слоя.

В качестве ведущих техногенных факторов эволюции свойств подземной гидросферы рассматриваются [4]:

- плотность застройки территории города;
- утечки из водонесущих коммуникации;
- плотность улично-дорожной сети.

Перечисленные нагрузки предопределяют процессы:

- подтопления или подпора ПВ;
- изменения структуры гидродинамических потоков и формирования различного вида инверсий;
- истощение запасов ПВ, снижение их уровней;
- загрязнения ПВ и др.

Характеристика основных техногенных факторов:

Застройка территории города.

Территория города Иркутска занимает 30,6 тыс. га, из которых городской застройкой занято 11,95 тыс. га, что составляет 33,1% всех городских земель. Значительную территорию занимают леса (6,35 тыс. га, или 22,9%), водные пространства (2,87 тыс. га, или 10,4%), луга и пойменные территории (4,26 тыс. га, или 15,4%).

Селитебные территории в общем объеме земельного фонда города занимают 8,36 тыс. га, или 30,2%. В границах города большая часть селитебных территорий занята некапитальной низкоплотной жилой застройкой, в основном имеющей высокий уровень физического износа. Значительные площади приходятся на промышленные и коммунально-складские объекты, зачастую занимающие самые ответственные в градостроительном плане территории.

К настоящему времени в городе сформировалось пять крупных промышленных зон - Северная, Жилкинская, Мельниковская, Маратовская и Восточная. В них входит около 500 различных предприятий, баз, складов, гаражей и других объектов общей территорией около 2 тыс. га. По своему составу и отраслевому профилю промышленные зоны неоднородны.

В соответствии с СП 11-105-97 [10] и планом застройки г. Иркутска, (ЗАО «Гражданпроект», с изменениями АО «ГИПРОДОРНИИ», 2015 г.), по этажности и конструктивным особенностям были выделены следующие районы: зона 1-2 этажной деревянной застройки (около 25% застроенной территории), зона 1-2 этажная каменной застройки (около 25% , в центральной части преимущественно жилая, на периферийных районах – промышленные ангары и боксы), зона 3-5 этажная (40%) и застройка каменными зданиями более 5 этажей (10% застроенной территории).

Для оценки степени техногенного влияния оказываемого застройкой в ГИС-проект включен генеральный план и схема плотности застройки центральной части города.

Подземные водонесущие коммуникации.

На балансе МУП «Водоканал» находится 746 км сетей водопровода и 718 км сетей канализации (без учета подземных коммуникации микрорайона «Второй Иркутск» и частных сетей, подведенных к индивидуальным водопользователям). Ежедневный объем подаваемой в водопровод воды составляет 304,36 тыс.м^3 (данные 2012г.).

Что касается тепловых сетей г. Иркутска, то большая их часть имеют срок эксплуатации более 25-30 лет. Распределительные квартальные сети практически не подвергались модернизации, являются изношенными и требуют замены. Уровень тепловых потерь в сетях составляет 6,5 - 14 %. Износ тепловых сетей составляет около 70%.

По данным МУП «Водоканал» для Иркутска доля воды, приходящаяся на физические утечки равна 6-10% от общего числа подаваемой воды, что при годовом объеме перекачиваемой воды в 111200 тыс.м^3/год составляет от 6670 до 11120 тыс.м^3/год.

Для сетей канализации ни нормативные, ни фактические значения не установлены.

По мнению ряда исследователей [5,6,7] утечки из сетей напорных подземных коммуникации являются главной причиной развития подтопления урбанизированных территории, в связи с чем эта составляющая техногенной нагрузки является одной из важнейших.

Разработан алгоритм оценки плотности заложения водонесущих коммуникации, в соответствии с которым для территории города Иркутска составлены схемы плотности всех видов коммуникации и интегральная схема плотности напорных коммуникации, на основе которой произведено районирование территории города.

Улично-дорожная сеть.

Протяженность всей дорожной сети города Иркутск составляет уже более 881 км, из них дороги третьего уровня (грунтовые и проселочные) составляют 154 км, второго уровня (дороги с усовершенствованным покрытием) – 547 км, и первого уровня (автомагистрали и железные дороги) – 180 км.

В 2007 году была составлена электронная схема плотности улично-дорожной сети. Учитывались все заасфальтированные площади территории города с целью оценки степени нарушения естественного поверхностного стока (вкупе с плотностью застройки).

При составлении схемы территория города была классифицирована на 3 группы сложности, исходя из значения плотности.

Развитие транспортной инфраструктуры особенно повлияло на дренируемость в левобережном районе города, что привело к увеличении площади «озер» с 9 до 90га за последние 35 лет (1972-2007).

Инженерно-геологические процессы, развивающиеся на территории г. Иркутска в результате техногенного воздействия.

Развитие суффозионно-просадочных процессов в виде мелких, периодически появляющихся провалов фиксируется практически повсеместно в городской черте. Причиной их возникновения чаще всего становится искусственное увлажнение грунтовых масс, наличие в разрезе просадочных или насыпных недоуплотненных грунтов, вследствие чего наиболее часто следы процесса наблюдаются по трассам водонесущих коммуникации и массивам искусственных насыпей.

Нередко суффозионно-просадочные деформации на приречных склонах служат толчком для развития или механизмом активизации эрозионных и оползневых (гравитационных) процессов .

Развитие подтопления характерно для более чем трети территории города Иркутск. Ведущие исследователи в своих работах ссылаются на искусственное инфильтрационное питание в виде утечек из напорных подземных коммуникаций в качестве одной из ведущих причин развития этого процесса.

Развитие эрозии грунтовых массивов, а именно оврагообразования, связано с нарушением естественных потоков поверхностного стока в следствии неграмотного подхода к планировке территории (застройки, асфальтированию) и зачастую напрямую связано с суффозионно-просадочными процессами.

Литература

1. Техногенные изменения геологической среды (на примере Сибирского региона) / Ю. Б. Тржцинский ; ред. : К. Г. Леви ; Ин-т земной коры СО РАН. - Иркутск : [б. и.], 2007. - 117 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 109-112. - Б. ц.
2. Аузина Л.И. Геоэкологическая оценка гидросферы урбанизированных территории. // Город: прошлое, настоящие, будущие: сборник научных трудов «Проблемы развития и управления на пороге III тысячелетия. – Иркутск . 1999. – С. 132 – 138.
3. Кузеванов К. И. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / К. И. Кузеванов, Е. М. Дутова, Д. С. Покровский // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2004. — Т. 307, № 7. — [С. 30-35].
4. Аузина Л.И. Комплексный показатель как основа оценки устойчивости поземной гидросферы. // Город: прошлое, настоящие, будущие: сборник научных трудов «Проблемы развития и управления на пороге III тысячелетия. – Иркутск . 2000. – С. 154 – 158.
5. Шенькман Б.М., Шенькман И.Б. Эволюция гидрогеологических условий на территории Большого Иркутска // Проблемы оценки и прогноза устойчивости геологической среды г.Иркутска. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1997. С. 39-43.
6. Покровский В.Д. Исследование процессов подтопления урбанизированных территорий с использованием геоинформационных технологии (на примере города Томска). Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Томск, 2015 – 199 с.
7. Шенькман, Б. М. Подтопление Иркутска грунтовыми водами / Б. М. Шенькман, П. А. Шолохов, И. Б. Шенькман // География и природные ресурсы. - 2011. - № 2. - С. 54-61.

РАЗМЕРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОВЫХ ФОРМ ТЕРРИТОРИИ с. УСТЬ-КИШЕРТЬ ПЕРМСКОГО КРАЯ

М.С. Лунегова, А.В. Корякина
Научный руководитель доцент Т.Г. Ковалева
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Территория с. Усть-Кишерть расположена на юго-востоке Пермского края и является одним из районов активного развития карстовых процессов, что создает ряд проблем для нормальной жизнедеятельности населения. Данный участок входит в Кишертский район преимущественно карбонатно-сульфатного и сульфатного карста. Здесь идет интенсивное карстообразование, что связано с широким распространением карбонатно-сульфатных и сульфатных пород иренского горизонта кунгурского яруса приуральского отдела пермской системы (P1ir).

Последствия карстовых процессов, в ряде случаев, принимают угрожающий характер и наносят значительный экологический и экономический ущерб. Поэтому для рационального и безопасного освоения и использования территории необходим учет и оценка карстоопасности.

Необходимым условием образования провала является наличие на некоторой глубине полости. При этом диаметр провалов в значительной степени определяется размером и формой карстовых полостей [2]. Размер карстовых провалов в плане является основным параметром при расчете и проектировании фундаментов. Для большинства зданий именно этот размер в наибольшей степени определяет объем и стоимость конструктивной защиты.

Согласно СП 11-105-97 [1] оценка карстоопасности и устойчивости территории осуществляется по количественным показателям поверхностных карстовых проявлений. Количественная оценка карстоопасности определяется по провалам и их распределению в пространстве. При этом учитывается такой показатель как средний диаметр карстовых провалов. В нормативных документах нет четкой методики относительно определения среднего диаметра карстового провала. Зачастую мониторинг карстовых процессов не ведется, а оценка приводится по существующим поверхностным карстовым формам, возраст которых может быть различен, а со временем, как известно, размер воронок увеличивается в следствие осыпания и выполаживания стенок. Таким образом, оценка карстоопасности по средним диаметрам существующих карстовых форм может давать завышенные результаты и, как следствие, удорожание строительства объектов.

Учеными были предложены расчетные схемы определения возможных размеров поверхностных карстовых деформаций, основанных на геологическом строении карстового массива и физико-механических свойствах перекрывающих отложений. Для расчета среднего диаметра карстовых провалов наиболее часто используются две схемы расчета: Г.М. Троицкого [4] и В.П. Хоменко [5].

Методика Г.М. Троицкого позволяет получить данные как по первоначальным параметрам провалов в основании сооружения (d_0 и S_{obs} – видимая глубина провала), так и по предельным их размерам, формирующимся под действием нагрузок от сооружений.

Методика В.П. Хоменко применима для теоретического описания процесса образования карстово-обвальных провалов «простого» типа, формирующихся в условиях покрытого карста. Образование такого провала становится невозможный, если диаметр карстового провала d_1 превышает критическую ширину карстовой полости d_0. В этом случае обрушение покрывающих толщ ограничится их внутренним вывалом [5].

Расчет диаметров провалов по схемам Г.М. Троицкого и В.П. Хоменко были выполнены по данным 91 инженерно-геологической скважины, пробуренной на рассматриваемой территории в разное время организациями ВерхнекамТИСИз и Пермгипроводхоз, при этом было проанализировано более 800 проб [6]. На основе получившихся расчетов были построены карты расчетных диаметров карстовых провалов по различным схемам.

Сотрудниками ПГНИУ ранее были построены карты карстоопасности территории с.Усть-Кишерть по интенсивности провалообразования и средним диаметрам (при этом средние диаметры определены по существующим поверхностным карстовым формам), а также карта мощности перекрывающих отложений [3]. Используя перечисленный картографический материал проведен сравнительных анализ полученных исследований (табл.1).

Большинство существующих поверхностных карстовых форм (47 шт., 38,8 %) расположены в северо-восточной части территории с мощностями четвертичных отложений 5-20 м, представленных суглинком, средний фактический диаметр их составляет 18-20 м, а расчетный диаметр провалов колеблется от 3 до 10 м (по схемам Хоменко и Троицкого). Наименьшее количество карстовых полостей (15 шт., 12,4 %), расположено на участке, где четвертичные отложения представлены глиной (северо-западная часть территории) – и их мощность составляет 10-20 м, диаметр провалов находится в пределах от 3 до 10 м (по схемам Хоменко и Троицкого), фактический диаметр их составляет 10-20м. Для южной части территории характерны карстовые формы с диаметрами 10-20 м, данный участок сложен суглинком мощностью 10-25 м. В суглинках с прослоями глин количество воронок составляет 39 шт. (32,2%), они расположены в центральной части с мощностью четвертичных отложений равной 20-35 м, диаметр провальных воронок 20-50 м (по схеме Троицкого). В данном случае при расчетах по схеме Г.М. Троицкого диаметры получаются достаточно большими, близкие по своим значениям к размеру древних воронок существующих на этом участке. По проведенному анализу можно сделать следующий вывод: чем больше мощность перекрывающей толщи, тем больше расчетный диаметр карстового провала; значения расчетных

диаметров, характеризующих размер провала в момент его образования, меньше, чем диаметры существующих поверхностных карстовых форм, при оценке карстоопасности территории в целях нового строительства для определения диаметра карстового провала целесообразно использовать расчетные схемы, дающие более реалистичные значения.

Таблица 1

Положение провальных воронок	***Диаметр карстовых провалов, м***		***Состав перекрывающих отложений***	***Мощность перекрывающих отложений, м***	***Количество провальных воронок, шт - %***
	1*	***2****			
Северо-западная часть территории	3-10	3-10	глина	10-20	15-12,4
Центральная часть территории	20-50	3-20	суглинок с прослоями глин	20-35	39-32,2
Северо-восточная часть территории	3-10	3-10	суглинок	5-20	47-38,8
Южная часть территории	3-10	10-20	суглинок	10-25	20-16,5

****Примечание. Пункты 1, 2 соответствуют схемам по существующим поверхностным карстовым формам, Г.М. Троицкого, В.П. Хоменко.***

Полученные материалы возможно использовать при заложении фундаментов зданий и сооружений на территории с. Усть-Кишерть в комплексе с оценкой влияния других факторов карстообразования (развития карстующихся пород в плане, развития карстующихся пород в разрезе, литология карстующихся пород, мощность карстующихся пород, структурно-тектонические условия, залегание пород, тектонические нарушения и трещиноватость, водопроницаемость карстующихся пород, водопроницаемость перекрывающих пород, поверхностный сток, подземный сток, уклон подземного потока, температура воды, минерализация и ионный состав воды, повышение агрессивности воды).

Литература

1. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: ПНИИИС. 2001. 101 с.
2. ТСН 11-301-2004 По. Инженерно-геологические изыскания для строительства на закарстованных территориях Пермской области. Пермь: Администрация. 2004. 122 с.
3. Катаев В.Н. (научный руководитель) и др. Мониторинг закарстованных территорий Пермской области (2006-2010). Отчет о НИР по государственному контракту №4 от 15.02.2006. ГОУ ВПО «Пермский государственный университет». Пермь, 2010.
4. Саваренский И.А., Миронов Н.А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста/ПНИИИС Минстроя России.- М., 1995.-166 с.
5. Толмачев В.В., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. / М.: СТРОЙИЗДАТ.-1986.
6. Шилова А. В., Бушуева Е.И. Физико-механические свойства дисперсных грунтов перекрывающих отложений с. Усть-Кишерть, 2010. – 29 с.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ

Ю.О. Мальгина, Т.А. Пешкова

Научные руководители: профессор В.В. Середин, доцент Н.А. Медведева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Введение. На территории Урала находятся крупнейшие месторождения алюмо-калийных солей. Технология разработки месторождений предполагает складирование на земной поверхности соляных отходов в виде солевых отвалов. В результате воздействия на солевые отвалы ветра и дождевых вод происходит засоление грунтов[3].

Попадание солей в грунты приводит к изменению их физико-химических свойств, что отрицательно влияет на несущую способность грунтов.

Одним из важнейших факторов, определяющих силу взаимодействия между твердыми частицами, является энергия, которой обладают эти частицы. Ее можно оценить через электрокинетический потенциал.

Исследованиями дзета-потенциала глин занимались Яковлева А.А., Во Дай Ту, Бочарова М.А., Корчевин Н.А., Здоренко Н.М , TangL., SparksD.L. и др. Эти учёные изучали поведение дзета-потенциала глин, дисперсионной средой которых являлись электролиты.

Объектами исследования являютсяглины трёх месторождений Лобановский монтмориллонит, Александровский каолинит, Челябинский каолинит (табл).

Таблица

Минеральный состав исследуемых глинистых пород

Минерал	Содержание, %		
	ЧК	АК	ЛМ
Кварц SiO_2	19	54,3	20,2
Каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$	73,9	23,8	
Иллит (Гидрослюда) $(K_{0,75}(H_3O)_{0,25})Al_2Si_3AlO_{10}((H_2O)_{0,75}(OH)_{0,25})_2$	7,1		
Монтмориллонит-иллитовоесмешаннослойное образование $(Na,Ca)_{0,33}(Al,Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$		12,3	46,2
Плагиоклазы $(Ca,Na)(Al,Si)AlSi_2O_8$		2,5	18,6
КПШ $KAlSi_2O_8$		3,0	4,9
Рутил TiO_2		1,9	
Анатаз TiO_2		2,2	
Кальцит $CaCO_3$			10,1

Методика. Исследование проводили следующим образом. Брали 9 мл электролита с нужной нам концентрацией и добавляли 5 мл 0,5%-ной суспензии глины. Суспензию перед этим оставляли отстаиваться на сутки. После чего эти образцы взбалтывали в течении 3 часов и оставляли на сутки. Определение дзета-потенциала частиц проводили в приборе Delsanano HC при этом использовали проточную ячейку.

Результаты исследований и их обсуждение. Сжатие диффузного слоя и изменение (как правило, снижение) электрокинетического потенциала частиц глинистых минералов под действием электролитов (в данном случае, растворов солей) происходит по-разному, в зависимости от типа кристаллической решетки и природы электролита.

Для каолинитовых глин Александровского и Челябинского месторождений хлорид и сульфат калия являются индифферентными электролитами. Согласно правилу Фаянса-Панета ионы этих электролитов (K^+, Cl^-. SO_4^{2-}) не способны достраивать кристаллическую решетку частиц каолинита, в которую входят ионы Al^{3+} и Si^{4+}. В данном случае, присутствие электролитов KCl и K_2SO_4 не изменяет потенциал на поверхности частиц глин, а сжатие ДЭС реализуется посредством катионного обмена между противоионом ДЭС частиц глин (H^+) и катионом электролитов (K^+). Такое взаимодействие приводит к уменьшению значения электрокинетического потенциала по абсолютному значению (рис.1.).

Для монтмориллонита KCl и K_2SO_4 являются неиндифферентными, за счет способности катиона K^+ достраивать кристаллическую решетку данного глинистого минерала. Что δ возможно из-за наличия в кристаллах монтмориллонита ионов щелочных металлов. Присутствие катионов K^+ в решетке глинистого минерала вызывает снижение термодинамического потенциала поверхности частиц глин. Помимо этого, катион способен участвовать в процессе ионного обмена с протонами ДЭС, что приводит к сжатию (рис.2).

$Al_2(SO_4)_3$ – неиндифферентный электролит как для каолинита, так и монтмориллонита и способен достраивать кристаллическую решетку твердой фазы, т.е. специфически адсорбироваться на поверхности глинистой частицы, придавая ей свой заряд (рис.3).

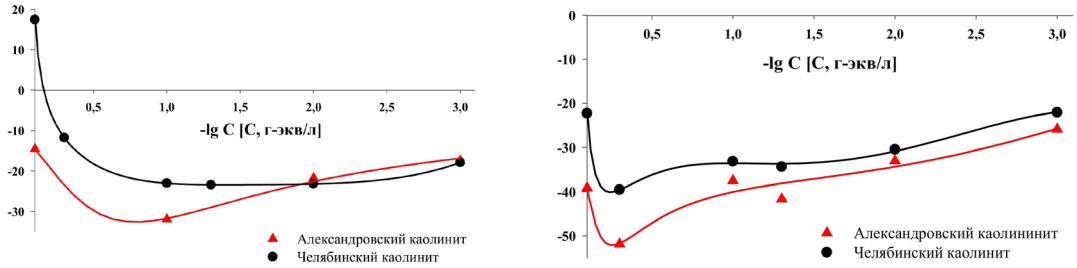


Рис.1. Зависимость ζ- потенциала глинистых частиц каолинита от концентрации индифферентного электролита: а – KCl, б – K_2SO_4

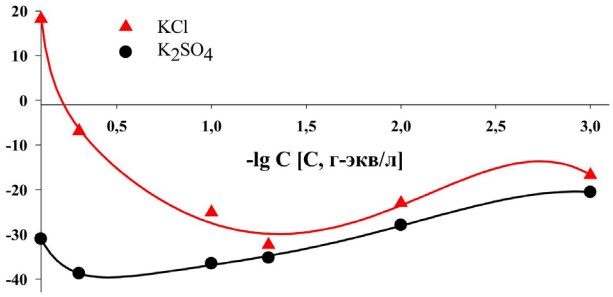


Рис.2. Зависимость ζ-потенциала глинистых частиц монтмориллонита от концентрации неиндифферентного электролита

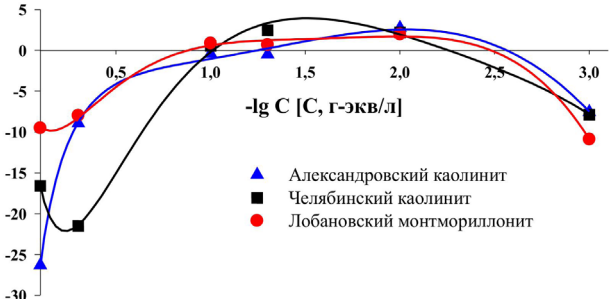


Рис.3. Зависимость ζ-потенциала глинистых частиц от концентрации $Al_2(SO_4)_3$ неиндифферентного электролита

Введение незначительного количества электролита способствует к адсорбции потенциалопределяющих ионов, что приводит к увеличению ζ–потенциала.

Однако, дальнейшая адсорбция этих ионов при увеличении концентрации электролита, приводит к сжатию диффузного слоя и к падению ζ–потенциала.

Вывод. Изменение знака заряда может быть связано со способностью многовалентных ионов к специфической адсорбции [1]. Перемена знака электрокинетического потенциала обусловлено следующими процессами: ион, обладающий большим адсорбционным потенциалом, может адсорбироваться в сверхэквивалентном количестве, т.е. в количестве превышающем, чем требуется для нейтрализации зарядов ионов ДЭС [2]. Таким образом, избыточные ионы притягивают электростатически ионы противоположного знака. Исходные золи глин – это отрицательно заряженные золи и при введении многовалентного катиона наблюдается две коагуляционные зоны (рис.3.). Первая зона характеризуется тем, что отрицательный ζ– потенциал приближается к нулю, вторая зона – связана со сжатием диффузного слоя состоящего в этом случае из анионов, при увеличивающейся концентрации электролита.

Литература

1. Крупнова Т.Г., Апаликова И.Ю. Коллоидная химия: уч. пос. полаб. работам / под ред. Ю.И. Сухарева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ,2003. –45 с.
2. Савицкая Т.А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем. Пособие для студентов химического факультета. – Минск, БГУ, 2011. – 82 с.
3. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. – 2013. – №10. –С.3189-3193.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ И ПРИНЯТИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

К.С. Медведков

Научный руководитель д.т.н., профессор Л.О. Штриплинг

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Круговорот воды в природе процесс непрерывный, включающий в себя сложные этапы перехода из газообразного состояния в жидкое (твердое) и обратно. Данный процесс обеспечивает жизнь нашей планете, даря живительную влагу всей биосфере Земли. Основными источниками воды для человечества являются поверхностные и подземные воды, содержащие наиболее доступную часть пресной воды (реже солоноватой), используемой для жизнедеятельности и производства.

Интенсивное вмешательство человека в природные процессы привели к изменениям в гидросфере, в некоторых случаях на локальных участках эти изменения стали необратимыми. С каждым годом во всем мире увеличивается водопотребление, при этом снижается качество и доступность данного ресурса, что заставляет обращать более пристальное внимание на источники воды и проявлять комплексный подход при их исследовании. Одной из таких систем с комплексным подходом к наблюдениям, направленным на исследования подземных вод (динамические и химические показатели) является государственная опорная наблюдательная сеть, работы на которой ведутся АО «ОГРЭ» в Омской области с 1963 года (с начала наблюдений сеть скважин претерпела значительные изменения, существенно сократилось их количество, поменялись места расположения). Данная сеть позволяет выявлять процессы, происходящие в подземных водах как при естественном, так и при нарушенном («урбанизированном») режимах.

Подземные воды для многих районов Омской области и регионов России в целом являются важным, а порой и единственным источником питьевого водоснабжения. Кроме этого для многих населенных пунктов они оказывают существенное влияние на среду обитания жителей, вызывая подтопления при повышенном уровне грунтовых вод, нанося вред инфраструктуре, а иногда и лишая возможности проживания, трансформируя некогда благополучную территорию в болото.

В настоящее время по государственной опорной сети скважин наблюдения, в основном, ведутся в части измерения пьезометрического уровня водоносных горизонтов, но несмотря на это даже многолетние данные об уровнях могут «сказать» о многом. Целью исследования был анализ режимных данных по наблюдательным скважинам с выявлением локальных проблем на основе многолетних наблюдений. С учетом наличия большого массива данных по уровням подземных вод основной уклон был сделан в части исследования грунтовых вод, непосредственно влияющих на риски подтоплений (паводков). Были проанализированны данные по скважинам, оборудованным на четвертичные отложения городов Называевск и Тюкалинск Омской области, где в последние годы ухудшилась паводковая ситуация.

Город Называевск расположен в 140 км с-з областного центра. В границах города находится действующая наблюдательная опорная сеть скважин, одна из которых оборудована на верхний безнапорный горизонт (скв.№122). Наблюдения на режимной скважине №122 ведутся с 1978 года. За время наблюдений среднегодовой уровень поднялся с 2,0 до 1,0 м (рис.1), а во время весеннего паводка находится выше уровня земли.

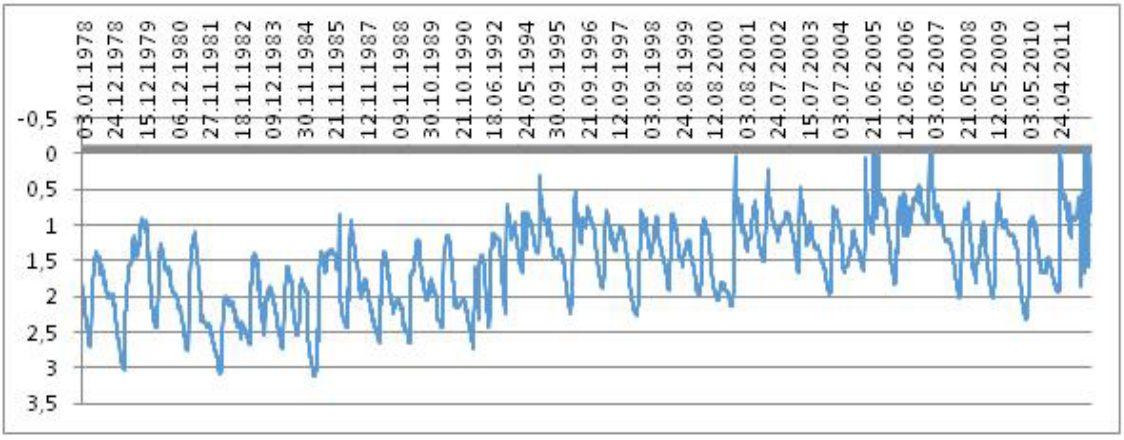


Рис.1. Изменение уровня грунтовых вод с момента ввода скважины №122 в г. Называевске в режимную наблюдательную сеть

Из приведенного графика видно, что начальный период наблюдений характеризуется ненарушенным режимом грунтовых вод с чередующимися периодами подъема и спада, характерными для естественных периодов половодья и межени (весенний и зимний) [2, 4]. В период наблюдений до 1989 года среднегодовой уровень остается постоянным – 2 метра (график характеризуется горизонтальной линией тренда). В зимний период грунтовые воды характеризуются уровнями в пределах 2-3 м, в весенний не преодолевают отметку в

0,5 м. Однако уже с конца 80-х годов происходят значительные изменения не характерные для естественного режима, происходит увеличение уровня грунтовых вод, которое продолжается довольно длительное время, условно можно выделить 2006 год. Четкий тренд на увеличение уровня свидетельствует о накоплении в порах водовмещающих пород значительного объема воды, что так же свидетельствует об нарушении в приходно-расходной части баланса. Последнюю часть графика (с 2006 года) можно характеризовать как «преимущественно стабильную» с чередованиями периодов подъема и спада уровней, характеризующеюся линией тренда близкой к горизонтальной. Исходя из полученных данных можно прийти заключению, что естественный режим в городе Называевске был нарушен к концу 80-х годов, что привело к накоплению воды в первом от поверхности безнапорном водоносном горизонте. Нужно учесть, что по режиму грунтовых вод в г. Называевске условия формирования относятся к междуречному (водораздельному) виду, что уменьшает естественные возможности дренажа территории (горизонтальный сток), приводя к более чуткой реакции на изменение окружающих условий. Вокруг города располагаются преимущественно болота и озера. Разгрузка грунтовых вод происходит в основном за счет испарения и инфильтрации [4], запас которых пополняется в основном в период снеготаянья. Во время выездов в город Называевск полученные данные были подтверждены местными жителями, которые отметили, что значительное ухудшение ситуации с подтоплениями начало происходить с начала 90х годов XX века. Анализируя данные свидетельствующие об явном нарушении в приходно-расходном балансе грунтовых вод была получена информация о наличии в городе Любино-Исилькульского группового водопровода, который с момента ввода в эксплуатацию (1980 г) обеспечивает централизованное водоснабжение поставляя на данный момент для нужд города порядка 2000 м^3/сут воды. При этом в Называевске отсутствует общегородская система водоотведения, в виду чего вода уходит в грунт (более 90% жилья в Называевске – это частные дома с выгребными ямами).

Учитывая объем приходящий воды (2000 м^3/сут) и среднюю площадь населенного пункта (12 км^2) получим в год дополнительно на данную площадь 0,06 м воды, которая увеличивает приходную часть грунтовых вод. Атмосферных осадков выпадает в год порядка 0,4 м [5], а с учетом централизованного водоснабжения приходная часть (атмосферные осадки) увеличивается на 15%, что ведет к накоплению подземных вод. Увеличение приходной части грунтовых вод и непродуманная система дренажа, которая в основном представлена грунтовыми каналами (в последнее время во многом вышедшие из строя) привели к тому, что равновесие баланса пополнения и разгрузки подземных вод было нарушено, упругие свойства подземных вод были исчерпаны к началу 90-х годов и начался постоянный подъем уровня грунтовых вод, способствующий затяжному периоду паводка, причиняющему ущерб большой части населенного пункта.

Кроме данных по наблюдательной скважине в городе Называевске в ходе работ были проанализированы данные по режимной опорной сети в городе Тюкалинск, где в последние годы усугубилась ситуация с паводками и от подтопления начали страдать жители домов, расположенных вблизи местных водоемов.

Город Тюкалинск расположен в 63 км с-в-в города Называевск и в 120 км с-с-з областного центра города Омска. Транзитом через город протекает река Тюкалка во многом обеспечивающая естественный дренаж территории населенного пункта и в которую идет разгрузка грунтовых вод в период межени. Режим подземных вод территории относится к приречному с тесной гидродинамической связью грунтовых и поверхностных вод. В последнее время (с 2013 года) в населенном пункте обострились проблемы с подтоплениями во время весенних паводков, долгое время в подполах и погребах сохраняется высокий уровень грунтовых вод. В целях анализа ситуации с повышением уровня грунтовых вод были обработаны данные по наблюдательной скважине № 275, каптирующей водовмещающие породы голоценовых отложений (рис. 2).

Рассматривая данные по изменениям уровня за весь период наблюдений видно, что в целом для наблюдательной скважины характерен естественный режим подземных вод с сезонными пиками и спадами, однако с 2012 года заметен тренд на повышения уровня, следовательно – произошли изменения в приходно-расходном балансе, способствующие накоплению объема воды в водоносном горизонте.

Анализируя построенные графики видно, что для естественного режима воды в скважине характерен среднегодовой уровень в 2,2 м. Однако уже с 2012 года к 2015 уровень подымается до 1 метра от земли (не опускаясь ниже 1,29 метра даже в зимний период), что говорит о существенном накоплении подземных вод за относительно небольшой промежуток времени и свидетельствует о существенных изменениях в части разгрузки подземных вод. Учитывая приречный режим грунтовых вод и стабильно высокие показатель разгрузки до 2011 года был сделан вывод о наличии проблем на реке Тюкалка, которая в основном и осуществляет естественный дренаж исследуемой территории.

В 2014-2015 годах специалистами АО «ОГРЭ», в том числе и автором доклада проводились работы на реке Тюкалка, в ходе которых было выявлено множество инженерных сооружений, препятствующих свободному транзиту масс воды. Основное препятствие было обнаружено в районе пересечение рекой трассы Тюмень-Омск, где свободный поток воды преграждала грунтовая дамба, полностью останавливая течение реки (2014 год). Кроме этого, в ходе изучения дна реки и отбора проб донных отложений выявлены многочисленные участки с наносами мелкой фракции 0,1-0,05 мм (заиливание дна реки), которые значительно снижают фильтрационную способность и снижают подпитку грунтовых вод в период межени.

При повторном обследовании в июле 2015 года было обнаружено, что основная дамба, перекрывающая реку у трассы Тюмень-Омск полностью вскрыта, преград, для свободного тока нет, скорость течения составляет 0,5 м/с.

В настоящее время основной проблемой города Тюкалинска, ведущей к подтоплениям и длительному паводку, является река Тюкалка, зарегулированность которой, на всем протяжении ее течения мешает

свободному транзиту больших потоков воды, особенно остро это ощущается в весеннее время. Уменьшение стока реки препятствует и максимальной разгрузке грунтовых вод, приводя к повышению уровня и подтоплению подземных инженерных сооружений. Кроме того, заиливание дна реки так же снижает разгрузку грунтовых вод. Все это ведет к ухудшению ситуации с подтоплениями.

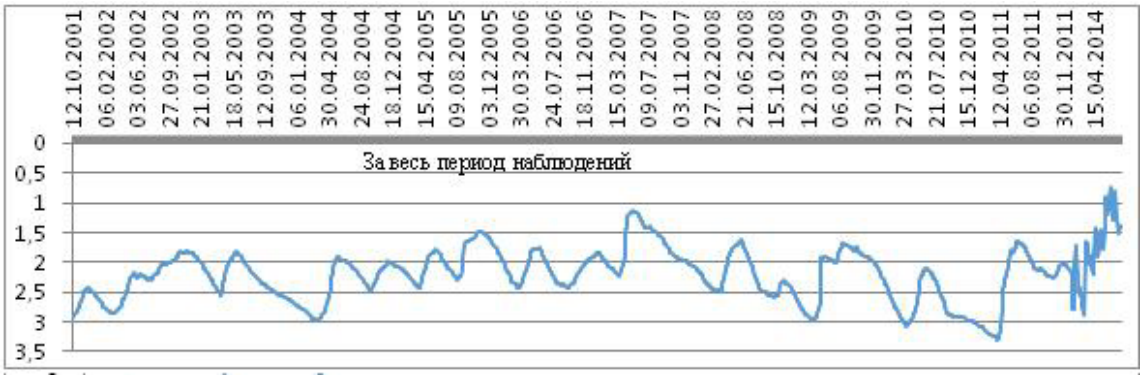


Рис.2. Изменение уровня грунтовых вод с момента ввода скважины №275 в г. Тюкалинске в режимную наблюдательную сеть

Анализ данных по многолетним наблюдениям на режимных скважинах позволяет выявлять «сбои» в сложившейся системе приходно-расходной части грунтовых (в том числе и более глубокого залегания) вод, позволяя выявлять время смены трендов, а, следовательно, и сужая границы, что позволяет ускорить выявления причин произошедшего.

В зависимости от режима подземных вод (междуречном, приречном, склоновом и пр.) к которому относится та или иная наблюдательная скважина, обратить внимание следует на изменения, которые могли произойти в приходно-расходном балансе. В случае нашего исследования для территории со слабой дренированностью [3] в городе Называевске основное влияние на разгрузку оказывает инфильтрация и испарения, менее подверженные антропогенному воздействию, на основании чего и было обращено внимание на «приходную» часть баланса, изменения в котором были вызваны централизованным водоснабжением, без должного оказания внимания водоотведению и дренажу. В Тюкалинске с приречным режимом грунтовых вод и хорошей естественной дренированностью территории, основной вклад в разгрузку осуществляется за счет горизонтального стока в реку, в виду чего основное внимание было обращено именно к ней.

В каждом конкретном случае многолетние наблюдения за режимными скважинами, уровнем воды в них, помогают выявлять изменения, происходящие у нас под ногами, обращать внимание на тенденции, которые происходят в подземных водах, на направления тренда текущих процессов. Всегда можно выявить основные проблемные моменты, определив которые значительно проще наметить пути решения и приложить усилия для нормализации ситуации. Режимные скважины, оборудованные на грунтовые воды, помогают провести анализ риска подтоплений, а, следовательно, и снизить возможные негативные процессы от половодья, обеспечив устойчивое развитие территорий и не подвергая риску населения, снижая ущерб и последствия.

В настоящее время в Омской области из-за уменьшения финансирования наблюдения по государственной опорной сети наблюдательных скважин ведется всего на 14 постах по 22 скважинам, что явно не достаточно для получения полной картины о состоянии грунтовых и подземных вод основных горизонтов (не так давно, еще в 2005 году наблюдения велись по 37 постам на 121 скважине), кроме того из работ выпадают важные исследования химического состава, но несмотря на это даже на основании гидродинамических показателей по столь небольшому количеству скважин, получаемые сведенья способствуют выявлению локальных проблем территорий (отраженные в докладе проблемы с подтоплениями) и помогают в поисках путей выхода из сложившейся ситуации.

Литература

1. Лебедев А. В. Оценка баланса подземных вод // М.: Недра, 1989. – С. 132-135
2. Оленьков В. Д., Шукутина Е. В. Природные циклы подтопления территорий и учет их в градостроительном планировании // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. 2007. №22 (94) С.60-63.
3. Покровский В.Д., Дутова Е.М., Никитенков А.Н., Кузеванеов К.И., Покровский Д.С. Методические подходы к оценке степени дренированности урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1-2.
4. Савичев О. Г., Макушин Ю. В. Многолетние изменения уровней подземных вод верхней гидродинамической зоны на территории Томской области // Известия ТПУ. 2004. №4 С.60-63.
5. СП 131.133.30.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 с изменением №2 от 01.12.2015г. — М.: Минстрой, 2015

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УЧАСТКА НЕФТЕПРОВОДА (КУСТОВОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ХМАО)

М.В. Мерзлякова
Научный руководитель старший преподаватель Н.Н. Бракоренко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Президент России Владимир Путин объявил 2017 год – Годом экологии (Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 №7). Основной целью данного решения является привлечение внимания к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере, и улучшение состояния экологической безопасности страны.

Неотъемлемой частью экологической безопасности является защита подземных вод от загрязнения нефтепродуктами. Непредвиденный разлив нефтепродуктов и их дальнейшее продвижение в грунты и подземные воды приводит к локальному изменению гидрохимического состояния воды. Это, в свою очередь, делает воды непригодными для хозяйственно-питьевого назначения, а также приводит к ухудшению общей экологической обстановки на территории разлива.

Наиболее подвержены загрязнению грунтовые воды первых от поверхности водоносных горизонтов, имеющие тесную гидравлическую связь с поверхностными водами. В этой связи целью данной работы является оценка защищенности подземных вод от загрязнения на примере участка нефтепровода *куст № 12 – т.вр.53 (уч-к т.вр.12/2-т.вр.53) (Кустовое нефтяное месторождение)* протяженностью 929,43 м.

В основу работы положены фактические материалы, полученные во время прохождения производственной практики в ЗАО «Фатум» на территории ХМАО «Югра» [7].

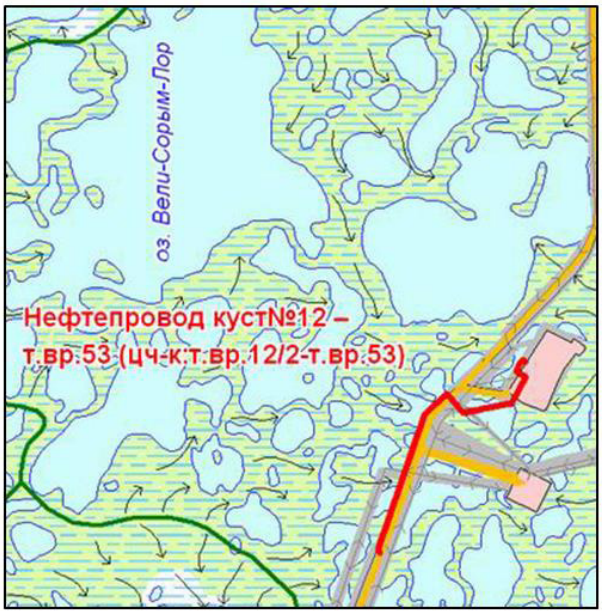


Рис. 1. Схема расположения участка нефтепровода

Кустовое месторождение расположено в Северо-Восточной части Сургутского нефтегазоносного района. Поверхность территории полностью заболочена и покрыта сетью больших и малых озер. Трасса данного нефтепровода проходит в большей степени по заболоченной территории, частично по суходольной местности, а также местами по отсыпанным участкам (рис.1). На своем пути она пересекает различные коммуникации, линии электропередач, автодороги.

По геоморфологическому районированию рассматриваемая территория относится к аккумулятивно-денудационной равнине. В геологическом строении, до изученной глубины 5-15 метров, принимают участие грунты верхнечетвертичного возраста озерно-аллювиального происхождения (пески мелкозернистые), современные биогенные отложения – торф и техногенные образования - насыпной грунт (представленный песком пылеватым) (рис.2).

На период изысканий (2016 год) вскрыт горизонт подземных вод, залегающий на глубине 0,1-2,0 м [7].

Защищенность подземных вод можно охарактеризовать качественно и количественно. В первом случае в основном рассматриваются только природные факторы, во втором - природные и техногенные. Детальная оценка защищенности подземных вод с учетом особенности влагопереноса в зоне аэрации и характера взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами требует, как правило, создания гидрогеохимической модели процессов проникновения загрязнения в водоносный горизонт. Качественная оценка может быть проведена в виде определения суммы условных баллов или на основании оценки времени, за которое фильтрующиеся с поверхности загрязнители достигнут водоносного горизонта (особенности влагопереноса в зоне аэрации и процессы взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами при этом не учитываются).

Балльная оценка защищенности грунтовых вод детально разработана В.М.Гольдбергом [2,4]. Сумма баллов, зависящая от условий залегания грунтовых вод, мощностей слабопроницаемых отложений и их литологического состава, определяет степень защищенности грунтовых вод. Согласно данной методики, условия рассматриваемого участка нефтепровода соответствуют I категории защищенности – **наименьшая защищенность (**вследствие близкого залегания уровня грунтовых вод, отсутствия в зоне аэрации слабопроницаемых грунтов – суглинков, глин и т.д.**)**.

Оценка времени, за которое фильтрующиеся с поверхности загрязнители достигнут водоносного горизонта, может быть оценена по расчетной формуле [3,4]:

$$t = \frac{\mu H_0}{k}\left[\frac{m}{H_0} - \mathrm{Ln}\left(1 + \frac{m}{H_0}\right)\right]$$

где - высота столба загрязнителя (для условного расчета принято -2,5 м), м; - мощность зоны аэрации, м; - коэффициент фильтрации пород зоны аэрации м/сут; – недостаток насыщения.

Так как зона аэрации в представленном разрезе имеет неоднородное строение, расчет общего времени фильтрации проводим путем суммирования частных времен.

$t = \sum t_i$;

В таблице 1 приведены данные и непосредственно расчеты времени инфильтрации загрязнения через толщу мощностью 2 метра.

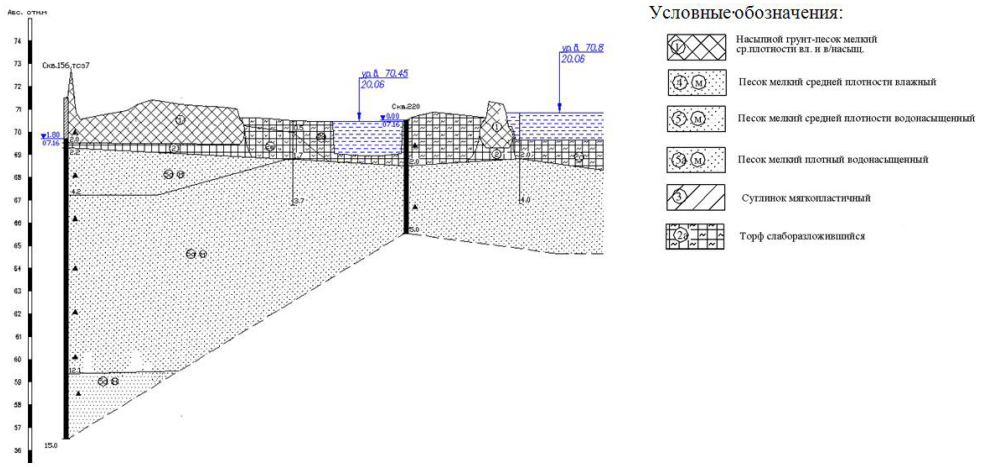


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез участка нефтепровода

Таблица 1

Исходные данные и расчет времени инфильтрации загрязнения

№ п/п	№ скв.	Наименование грунта	Влажность, We, д.е	Пористость, n, д.е	Недостаток насыщения, μ, д.е	Коэффициент фильтрации, k*, м/сут		Время инфильтрации t, сут	
						Min	Max	Max	Min
1	156	Насыпной грунт - песок мелкий средней плотности влажный (мощность 2 м)	0,13	0,63	0,50	1,00		0,26	
2	220	Торф слаборазложившийся (мощность 2 м)	14,31	20,57	6,26	0,10	1,70	33,19	1,95
3	221	Торф слаборазложившийся (мощность 1 метр)	13,56	18,20	4,64	0,10	1,70	7,43	0,49
		Песок мелкий средней плотности водонасыщенный (мощность 1 метр)	0,24	0,64	0,40	1,00			
4	155	Насыпной грунт - песок мелкий средней плотности влажный (мощность 1,2 м)	0,13	0,63	0,51	1,00		2,65	0,26
		Торф среднеразложившийся (мощность 0,8 м)	3,70	6,10	2,40	0,10	1,70		

k* – коэффициент фильтрации для песков взят по справочному пособию [6], для торфа – по данным СибНИИТ [5].

По результатам расчетов можно сделать вывод, что время инфильтрации загрязнения до уровня грунтовых вод различно – от 0,26 до 33,19 сут. Наименьшее время характерно для пород зоны аэрации, сложенных песчаным грунтом – от 0,26 суток.

Данные расчеты проведены с учетом справочных значений коэффициента фильтрации и требуют значительной корректировки с использованием истинных значений, полученных в ходе лабораторного анализа или полевых работ. На сегодняшний день далеко не все изыскательские организации определяют коэффициент фильтрации в практике изыскательских работ при линейном строительстве, ввиду отсутствия требований нормативных документов.

Таким образом, хотелось обратить внимание на важность определения фильтрационных характеристик [1] грунтов при инженерно-геологических изысканиях под строительство нефтепроводов и оценки защищенности подземных вод от загрязнения, что в конечном счете позволит предварительно оценить экологическую опасность загрязнения геологической среды на участках нефтепроводов.

Литература

1. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г.Томска) : диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук — Томск: Б.и., 2013.
2. Бондарик Г. К. Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг. — М.: КДУ, 2007. — 424 с. : ил. — Библиогр.: с. 417-418.
3. Водоснабжение и инженерные мелиорации. Ч.1 Гидрогеоэкологические исследования при решении практических задач: Учеб, пособие для студентов геологических и строительных специальностей/ Под общ. Ред. А.Я. Гаева; Перм. Ун-т. – Пермь, 2005. – 367 с.
4. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.
5. Крамаренко В.В. Формирование состава и физико-механических свойств торфов Томской области: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук — Томск: Б.и., 2004.
6. Солонин Б.Н. Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду. – 2-е изд., перераб. И доп, М.: Недра, 1983, 107 с.
7. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации –Нижневартовск, 2016 год

СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «КИРИЛЛО-БЕЛОЗЕРСКИЙ МОНАСТЫРЬ»

В.В.Невечеря

Научный руководитель профессор В.В.Пендин

Российский государственный геологоразведочный университет имени С.Орджоникидзе, г. Москва, Россия

В настоящее время остро стоит проблема реставрации памятников культурного наследия. Сегодня в процесс реставрации вовлечены специалисты разных направлений и областей науки: историки, археологи, строители, проектировщики, микробиологи. Не последнее место в этом процессе занимают специалисты в области инженерной геологии.

С точки зрения инженерной геологии любое сооружение и грунты основания представляют собой сложную природно-техническую систему (ПТС). Основоположником теории природно-технических систем является Г.К.Бондарик [1], который предлагает выделять несколько иерархических уровней ПТС. Нижним иерархическим уровнем является элементарная ПТС, которая состоит из двух подсистем - искусственно созданной подсистемы «сооружение», и подсистемы, представляющей совокупность природных компонентов - «сферы взаимодействия памятника с геологической средой» (СВ). Теория ПТС распространяется на все типы и виды сооружений, в том числе и на памятники культурного наследия, однако для того чтобы подчеркнуть, что под сооружением понимается памятник архитектуры, выделяют элементарные исторические природно-технические системы (ИПТС). [2,5,6] Также выделяют локальные ИПТС, под которыми, согласно ГОСТ-Р-55945-2014 [2], понимают исторически и композиционно связанные архитектурные ансамбли (храмовые комплексы, монастыри, кремли, усадьбы, фрагменты градостроительной застройки и др.), а также природно-антропогенные ландшафты.

Для решения задач по сохранению и управлению локальными ИПТС была предложена обобщенная структурная схема локальных архитектурных ИПТС [3]. В данном докладе обобщенная схема рассматривается в применении к локальной ИПТС Кирилло-Белозерского монастыря (КБМ) (Рисунок 1), который располагается в 120 км к северо-западу от Вологды.

В составе архитектурной локальной ИПТС **элементарные ИПТС** являются главным системообразующим охраняемым компонентом, так как охрана и сохранность исторических сооружений - главная задача деятельности по управлению локальной ИПТС. В локальной ИПТС КБМ можно выделить 49 элементарных ИПТС различного назначения, созданных на разных этапах функционирования системы, начиная с конца 15 в. Общее состояние системы определяет состояние искусственной подсистемы – исторических сооружений, «Памятников». В

качестве главных характеристик искусственной подсистемы, определяющих ее состояние, выделяют: видимые деформации, характеризующие состояние несущих конструкций, состояние конструкций фундаментов и свайного основания, температурно-влажностной режим сооружений. [5] В докладе приводится краткая характеристика искусственной подсистемы однотипных элементарных ИПТС, созданных в одно время и описание деформаций памятников, вызванных процессами, происходящих в «СВ».

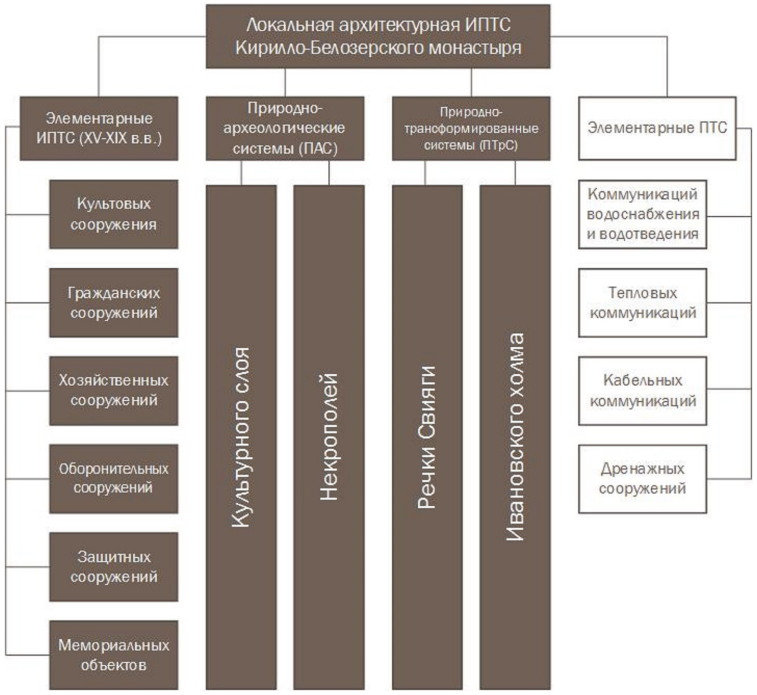


Рис. Схема локальной архитектурной ИПТС Кирилло-Белозерского монатыря

Почти все исторические сооружения разного назначения неоднократно перестраивались и реставрировались. В 20 веке реставрация ставила своей целью сохранение и приспособление зданий для новых функций, прежде всего музейного показа. Комплексная реставрация в 21 веке с использованием новых реставрационных и строительных технологий дает возможность на качественно новом уровне приспособить исторические сооружения для музейного показа в условиях возросшей экскурсионной нагрузки и технических требований. Комплексная реставрация за последние 20 лет была проведена для Братских келий, ц. Введения с Трапезной палатой, домика келаря, Успенского собора.

Природно-археологическая система (ПАС) – это функционально единая совокупность памятников археологии и окружающей их природной среды. [2] В локальной ИПТС Кирилло-Белозерского монастыря ПАС состоит из подсистем собственно культурного слоя и захоронений (некрополи).

Под культурным слоем (КС) понимается слой накоплений, сформировавшийся в приповерхностной части литосферы в результате хозяйственного освоения территории и содержащий следы материальной культуры. [2,4] Этот слой является продуктом антропогенной (хозяйственной) деятельности человека и может быть рассмотрен как главный компонент природно-археологической системы КБМ.

На исследуемой территории культурный слой имеет повсеместное распространение, он образовался в результате строительной и хозяйственной деятельности, залегает с поверхности, имеет сложную структуру. Культурный слой состоит из толщи техногенных грунтов, различного литологического состава, содержащих артефакты, а также, фрагменты фундаментов несохранившихся зданий, деревянных конструкций.

Техногенный грунт на территории монастыря представляет слоистую толщу. В большинстве случаев она многослойная. Толщина прослоев не выдержана по разрезу и площади. Однако, встречаются участки, где проводилась целенаправленная отсыпка однородного грунтового материала при работах по инженерной подготовке или планировке территории. В этих случаях техногенный грунт имеет слоистое строение с преобладанием слоя грунта одного состава по мощности. По составу компонентов и структуре техногенных грунтов было выделено 8 разновидностей культурного слоя КБМ и составлена схематизированная карта распространения техногенных грунтов.

На территории историко-архитектурных ансамблей, которые рассматриваются как локальные архитектурные ИПТС, часто находятся различные природные объекты такие как речки, ручьи, водоёмы, холмы, которые в связи с длительным периодом хозяйственной деятельности человека подвергались значительным изменениям («трансформациям»). Рассматривать эти объекты как природные системы не корректно, в этой связи они представлены как природно-трансформированные системы (ПТрС). В структуре локальной ИПТС Кирилло-Белозерского монастыря выделение природно-трансформированных систем обусловлено присутствием на территории измененных природных объектов - речки Свияги, Успенского и Ивановского холмов. В докладе

обосновывается возможность рассмотрения р.Свияги и холмов как ПТрС.

Новое капитальное строительство, влекущие за собой создание новых природно- технических систем, на территории монастыря не велось с 19 в. Во второй половине 20 в. началась активная музеефикация исторического ансамбля и благоустройство территории, что потребовало решения проблемы центрального отопления и прокладки инженерных сетей. Проблема с централизованным отоплением зданий решилась путем устройства местной котельной в торце Братского корпуса, и прокладкой теплотрасс по центральной части территории монастыря. Размещение инженерных сетей на территории связано с расположением главных экспозиционных и служебных зданий музейного комплекса. Особенно активно прокладка новых и модернизация старых инженерных сетей осуществляется с начала 2000-х годов. Прокладка коммуникаций проводится в траншеи глубиной 1,0-1,5 м. В 2011 году начались и были завершены работы по созданию защитных дренажных сооружений вокруг Успенского собора.

Своим докладом мне бы хотелось показать сложность и многогранность структуры ИПТС Кирилло-Белозерского монастыря, объединяющей объекты различного типа, назначения, возраста. При планировании реставрационных работ на любом участке монастыря, необходимо учитывать то, что все объекты, входящие в локальную ИПТС, взаимодействуют между собой. Это позволит предотвратить ситуации, при которых реставрация одного объекта влечет за собой повреждение другого.

Литература

1. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерная геология. Вопросы теории и практики. Философские и методологические основы геологии. – М.: КДУ, 2015, с.140-145.
2. ГОСТ Р 55945-2014. Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям для сохранения объектов культурного наследия. М.: Стандартинформ, 2014.
3. Невечеря В.В., Пендин В.В. Структура локальных исторических природно-технических систем // Материалы XII общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий В строительстве в Российской Федерации» – Москва.: ООО «Геомаркетинг». 2016, с. 532-537.
4. Никифоров А.А. Культурный слой и его значение в сохранении памятников истории и культуры//М. МГГА, 1995.
5. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. // СП. ПГУПС, 2013.
6. Пендин В.В., Заботкина Л.В., Подборская В.О. Предложения по классификации исторических природно-технических систем // Геология и разведка. Москва, 2012, №3, с.56-62.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВЫЯВЛЕНИИ НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕ-ЧУСОВСКИЕ ГОРОДКИ

П.В. Некрасов

Научный руководитель профессор Т.В. Карасёва

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

В нынешней отечественной и зарубежной литературе, мало затрагивается проблема взаимоотношений воды и нефти в пласте-коллекторе.

Освещение данной проблемы ведётся в двух направлениях, в зависимости от характера взаимоотношений воды с нефтью. Первое направление – это где вода и нефть рассматриваются как геохимические ассоциации, являющиеся результатом биохимических процессов, т.е. вода считается или как побочный продукт процесса нефтеобразования, или как активный агент в процессе образования нефти. Второе направление – то, где вода трактуется только как активный физический спутник нефти [1].

Первая промышленная нефть на Урале получена из скважины №20 б. геологического комитета в Верхне-Чусовских городках 16 апреля 1929 г, при оконтуривающих работах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей под руководством П.И. Преображенского.

Сначала эксплуатации до 1.09.1934 г, добыто 45 тыс. тонн нефти и весьма незначительное количество воды. В эксплуатации пребывало 28 скважин, причём среднемесячная добыча в среднем, за этот период, составляла 125 тонн, а среднечасовая – 0,32 тонны [2].

Залежь приурочена к поднятию брахиоподово-мшанковых известняков (известняки эти кавернозны, трещиноваты, реже мелкопористы). Под брахиоподово-мшанковыми известняками залегают, почти горизонтально, без отчётливо тектонических нарушений, криноидно-мшанковые известняки, подстилаемые в свою очередь фузулиновыми известняками.

Таблица 1

Данные о составе нефти

Содержание в %			
C	H	S	O+N
84,9	2,79	4,20	1,11

При этом основное, что характерно для Городковской нефти – это большая вязкость, её высокий удельный вес,

колеблющийся в пределах 0,95-0,969, при высоком содержании бензиново-лигроиновых фракций, составляющих около 24% (23,23-24,85). Высокое содержание как серы (4,12-5,4), так и акцизных смол (54,5). Содержание парафина по данным одного анализа невелико. Нефть даёт асфальты (дорожные битумы) высокого качества. Кровля нефтеносной части известняков встречается, в зависимости от расположения эксплуатационных скважин, на глубине 314-354 м, опускаясь в скв. №1-а до 370м. Мощность нефтеносной части по данным описания керна на эксплуатационных скважинах колеблется для большинства скважин от 42 до 76м. Однако на протяжении указанных мощностей известняки обладают как различным характером и количеством пустот, так и различной нефтенасыщенностью.

Газ: Содержание его колеблется в пределах от 58,9 до 82,9%. Газ может быть отнесён к сухим. Содержание этана составляет от 4,4 до 19%. Пропана ещё меньше, чем этана от 1,3до 14,8%. Содержание бутана от 0,6 до 5,4%. Азот с редкими газами составляет от 6,8 до 17%. Количественное определение для редких газов отдельно дало содержание аргона, криптона и рения 0,002 – 0,032%.

Данные таблицы 2 показывают, что пористость более 10 % установлена в 5 образцах и в более 5% в 12 из 53. Для остальных пористость колеблется от 0,21 – 4,31%. По данным таблицы, преобладают цифры пористости от 1 до 3 % .[4].

Необходимо однако помнить, что здесь мы имеем дело не с песками и песчаниками, а с известняками, где в плотной основной массе могут иметь место отдельные каверны весьма значительного размера. Поперечное сечение этих каверн даёт размеры нам незнакомые по псаммитовым коллекторам. Такая пористость давая высокую проницаемость в отдельных ходах – кавернах не обеспечивает значительной общей проницаемости. Цифровым материалом мы пока не располагаем, но определения проницаемости в лабораторных условиях ведутся.

Сущность проблемы заключается в том, что в противовес структурной (антиклинальной) теории образования нефтяных месторождений, выдвигается гидравлическая теория, в которой главным активным агентом в аккумуляции нефтяной залежи, является вода, движущаяся как под действием гидростатического напора и вследствие силы тяжести.

На примере месторождения, устанавливается весьма тесная и глубокая связь гидрогеологических условий с геологической структурой, проявившуюся в определённых закономерностях. Так, хлор-кальциевые воды нижнего кунгура условиями своего пространственного распространения, отображают в плане местоположение купольной части глубинной верейской структуры. Исходя из того, что хлор-кальциевые воды кунгура имеют ближайшим химическим аналогом воды верейской толщи, допускается положение о вертикальной миграции их на последней по трещинам пород. Факт совместного залегания в толще н. кунгура хлоркальциевых вод с нефтью, расценивается на фоне вышесказанного, как прямое свидетельство в пользу вторичного происхождения последней, т.е. кунгурская нефть как и хлор-кальциевая вода, мыслится трещинными дериватами верейской водо-нефтеносной толщи. Механизм миграции с глубин воды и нефти мыслятся в форме инъекции (интрузии) по трещинам пород внутрикупольной части структуры в момент формирования последней под действием тектонических напряжений [3]

Таблица 2

Данные о результатах определения пористости вмещающих пород

№ № скв.	89			62		104		58		91	
Пп	Глуб. метр.	% пор.	% пор.	Глуб. метр.	% пор.	Глуб. метр	% пор.	Глуб. метр.	% пор.	Глуб. метр.	% пор.
1	337	1,81	1,01	288	0,92	285-295-	1,29	307	3,7	362	29
2	345	0,98	4,31	312	1,4	299-307	1,01	313	1,57	362	240
3	351	1,3	1,47	323	0,21	307-	6,78	313-	3,07		
4	357	10,49	13,85	336	2,33	307-313	7,23	328	1,24		
5	357-360	10,19	8,96	342	2,17	313-324-	0,72	345	3,58		
6	358-362	8,39	13,2	368	2,02	313-324	0,35	-	-		
7	362-372	3,05	3,07	389	3,53	353,9-361,8	1,53	-	-		
8	372-378	3,16	0,59	397	0,62	354,9-361,8	2,92				
9	380	16,8	6,75	-	-	361,8-367,9	1,7				
10	386	1,06	3,16	-	-	375	2,18				

Итоги и выводы

Установлено, что некоторые гидрогеологические закономерности в размещении вод по разрезу пород, находятся в прямой функциональной зависимости от форм и характера происхождения вмещающей их структуры. В этом случае вода, рассматриваемая неразрывно от общего геолого-гидрогеологического комплекса, послужила руководящим фактором в выявлении и изучения нефтеносной структуры.

На основе изучения физико-геологических условий нефтяного месторождения, по нашему методу, установлено наличие капиллярного режима. При этом главной движущей силой является расширение растворённого в нефти газа. Явление Жамена в крупных кавернах, естественно, не имеет места. Подстилающая нефть вода перемещается незначительно. Подъём воды значителен лишь в наиболее пористых участках водо-нефтяного контакта. Вместе с тем необходимо ещё раз указать, что название капиллярного можно придать режиму Городковского месторождения условно [3].

Существо вопроса сводится к тому, что воде, сопутствующей нефти и обладающей гидростатическим напором, приписывается в некоторых случаях активная роль в создании пластового давления в нефтяной залежи, вследствие чего, в последней обуславливается режим гидравлического характера [1].

В 1933 году нефтепромысел добыл рекордных 15 тысяч тонн нефти, после чего дела пошли на спад. Верхнечусовской промысел прекратит добычу в 1945 году. Всю свою нефть, до последней тонны, этот маленький артинский риф отдал Великой Победе.

Литература

1. Куканов В.М. – Гидрогеологические условия, как фактор в выявлении и изучении нефтеносных структур. Отчёт. 1939 г. Москва, 98 стр.
2. Максимович Г.А. Режим нефтяного месторождения Верхнее-Чусовские городки. Отчёт. 1934 г. Пермь. 17 стр.
3. Сулин.В.А., Гоптидзе К.Л., Блинков М.И., Варов А.А., Гуляева Л.А. – Материалы по геологии, гидрогеологии и разведочным работам Верхнечусовского района Уральской области. 1933г. Онти М.Л. -- 136 стр.
4. Сулин.В.А., Варов А.А. – Нефтяные месторождения рифовых фаций известняков на Урале. Нефтяное хозяйство 1932г., № 11-12, стр. 263-268, 1933г. №1,--стр. 21-24.

ДИНАМИКА ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА «УДАЧНЫЙ»

А.Е. Поскотинов

Научные руководители: профессор Е.М. Дутова, доцент Кузеванов К.И.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

На каждом горнодобывающем предприятии, осуществляющем добычу полезного ископаемого открытым или подземным способом, необходимы прогноз водопритоков и организация водоотведения из горных выработок. Особо остро этот проблема стоит перед алмазодобывающими предприятиями Западной Якутии, где в выработки поступают крепкие и весьма крепкие рассолы, которые агрессивны к оборудованию, размещенному в карьерах и к инженерным конструкциям подземных рудников. В этом отношении рудник Удачный» не является исключением. На участках активного капежа рассола проявляется рост вторичных минеральных новообразований, их агрегаты имеют вид сталактитов и сосулек, а при скоплении большого объема не только представляют опасность обрушения, но и затрудняют выполнение операций производственного цикла. Обстановка осложняется нефте- и газопроявлениями. Растворенные взрывоопасные газы способствуют повышению опасности при эксплуатации месторождения. Интенсивность негативных явлений определяется исключительно объемом и интенсивностью притоков рассола в горные выработки. Для прогноза и предотвращения газовыделений и вторичного минералообразования, обусловленных притоками рассола, необходимо оценивать их динамику и исследовать закономерности формирования.

Фактическим материалом для написания данной работы послужили материалы, предоставленные геологической службой Удачнинского горно-обогатительного комбината, где автор проходил преддипломную практику летом 2016 года.

Кимберлитовая трубка Удачная – крупнейшее в России коренное месторождение алмазов, располагается в Далдыно-Алакитском кимберлитовом поле Якутской алмазоносной провинции. Трубка состоит из двух сопряженных рудных тел – западного и восточного. В верхней части осадочного разреза тела соприкасаются, но, начиная с глубины 250 метров они разобщаются.Добыча на месторождении осуществлялась открытым способом, начиная с 1967 года. В 2014 году был введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс подземного рудника «Удачный» и на данный момент добыча ведется исключительно подземным способом.

Горно-геологические условия трубки и осадочного разреза характеризует – сложная гидрогеологическая обстановка, обусловленная распространением в разрезе хлоридных кальциевых газонасыщенных рассолов, нефте- и газонасыщенностью вмещающих пород и кимберлитов, а также приуроченностью месторождения к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП).

В районе трубки Удачной выделяются все типы подземных вод по взаимоотношению с ММП – над-, меж- и подмерзлотные, преобладающими из них являются подмерзлотные. Согласно гидрогеологической стратификации

разреза, предложенной А.В. Дроздовым 2003 г, в Далдыно-Мархинском криогидрогеологическом резервуаре выделяется три водоносных комплекса: верхнекембрийский, среднекембрийский и нижнекембрийский.

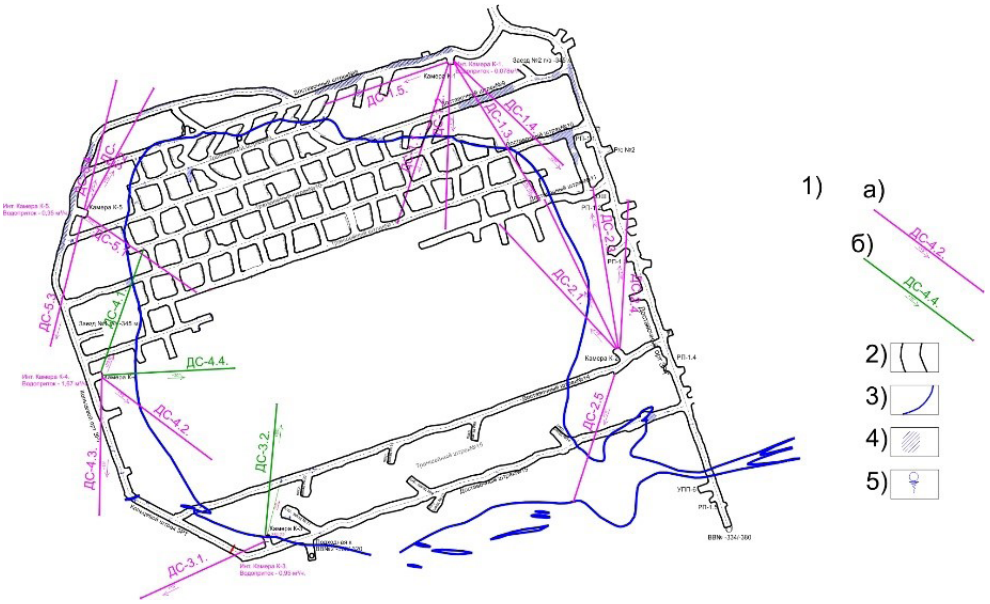


Рис. 1. Схема расположения дренажных скважин в очистных выработках западного рудного тела трубки Удачная (по плану горных работ 2016 г):
1 – пробуренные скважины: а – дренажные; б – дренажные, имеющие доказанную или предполагаемую гидравлическую связь с карьером «Удачный»; 2 - контур пройденных выработок; 3 – контур рудного тела по горизонту -365 м;
4 – интервалы водопроявлений; 5 – точка водопроявления

Основным источником обводнения полезного ископаемого при подземной отработке является среднекембрийский водоносный комплекс (СВК) и водонасыщенные зоны рудных тел. Комплекс приурочен к переслаивающимся карбонатным отложениям известняково-доломитовой толщи ($Є_2id$) и карбонатным отложениям верхней пачки удачнинской свиты ($Є_{1-2}ud_2$). В комплексе выделяется два водоносных горизонта, обладающих повышенными фильтрационными свойствами. Этот водоносный комплекс является самым водообильным, его гидродинамические параметры характеризуются высокой степенью изменчивости.

В очистных выработках западного рудного тела на горизонте -365 м пройдено свыше 20-ти дренажных скважин, они используются как для водоотведения, так и в целях наблюдений. Дренажные скважины пробурены веерами, устья скважин располагаются в камерах и оборудованы запорной арматурой (рис. 1).

В рамках мероприятий по гидрогеомеханическому мониторингу, в скважинах, с определенной периодичностью, определяется приток рассола, минерализация и характер изменения давления в скважине. Нами обработаны первичные материалы этих наблюдений и представлены в графическом виде (рис. 2, 3).

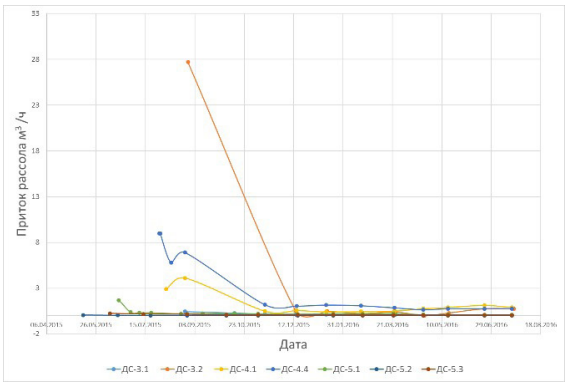


Рис. 2. Сводный график изменения притока рассола в дренажных скважинах западного рудного тела

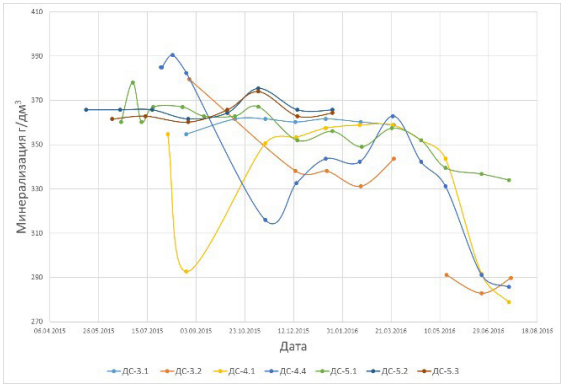


Рис. 3. Сводный график изменения минерализации рассола в дренажных скважинах западного рудного тела

На сводных графиках отчетливо прослеживается характер изменения величины водопритока, позволяющий выделить две группы скважин. К первой можно отнести скважины с низкой интенсивностью колебания

водопритока, не превышающей 1,7 м^3/ч, во вторую группу объединены скважины, у которых амплитуда колебаний притока существенно превышает указанный предел 1,7 м^3/ч.

Наибольший интерес представляет вторая группа, в которую входят три дренажные скважины: ДС-3.2, ДС-4.1 и ДС-4.4. В этих выработках характер изменения водопритока резко отличается от всех остальных. Так, например, в течение второй половины 2015 года в скважине ДС-3.2 приток рассола изменялся в пределах от 27,7 до 0,55 м^3/ч, в скважине ДС-4.1 от 4,1 до 0,57 м^3/ч, а в скважине ДС-4.4 от 9 до 1,2 м^3/ч. Выявленные аномально высокие притоки рассола можно связать с повышенной инфильтрацией атмосферных осадков сезонного характера в летний период за счёт перетоков из карьера в рудник через систему гидродинамически связанных скважин. В остальное время года динамика водопритоков относительно ровная, не имеющая резких пиков. В других скважинах первой группы колебания притока рассолов не превышают 1,7 м^3/ч, не имеют сезонной периодичности и отражают глубинный характер питания. Аномально высокие водпритоки с явно выраженной сезонной цикличностью, выявленные в скважинах ДС-3.2, ДС-4.1 и ДС-4.4 объясняются предполагаемой гидродинамической связью этих скважин с карьером «Удачный».

По поведению графиков изменения минерализации можно также разделить скважины на две группы. Скважины, отнесенные к первой группе, имеют низкую амплитуду колебаний минерализации по времени. Максимальный размах значений фиксируется на графиках в мае-июне 2016 года на фоне резкого падения минерализации. Вторая группа, объединяющая скважины ДС-3.2, ДС-4.1 и ДС-4.4 проявляет особый характер поведения, отличающийся большей степенью изменчивости минерализации. Максимальные значения солености в этих скважинах установлены в августе 2015 года, минимумы фиксируются с августа по март. Схожий характер кривых подчеркивает наличие общего источника питания, подверженного изменениям состава природных растворов.

Это косвенно может свидетельствовать о наличии процессов смешения подземных и поверхностных вод. Сложная форма графиков временной изменчивости отражает затрудненный характер гидравлической связи подземных горных выработок с поверхностными источниками восполнения запасов подземных вод. Тесноту такой связи вероятно контролирует структура системы трещиноватости горного массива, плохо поддающаяся изучению. Синхронные режимные наблюдения за поведением уровней и состава поверхностных и подземных вод в горных выработках позволяют уточнить характер граничных условий для прогноза водопритоков.

Литература

1. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. — Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. — 507 с.
2. Дроздов А. В. Горно-геологические особенности глубоких горизонтов трубки Удачной // ГИАБ. 2011. №3.
3. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2009. – 314 с.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД Г.ПЕРМИ

Е.Л. Проничева

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.М. Тюрина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Подземные воды г. Перми, как и любого крупного города, подвержены загрязнению. Попадание загрязняющих веществ в подземные воды происходит через поля фильтрации, где скапливаются хозяйственно-бытовые и промышленные отходы. Значительную роль в загрязнении экосистемы играет использование противогололедных реагентов. Повышенное содержание солей в реагентах вызывает засоление талых вод, предопределяя их подщелачивание[1,2]. Возрастание минерализации до показателей выше фоновых, ПДК, общей жесткости и концентрации нитратов указывает на загрязнение подземных вод. [3,6].

На территории г. Перми выходят на поверхность воды шешминского терригенного комплекса и воды четвертичного аалювиального горизонта[4]. Состав грунтовых вод г. Перми пестрый, изменяется во времени. Воды метаморфизованы. Например, воды аллювиального четвертичного горизонта прошли полную метаморфизацию из вод нитратной формации до вод сульфатной формации (Табл. 1)

Таблица 1

Химический состав родниковых вод г. Перми, мг/л, средние значения

Период	Общ. Минерализация	Анионы			Катионы		
		SO_4	Cl	NO_3	Ca	Ma	Na+K
Шешминский водоносный комплекс							
1961-1964	695,1	71,5	60,7	91,8	113,2	15,9	60,3
1980-1987	889,9	85,6	68,5	96,4	122,5	18,0	62,7
1990-1995	893,8	181,5	78,5	99,8	132,7	19,3	63,2
2000-2006	843,7	171,9	68,3	70,0	140,3	28,7	67,5
2006-2016	758,3	167,3	64,3	60,3	114,3	32,9	78,9
Фон	441,4	25,5	9,2	5,2	69,7	20,2	15,0
Аллювиальный четвертичный горизонт							
1961-1964	254,3	33,0	36,3	82,9	39,0	9,1	20,3
2000-2006	467,6	134,0	58,6	61,0	31,4	13,1	56,2
2006-2015	427,3	138,2	59,8	11,0	63,7	13,8	37,4

Родниковые воды шешминского терригенного комплекса

На начальном этапе исследования воды бассейна междуречья р.Мотовилихи и р.Язовой имели HCO3 – NO3 – Ca состав, который затем сменился на HCO3 – SO4 – Ca[3]. Усиление роли сульфатов связано с промышленным развитием, и, как следствие, загрязнением подземных вод города. Среднее значение pH составляет 7,2 и изменяется в диапазоне от 5,4 до 8,6Общая минерализация в большей степени определяется содержанием SO42. Это наглядно демонстрируют построенные графики(рис 1). Содержание нитрат-иона обусловлено бытовым загрязнением. На территории микрорайона повсеместна деревянная застройка, так же пролегает автомобильная дорога с большим траспортным потоком. Вода родников в течение всего периода наблюдений непригодна для питья, так как превышено ПДК по нитратам.

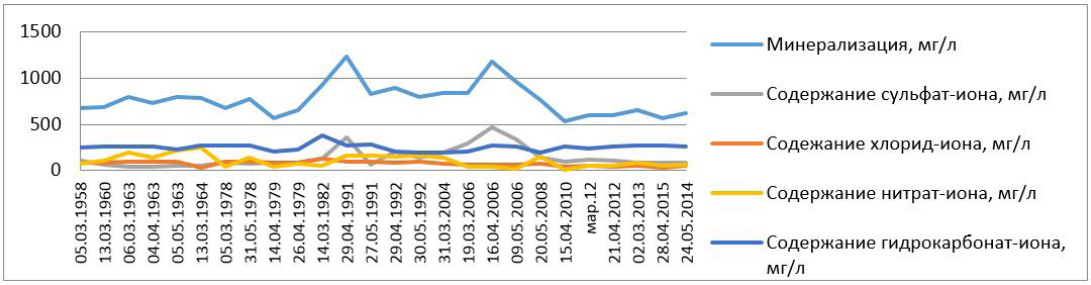


Рис. 1. График изменения общей минерализации и содержания анионов в весенние периоды, ул. Соликамская, 2(междуречье р. Мотовилихи и р. Язовой)

В пределах бассейна р.Таложанки преобладает деревянная застройка, которая способствует бытовому загрязнению. Среднее содержание нитрат-иона превышает ПДК более чем в 2 раза, вода непригодна для питья. В 1991 воды относились к гидрокарбонатной формации, затем с 1992 г. преобладает сульфатная формация, уступив гидрокарбонатной в 2013 году

В пределах бассейна р. Гайвы рассмотрены 2 родника. Наблюдение ведется с 2003г. Формация – гидрокарбонатная. Экологическое состояние родника около Изоляторного завода – удовлетворительное на всем

периоде наблюдений, вода пригодна для питья. Путем расчета коэффициента корреляции определено, что наибольшее значение на формирование состава оказывает присутствие SO4.

В пределах бассейна р. Данилихи рассмотрены 2 родника – ул. Овчинникова,11; ул. Яблочкова, 37. Повышенная минерализация - следствие увеличения концентраций сульфат- и нитрат-ионов,что говорит о бытовом и промышленном загрязнении. Содержание последних превышало ПДК в 2,5 раза. Содержание нитрат-иона на ул. Яблочкова, 37 превышает ПДК.Преобладающей фацией на левобережье р. Камы является гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевая. Повышенная минерализация связана с сульфатным загрязнением.

Родниковые воды аллювиального четвертичного горизонта

Ситуация, представленная в Кировском районе существенно отличается от других районов города. Во первых, в Кировском районе происходит разгрузка четвертичного аллювиального горизонта подземных вод, во вторых главенствующее положение в формировании химического состава подземных вод до недавних пор занимал нитрат-ион (табл. 1).

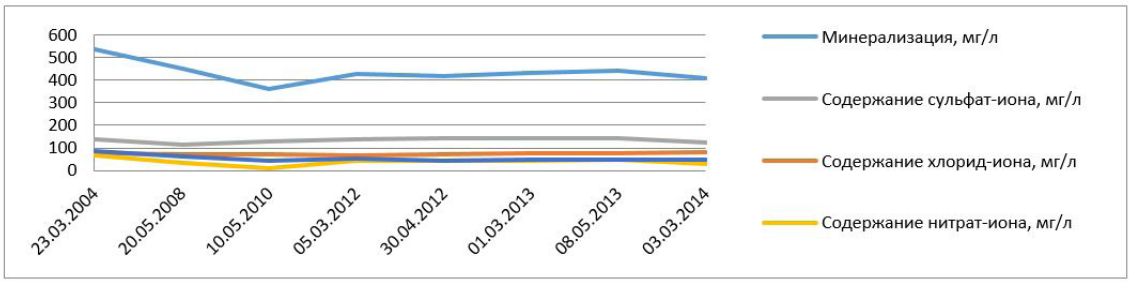


Рис. 2. График изменения химического состава воды, ул. Кировоградская, 110

Кировский район – один из наиболее отдаленных районов города. Многоэтажное строительство в Закамске практически не производилось. Территория использовалась для деревянной застройки. Преобладало бытовое загрязнение. В 1960е годы содержание нитратов в водах аллювиального четвертичного горизонта превышало ПДК почти в 2 раза Формация вод – нитратная. Воды по составу NO3-Ca.В современных условиях Кировский район – перспективен для многоэтажной застройки, занимающей место частного сектора. Произошла полная метаморфизация грунтовых вод, формация сменилась с нитратной на сульфатную. Состав вод SO4 – Ca (рис.2). В настоящее время масштабы нитратного загрязнения несколько уменьшились, предполагаемая причина – уменьшение деревянной застройки, развитие канализационной сети.

Многолетнее наблюдение за химическим составом грунтовых вод показало, что вода из большинства существующих родников непригодна для питьевого водоснабжения. Частичной метаморфизации подверглись грунтовые воды всех притоков р. Камы. Необходимо производить дальнейший мониторинг состояния подземных вод, принять комплексные меры по защите от бытового и промышленного загрязнения.

Литература

1. Ворончихина Е.А., Щукин А.В., Щукина Н.И. К оценке геохимического состояния урбоэкосистемы Перми в связи с использованием противогололедных реагентов// Географический вестник. Пермь, 2014, №2, С. 78 – 94.
2. Ворончихина Е.А., Щукин А.В., Щукина Н.И. Влияние противогололедных реагентов на состояние городской среды// Звезда. Пермь, 2014, № 14.
3. Морозова Е.В., Мясников Н.А., Проничева Е.Л. Ретроспективный анализ миграции гидрокарбонат-иона в грунтовых водах г. Перми// Геология в развивающемся мире, том II. Пермь, 2015, С. 186 – 188.
4. Мошковский В.И.(ответственный исполнитель) Гидрогеохимическая карта СССР масштаба 1:200000, лист О-40-XV за период 1971 – 1973гг. Пермь, 1973
5. Проничева Е.Л. Агрессивность грунтовых вод на территории г. Перми// Геология в развивающемся мире, том II. Пермь, 2016, С. 500 - 503
6. http://www.permecology.ru, Доклады об экологическом состоянии Пермского края за 2001 – 2015 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

З.В. Проскурякова
Научный руководитель доцент Ю.Н. Диденков
Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Вода – важнейший природный ресурс человечества. Вода присутствует во всех сферах жизнедеятельности человека. Сегодня с полным основанием следует говорить о фундаментальной ценности воды, поскольку она является незаменимым и не заменяемым полезным ископаемым. При этом ни экономика, ни сама жизнь не могут существовать без нее. Именно поэтому вода является темой многих крупнейших форумов планеты.

Задача проводимых исследований заключается в обосновании ключевой роли рифтогенеза в формировании структурно-гидрогеологических условий Байкальского региона.

Главной особенностью зоны рифтогенеза является ее континентальное расположение, которое позволяет проводить детальные и всесторонние исследования региона. Исследуемая кайнозойская рифтовая система является областью спрединга земной коры, расположенной на стыке юга Сибирской платформы и Байкальской горной страны. Ее протяженность составляет более 2500 км, представленных чередующимися хребтами и впадинами от Токкинской до Бусийнгольской. Геологический разрез сложен породами от архея-протерозоя до современных кайнозойских отложений, которыми выполнены верхние части впадин.

Рифтогенез – это многофакторный эндогенный процесс, заключающийся в растяжении, утонении и дроблении земной коры в условиях высоко поднятого мантийного диапира. Ведущими компонентами рифтогенеза являются флюидная геодинамика и тектонические движения.

В процессе рифтогенеза генерируются листрические разломы сбросового типа, по которым происходит движение одних геоструктурных блоков относительно других. В настоящее время движение блоков продолжается – это формирует морфоструктурный облик региона [5]: опущенные блоки – впадины, поднятые блоки – «плечи» рифта и межблоковые тела – разломы.

Дегазация верхних слоев мантии является основным источником формирования восходящего высокотемпературного эндогенного флюида. Согласно моделированию, проведенному С.В. Лысак, температура на верхней границе диапира достигает 800-1000°С [4], что продуцирует значительные температуры флюида. По флюидоканалам (глубоким разломам), продукты преобразования водного флюида поднимаются к поверхности и смешиваются с атмосферными водами, выходят на поверхность или перехватываются на доступных глубинах скважинами. В составе преобразованного флюида преобладают пресные и ультрапресные воды с растворенными в них газами, в основном, CH_4 и CO_2.

Многолетние химико-аналитические и изотопные исследования, а также структурно-гидрогеологический анализ (СГГА) позволили установить аномальный вынос мантийного гелия в котловине озера и юго-западной части региона (в центральной и южной котловинах изменение соотношения $^3He/^4He$ составляет от $0.20 \cdot 10^{-6}$ до $1.15 \cdot 10^{-6}$, при увеличении в Тункинской долине до $7.7\text{-}8.9 \cdot 10^{-6}$) на фоне гидрогеохимических инверсий и отсутствия повышения содержания микрокомпонентов в гидрохимическом профиле воды Байкала.

В целом, структурно-гидрогеологический анализ – это комплексный подход к проведению гидрогеологических исследований, основанный на выделении геологических структур с идентичными процессами формирования гидрогеологических условий в них.

В результате СГГА выделяются три типа гидрогеологических структур: обводненные разломы, гидрогеологические бассейны, гидрогеологические массивы [6].

Проведенные исследования с использованием структурно-гидрогеологического анализа и физико-химического моделирования позволили выделить в пределах БРЗ пять типов гидрогеологических бассейнов: Байкальский, Усть-Селенгинский, Тункинский, Баргузинский, Чарский. Данная систематизация проведена на макроуровне и отражает, в первую очередь, геолого-структурные особенности бассейнов. Крупномасштабное районирование внутри каждого типа даст информацию для изучения закономерностей распределения подземных вод на более высоком уровне, что повысит достоверность дальнейшего прогнозирования крупных скоплений как холодных, так и термальных подземных вод.

В пределах рассматриваемого региона произведено районирование гидрогеологических массивов применительно к высотной поясности горных структур на высокогорные, среднегорные и низкогорные, а также обводненных разломов по глубине заложения – на приповерхностные и глубокие. От высоты горного сооружения зависит его подверженность процессам выветривания, что определяет наличие, мощность и состав почвенного покрова.

Выделение глубоких и приповерхностных обводненных разломов продиктовано их глубиной заложения, определяющей формирование состава трещинно-жильных вод. Важную роль для выделения этого типа гидрогеологических структур, наряду со структурным положением, играет время их заложения и цикл последней активизации. Древние, залеченные разломы практически не имеют гидрогеологической значимости.

Результаты выполненных структурно-гидрогеологических исследований приводят к следующему:

1. Ведущим геологическим процессом формирования природных вод Байкальского региона является рифтогенез и сопровождающие его флюидная геодинамика и тектонические движения.
2. Применительно к основным геоструктурным блокам земной коры региона обосновано выделение трех типов гидрогеологических структур: бассейны – рифтовые впадины; гидрогеологические массивы –

горное обрамление впадин и обводненные разломы. Становление и развитие структур происходит в уникальной геодинамической обстановке – континентальном рифтогенезе, что создает специфические гидрогеологические, гидрогеохимические и гидрогеотермические условия формирования состава и свойств гидросферы. В результате формирование ресурсов и состава природных вод региона обусловлены не только процессами преобразования атмогенных вод, но и привлечением компонентов, а также продуктов генерации восходящего эндогенного флюида.

3. Обоснованы критерии (классификационные признаки) и выделены гидрогеологические структуры более высокого порядка.

4. Выполненное структурно-гидрогеологическое районирование и картографирование региона в различных масштабах позволяет определять перспективные участки локализации подземных вод разного состава и целевого использования и результативно осуществлять поисково-разведочные работы.

5. Кластерный анализ микрокомпонентного состава гидротерм Байкальского региона свидетельствует о необходимости корректировки существующих классификаций термальных вод, опирающиеся только на их газовый и анионный состав.

Литература

1. Диденков Ю.Н., Склярова О.А., Чернышова З.В., Брензей В.И., Вергун А.В. Анализ микрокомпонентного состава природных вод Байкальской рифтовой зоны//Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «ГЕОНАУКИ». Вып. 10. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. – С. 167 – 172.
2. Диденков Ю.Н., Вергун А.В., Проскурякова З.В. Микрокомпонентный состав лечебных гидротерм Хубсугульского региона (северная Монголия)//Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов (материалы I международной научно-практической конференции). Кызыл, типография КЦО «Аныяк», 2013. – С. 179-184.
3. Проскурякова З.В. Диденков Ю.Н. Результаты поинтервального изучения макро- и микро-компонентного состава воды рифтового озера Хубсугул// Электронный сборник «Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований» (мате-риалы Всероссийской научно-технической конференции «ГЕОНАУКИ»). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2016. С. 98-103.
4. Лысак С.В. Тепловой поток континентальных рифтовых зон. – Новосибирск: изд-во «Наука». Сибирское отделение, 1988. – 200 с.
5. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2001, 249 с.
6. Степанов В.М. Введение в структурную гидрогеологию. – М.: Недра, 1989 г. – 229 с.

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ

П.И. Проценко

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Споры вокруг Томского водозабора начались еще до его строительства. В 60-х годах очень остро встал вопрос качества речной воды в районе г.Томска. Это было связано с тем, что стали развиваться большими темпами промышленный гиганты: Новокузнецк, Кемерово и Юрга. Проблема качества речной воды стала обсуждаться в научных кругах. Анализы, выполненные в проблемной геологической лаборатории ТПИ, говорили о загрязнении воды органическими отбросами, в том числе в воде постоянно находились азот, аммиак и фенол. Одной из возможностей быстрого решения проблемы водоснабжения города стало использование подземных вод, И.В. Торопцев, А.А. Воробьев и Б.В. Плотников, опираясь на работы сотрудников ТПИ и материалы изысканий Томской комплексной экспедиции доказали необходимость и экономическую выгодность использования артезианских вод. Н.М. Рассказов подготовил проект предварительной разведки подземных вод на территории Обь-Томского междуречья, который был поддержан учеными ТПИ. Томская комплексная экспедиция выполнила детальную разведку, утвержденные запасы пресной воды оказались выше расчетных и составили 500 тысяч м^3/сут [1].

В апреле 1972 года вышло распоряжение о строительстве Томского водозабора. В ноябре 1973 года были готовы и опробованы первые 45 скважин. 13 декабря 1973 года была запущена в эксплуатацию первая часть подземного водозабора. Строительство водозабора было завершено в октябре 1974 года.

Основной вклад в исследования гидрогеологии и гидрогеохимии района Томского водозабора внесли П.А. Удодов, Н.М. Рассказов, Н.А. Карлсон, Т.Н. Филиппова, В.А. Коробкин, С.Л. Шварцев, В.К. Попов, В.П. Шинкаренко, В.А. Льготин, Ю.В. Макушин, Г.М. Рогов, В.А. Зуев и другими.

После загрязнения рек для человека остался, по сути, единственный источник водоснабжения – пресные подземные воды, месторождения которых, к сожалению, в процессе эксплуатации почти всегда в той или иной

мере истощаются, качество воды в них ухудшается, под влиянием водоотбора изменяется окружающая среда. Это обстоятельство вызывает особое беспокойство во всем мире, и поэтому проблема чистой воды относится к разряду мировых. Тем самым изучение характера и качества изменения подземных вод, масштаба и темпов преобразования окружающей среды на любом водозаборе представляет огромный научный интерес. Также изучение устойчивости к техногенным воздействиям гидросферы Обь-Томского междуречья интересно с позиции повышения надежности эксплуатации подземных водозаборов.

В связи с этим практический и научный интерес имеют данные об изменении гидрогеологических условий и химического состава подземных вод в зоне влияния крупного площадного водозабора, который обеспечивает водой областной центр г.Томск и расположен на территории Обь-Томского междуречья [2].

Обь-Томское междуречье по свои физико-географическим, гидрогеологическим и экологическим условиям является районом, благоприятным для формирования и сохранности вод хозяйственно-питьевого назначения. На данный момент – это территория, на которой сложилась непростая экологическая ситуация, являющаяся результатом многолетнего интенсивного антропогенного воздействия, более 45 лет [3].

На территории Обь-Томского междуречья (ОТМ) расположены 45 населенных пунктов. Большая их часть (65%) сосредоточена в долинах рр. Томи и Оби. В них проживает почти 70% населения междуречья. В двух наиболее крупных населенных пунктах (Тимирязевский, Моряковка) сосредоточена почти треть населения Обь-Томского междуречья.

Многолетняя эксплуатация Томского подземного водозабора привела к образованию депрессионной воронки в эксплуатируемом водоносном комплексе. Границы депрессионной воронки : юг - р.Черная; юго-восток - 4-8 км от линии водозабора; запад - 15-25 км от линии водозабора вглубь междуречья; восток - левобережье реки Томи. Воронка обусловливает «подтягивание» некондиционных вод, влияет на изменения в гидрогеологии водоносных горизонтов, смежных с эксплуатационным. В колодцах у местного населения снижается уровень воды [2].

Также вблизи Томского водозабора на северо-востоке расположены объекты Сибирского химического комбината г. Северска, на которых происходит переработка и утилизация радиоактивных веществ. Здесь производится закачка жидких радиоактивных отходов в водоносные горизонты меловых отложений на глубину от 280 до 400 м.

Это создает угрозу для систем жизнеобеспечения г. Томска и г. Северска, так как на расстоянии менее 20 км от места глубинного захоронения находятся скважины Томского подземного водозабора, а еще ближе – двух Северских водозаборов, эксплуатирующих запасы одного и того же водоносного комплекса палеогеновых отложений.

Подавляющая масса населения ОТМ рассредоточена по малым населенным пунктам, что создает определенные сложности в решении проблемы организации и обеспечения централизованного водоснабжения из подземных источников, так как воды поверхностных водотоков не соответствуют санитарным нормам.

Водоснабжение населенных пунктов на ОТМ осуществляется как централизованным путем, так и одиночными скважинами.

- 80,3% населения Обь-Томского междуречья пользуются водой из артезианских скважин, подаваемой специализированными предприятиями, ориентированными на обеспечение населения питьевой водой.

- 19,7% населения имеют индивидуальные источники водоснабжения. Каптажными сооружениями являются колодцы и забивные скважины индивидуального пользования.

Низкое качество подаваемой населению воды связано не только с отсутствием должной водоочистки, но и с вторичным загрязнением в разводящих водопроводных сетях. Большинство водопроводных сетей имеет более 50% износа, а некоторые полностью выработали сроки эксплуатации.

Также на территории ОТМ угрозу подземным водам несет нарушение поверхностного слоя почвы, добыча гравия и песка, сбросы неочищенных коммунальных стоков, вырубка лесов, эксплуатация транспортных систем (дороги, мосты) изменение гидрологических режимов грунтовых вод и поверхностных водных объектов (реки, озера, болота). Таким образом, население ОТМ должно учитывать, что в зонах санитарной охраны многие виды деятельности ограничены.

Территория ОТМ активно используется как местными жителями, так и горожанами как источник дикоросов. Сосновые леса, широко распространенные в междуречье, богаты грибами, черникой, здесь же расположено несколько припоселковых кедровников, которые являются орехопромысловыми зонами. В результате неконтролируемого наплыва сборщиков дикоросов возникает другая проблема – захламление лесов. Этому способствует также отсутствие в некоторых населенных пунктах организованной системы сбора бытовых отходов у населения, что приводит к возникновению стихийных свалок прямо в лесах ОТМ. Такая ситуация на протяжении многих лет наблюдается возле пос. Тахтамышево, Кафтанчиково и других. Учитывая песчаные грунты, слагающие данную территорию и наличие здесь воронки депрессии в результате эксплуатации водозабора, все эти загрязнения вполне могут сказаться как на состоянии воды в реке Томи, так и на качестве питьевой артезианской воды [4].

В последние годы многократно обсуждается вопрос о расширении города и застройке ОТМ. Противники этого проекта справедливо считают, что это лишит ОТМ его уникальности.

Из материалов, представленных администрацией Томского района, следует, что в пределах третьего пояса зоны санитарной охраны водозабора определены перспективные зоны для индивидуального жилищного строительства, производственных зон и зон для развития дачных товариществ.

Необходимо также учитывать, что большая часть территории планируемой застройки левобережья р. Томи находится на площади, где подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, по геолого-

гидрогеологическим условиям являются недостаточно защищенными от поверхностного загрязнения. Слабая защищенность подземных вод требует строжайшего соблюдения санитарных правил и норм по размещению планируемых объектов, правил по их сооружению и эксплуатации.

Таким образом установлены общие проблемы эксплуатации Томского водозабора, которые приводят к негативным последствиям в виде процессов и явлений, протекающих, часто необратимо, в сторону ухудшения практически всех составных частей окружающей среды.

Литература

1. Зиновьева В.П., Порядина А.Ф. От чистого истока. Век томского водопровода. Томск: ГАЛАПресс, 2005 г. - 304 с.
2. Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л. Обской вестник: научно-практический журнал / Комитет России по водному хозяйству; Сибирское соглашение; Обской бассейновый совет; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт водных и экологических проблем (ИВЭП); Водоканал Барнаула; Ноосфера. - 1999. - № 3/4 . - С. 137.
3. Попов В.К., Корбкин В.А., Рогов Г.М., Лукашевич О.Д. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск. Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002г. - 143 с.
4. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А., Золотарева В.В., Галямов Ю.Ю. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск. Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. - 174 с.
5. Лукашевич О.Д., Мударисова Г.Р. Обь-Томское междуречье: сохранять нельзя использовать // Материалы IX Международной конференции «Реки Сибири и Дальнего Востока» (гг. Иркутск, Байкальск; 10-12 ноября 2015 г.). Иркутск: ИРОО «Байкальская Экологическая Волна», 2015. – 165 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЮЧЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ В БОРТАХ КАРЬЕРА.

Е.Г. Прянишников

Научный руководитель профессор В.Е. Ольховатенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Ключевское золоторудное месторождение является одним из крупнейших, разработка которого ведется открытым способом. К настоящему времени глубина действующего карьера достигла 160 м. В ближайшие годы планируется увеличение добычи руды за счет расширения и углубления карьера. На конечный период отработки карьера его глубина составит 475 м. Для обоснования проекта разработки месторождения на больших глубинах потребовалось проведение специальных инженерно-геологических исследований. В процессе исследований были детально изучены физико-механические свойства пород, обобщенные характеристики которых приводятся в таблице 1.

По данным геолого-разведочных работ Ключевское золоторудное месторождение является составной частью одноименного рудного поля, сложенного преимущественно интрузивно-субвулканическими и жильными образованиями юрского возраста: гранитами и гранодиоритами первой фазы амананского комплекса, прорванными штоками гранодиорит-порфиров амуджикано-сретенского комплекса и дайками диоритовых порфиритов, гибридных порфиров.

В разрезе Ключевского месторождения выделено 11 инженерно-геологических типов пород.

Гранит среднезернистый калишпатизированный пользуется довольно широким распространением и имеют мощность от 0,5 до 125,3 м. Средняя плотность пород составляет – 2,59 г/см^3. Среднее значение угла внутреннего трения 34°, а удельного сцепления 10,5 МПа.

Гранит среднезернистый биотит-роговообманковый калишпатизированный. Характеризуется близкими значениями физических свойств с описанными выше гранитами, имея среднюю плотность 2,59 г/см^3, предел прочности на одноосное сжатие – 43,07 МПа, растяжение – 6,02 МПа, угол внутреннего трения – 37°, удельное сцепление – 7,5 МПа.

Гранит среднезернистый аргиллизированный по своим физическим свойствам мало отличается от предыдущих типов пород. Так, плотность составляет 2,59 г/см^3, угол внутреннего трения - 36 ^{o}, а удельное сцепление - 9,25 МПа.

Гранит среднезернистый хлоритизированный имеет более высокое значение плотности по сравнению с другими типами пород, которая в среднем составляет 2,64 г/см^3. Предел прочности на одноосное сжатие составляет 43,21 МПа, угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление 11,0 МПа.

Гранодиорит-порфир мелкозернистый самые высокие прочностные показатели. Так предел прочности на сжатие составляет в среднем 60,18 МПа, на растяжение 11,40 МПа, а удельное сцепление 16,88 МПа.

Гранодиорит-порфир мелкозернистый аргиллизированный отличается более низкими значениями предела прочности на одноосное сжатие (28,17 МПа) и удельного сцепления (8,0 МПа). Угол внутреннего трения составляет в среднем 32°.

Порфир мелкозернистый гибридный характеризуется следующими показателями: предел прочности на сжатие - 44,32 МПа, угол внутреннего трения - 34°, а удельное сцепление – 13,67 МПа.

Микродиорит мелкозернистый обладает довольно высокой прочностью, имея предел прочности на одноосное сжатие 77,85 МПа, предел прочности на растяжение – 16,47 МПа, угол внутреннего трения – 32°, а удельное сцепление – 22,5 МПа.

Аргиллизит по среднезернистому граниту обладает самой низкой плотностью (2,52 г/см^3), и прочностью. Так, предел прочности на одноосное сжатие составляет 22,15 МПа; на растяжение– 5,29 МПа. Как следствие низкими оказались угол внутреннего трения 31° и удельное сцепление 6,75 МПа.

Брекчия эруптивная. Имеет среднее значение предела прочности на сжатие 47,0 МПа, растяжение 9,85 МПа, угла внутреннего трения 33°, удельного сцепления 13,0 МПа.

Березит пользуется в разрезе незначительным распространением и имеет низкие значения прочностных характеристик. Так предел прочности на одноосное сжатие составляет 32,9 МПа, растяжение 6,28 МПа, угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление 9 МПа.

Таблица 1

Инженерно-геологические типы пород	Физико-механические свойства пород					
	Плотность , ρ_0, г/см^3	Пористость, %	предел прочности на сжатие, $\sigma_{сж}$, МПа	предел прочности на растяжение, $\sigma_р$, МПа	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа
Гранит ср/з. калишпатизированный	2,59	6,10	38,58	7,82	34	10,5
Гранит ср/з биотит-роговообманковый калишпатизированный	2,59	5,96	43,07	6,02	37	7,50
Гранит ср/з аргиллизированный	2,59	6,03	34,60	6,46	36	9,25
Гранит ср/з хлоритизированный	2,64	6,78	43,21	7,97	34	11,00
Гранодиорит-порфир м/з	2,63	3,82	60,18	11,40	33	16,88
Гранодиорит-порфир м/з аргиллизированный	2,65	4,89	28,17	5,96	32	8,00
Порфир м/з гибридный	2,65	4,44	44,32	8,66	34	13,67
Микродиорит м/з	2,69	7,16	77,85	16,47	32	22,5
Аргиллизит по ср/з граниту	2,52	8,42	22,15	5,29	31	6,75
Брекчия эруптивная	2,58	7,71	47,00	9,85	33	13,00
Березиты	2,63	4,04	32,9	6,28	34	9

Из приведенной характеристики физико-механических свойств пород Ключевского золоторудного месторождения можно сделать вывод, что наиболее устойчивыми в бортах карьеров окажутся мелкозернистые гранодиорит-порфиры и микродиориты. Менее устойчивыми будут аргиллизиты по среднезернистому граниту и гранодиорит-порфиры мелкозернистые аргиллизированные.

Расчеты устойчивости бортов карьера выполнены с использованием метода логарифмической спирали при наименьших благоприятных сочетаниях силовых воздействий, которые будут определять наиболее опасное напряженное состояние грунтового массива [1,2]. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Профиль	Глубина карьера, м	Состояние бортов карьера						Рекомендуемый угол наклона борта, град
		Устойчивое		Предельно-напряженное (критическое)		Неустойчивое		
		α, град	Kst	α, град	Kst	α, град	Kst	
600	440	50	1,21	60	1,0	>60	<1,0	50
700	450	45	1,24	55	1,0	>55	<1,0	46
Продольный профиль	475	40	1,35	53	1,0	>53	<1,0	44

Из приведенных данных видно, что полученные расчетом коэффициенты устойчивости с использованием результатов изучения физико-механических свойств пород превышают нормативные значения.

При этом с обеспеченной устойчивостью будут борта карьера с параметрами: $\alpha = 50^{o}$, Н = 440 м (профиль 600); $\alpha = 45^{o}$, Н = 450 м (профиль 700); $\alpha = 40^{o}$, Н= 475 м (продольный профиль).

Предельно-напряженное (критическое) состояние бортов будет наблюдаться при углах наклона $\alpha = 60^{o}$ (профиль 600); $\alpha = 55^{o}$ (профиль 700) и $\alpha = 53^{o}$ (продольный профиль). Коэффициент устойчивости в данном случае равен 1,0.

Неустойчивыми окажутся борта карьера, если углы наклона будут превышать критические значения, а коэффициент устойчивости окажется меньше 1,0. Рекомендуемые углы наклона бортов приведены в таблице 2.

С целью исключения нарушения динамического равновесия в эксплуатации природно-технической системы при разработке открытым способом Ключевского золоторудного месторождения необходимо организовать мониторинг за напряженно-деформированным состоянием горных пород в бортах карьера и развитием опасных геологических процессов.

Литература

1. Дашко Р.Э. Механика горных пород. - М.: Недра, 1987. - 264 с.
2. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов/ ПНИИИС Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1984. - 85 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КЛИМАТА ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД ДЛЯ ПРОГНОЗА ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Д.В. Пургина
Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При оценке водопритоков в горные выработки, решающее влияние на результаты прогноза имеют граничные условия, основанные на определении таких количественных показателей как уровни и расходы рек, инфильтрационное птнание и условия разгрузки подземных вод. Количественная оценка этих параметров связана с появлением погрешности схематизации на внешних и внутренних границах области фильтрации. Одной из важнейших составляющих приходный статей водного баланса в зоне интенсивного водообмена, является оценка характеристик питания подземных вод, которые формируется преимущественно путем инфильтрации атмосферных осадков. Попытка пренебречь данными об инфильтрационном питании способна резко исказить результаты прогнозных оценок водопритоков в сотону неоправданного их занижения, внося высокую погрешность (т.к. не учитываются дополнительные притоки за счет инфильтрации). Это может привести к катастрофическим последствиям при разработке месторождений полезных ископаемых за счёт превышения фактического водопритока по сравнению с его расчётной величиной. Другая задача практической гидрогеологии, связанная с подсчетом запасов подземных вод (ЗПВ), также существенно зависит от корректности описания граничных условий. Количественная оценка влияния инфильтрационного питания часто не вкючается в гидродинамичиеские расчёты, а учитывается через оценку средегодовых значений уровней подземных вод, что не является критичным в регионах гумидного, вследствие наличия крупных месторождений подземных вод (МПВ).

Исследование связано с необходимостью повышения достоверности прогнозов водопритоков в подземные горные выработки при разработке угольных месторождений.

Цель исследования заключается в статистической обработке климатических данных за последние 60 лет (данные по атмосферным осадкам и температуре воздуха), анализе полученных результатов, оценка и обосновании интенсивности инфильтрационного питания водоносных горизонтов.

Для исследования величины возможных метеорологических изменений материалом послужили специализированные электронные базы данных, как среднемесячных, так и срочных наблюдений за температурой воздуха и количеством атмосферных осадков. Информационный массив обработан по метеостанции с. Кедровка (Кемерово) за период с 1955 по 2015 гг. Он получен из Всероссийского Научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой Центр Данных (ВНИИГМИ-МЦД) [1, 2], литературных источников и фондовых материалов.

При анализе элементов климата для выявления их закономерностей статистического распределения был использован критерий Питмена. Проверка гипотезы случайности рассматриваемой величины или функции является неотъемлемым этапом статистического анализа. Сущность проверки заключается в выяснении вопроса, является ли изменение данной величины случайным или закономерным, связанным с каким-либо постоянно действующим фактором.

Сущность проверки заключается в выявлении причин изменения анализируемых параметров, которые могут объясняться случайными отклонениями или проявлением закономерных факторов, связанных с глобальными процессами изменеия климата.

Для этого используются критерии, основанные на сравнении свойств исследуемого процесса со свойствами

последовательности, в которой тренд заведомо отсутствует. Существует целый ряд подобных критериев, в нашем случае использован критерий Питмена. Он позволяет анализировать ряды временных посседовательностей данных.

Пусть зависимость гидрологической характеристики Ф от времени t имеет вид:

$$\hat{O}(t) = a \cdot t + b + \xi \ ,$$

где t – год; a, b – эмпирические константы; - случайная величина. Гипотеза о неслучайном изменении Ф(t) применяется, если при заданном уровне значимости фактическое значение статистики K(f) больше критического

$$K\ (f) = \frac{r_a \cdot \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_a^2}},$$

$$r_a = a \cdot \sqrt{\frac{D_t^*}{D_{\hat{O}}^*}} \ ,$$

где Dt* и DФ* – дисперсия временного ряда и максимальных годовых уровней соответственно. Критическое значение K(□a) находится как квантиль распределения Стьюдента при заданном уровне значимости и числе степеней свободы N-2.

Метеорологические условия относятся к группе основных быстроизменяющихся факторов, определяющих гидродинамический и гидрологический режим поверхностных и подземных вод. Значительную роль в изменении питания подземных вод играют в первую очередь жидкие атмосферные осадки. В условиях резко континентального климата важно учитывать наличие переходных сезонов года (весна, осень), когда весной происходит интенсивное таяние твердых осадков, накопленных в зимний период.

При исследовании величин изменения температуры воздуха в Кемерово за последние 60 лет получены следующие результаты (рис. 1): в среднем температура воздуха за период с 1955 по 2015 года увеличилась на 1,7°С. Выявленную тенденцию потепления можно связать как с локальными причинами, обусловленными развитием инфраструктуры населенных пунктов, так и объяснить долговременными процессами естественного изменения климата.

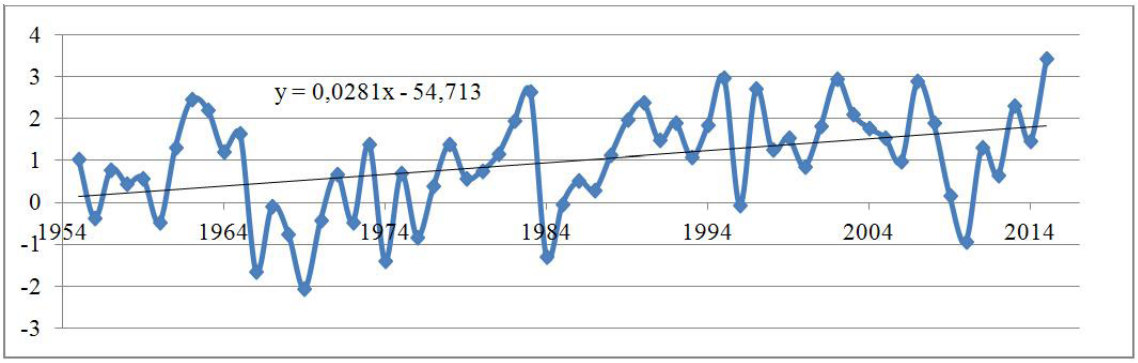


Рис.1. Временной ход среднегодовой температуры воздуха с линейным трендом за период с 1955 по 2015 гг в г. Кемерово

При исследовании величин изменения суммы атмосферных осадков за период с 1955 по 2015 гг. для Кемерово получены следующие результаты (рис. 2): наблюдается увеличение величин в зимний период времени с октября по март (до 43% среднемноголетнего значения).

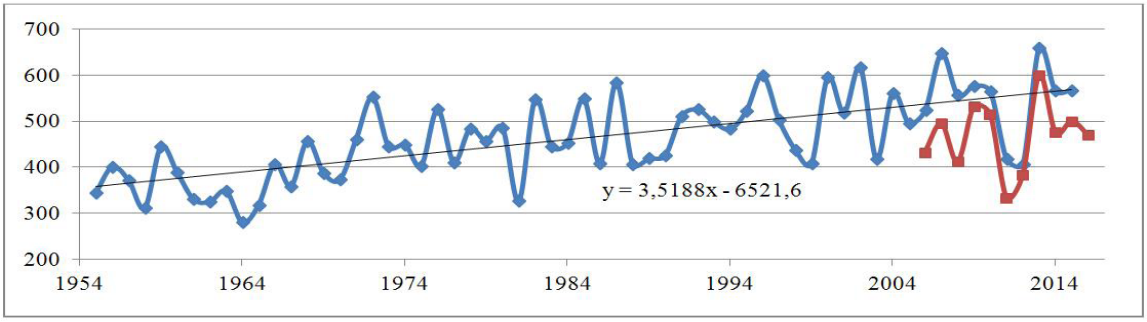


Рис. 2. Временной ход среднегодовой суммы атмосферных осадков с линейным трендом за период с 1955 по 2015 гг в г. Кемерово

Тенденция, направленная на увеличение наблюдается с сентября по апрель, и на уменьшение в августе, статистически значимое увеличение наблюдается в зимний период с октября по март, следовательно, увеличиваются объемы воды в твердых осадках, которые при таянии провоцируют дополнительное питание подземных вод (Рис 3)

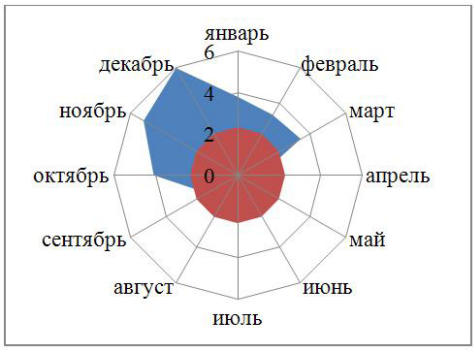


Рис. 3. Значимость тренда по критерию Питмена

Полученные результаты можно использовать для уточнения количественной оценки граничных условий при решении нестационарных прогнозных задач изучения изменений гидрогеологических условий методами численного моделирования под влиянием отработки месторождений твердых полезных ископаемых и при подсчётах запасов подземных вод.

Литература

1. Российский гидрометеорологический портал [электронный ресурс]: официальный сайт/ http://meteo.ru/
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1 - 6. Выпуск 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. 1993 г 28.
3. Drozdov O.A., Vasilyev V.A., Kobysheva N.V., Smekalova L.K., Shkolnyy E.P., Klimatologiya [Climatology] – Leningrad, gidrometeoizdat., 1989. 568 p.

АКТУАЛИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ БАССЕЙНА Р. ИРГИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Ч.Б. Сагингалиев
Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Работа по электронному картографированию гидрогеологических условий проведена в рамках выполнения коллективного проекта по составлению электронной гидрогеологической карты Западного Казахстана масштаба 1:500000 с врезками масштаба 1:200000 для использования в качестве картографической основы обоснования направления поисково-разведочных работ и ведения государственного мониторинга подземных вод.

Гидрогеологическая карта составлена на геологической основе масштаба 1:500000, изданной в 70-80-е годы (под редакцией Чакабаева С.Е.) и по своему содержанию является общей гидрогеологической картой, отображающей современные гидрогеологические условия и общие гидрогеологические закономерности территории Западного Казахстана. В основу картографирования положено расчленение разреза на водоносные комплексы (горизонты) и водоупоры с элементами оценки условий их питания и разгрузки, ресурсов и качества подземных вод. Основное назначение мелкомасштабной карты это обоснование поисково-разведочных работ, государственного мониторинга подземных вод, перспективного планирования гидрогеологических, геоэкологических и других видов исследований. Она составлена камеральным путем на основании обобщения и анализа гидрогеологических материалов ранее проведенных гидрогеологических съёмок масштаба 1:200000. Эта базовая информация актуализирована результатами работ по поискам и разведке подземных вод для различных целей. Гидрогеологическая карта составлена и оцифрована в программе Mapinfo полистно, в виде планшетов международной разграфки в масштабе 1:500000 на разреженной топооснове этого же масштаба.

Гидрогеологическая стратификация, положенная в основу картографирования, характеризует подвижность подземной гидросферы как её неотъемлемое свойство и отражает закономерности распространения подземных вод, условия водообмена, качество водных ресурсов и свойства водовмещающих пород.

Критериями выделения гидрогеологических подразделений являются:

- характер и тип проницаемости горных пород, обуславливающий выделение водоносных, относительно водоносных и водоупорных горизонтов;
- величина водопроницаемости;
- характер водоносности горных пород;

- характер гидравлической связи между смежными гидрогеологическими подразделениями;
- гидрогеодинамические особенности.

Гидрогеологические подразделения по типу водопроницаемости объединяются в следующие группы:

- поровые;
- трещинные;
- карстовые .

по величине водопроницаемости или водоносности:

- водопроницаемые, водоносные с коэффициентом фильтрации 1 м/сут и более;
- слабопроницаемые, слабоводоносные с коэффициентом фильтрации от 1×10^{-4} до 1 м/сут;
- водопроницаемые, водоупорные с коэффициентом фильтрации менее 1×10^{-4} м/сут.

по характеру водоносности:

- водоносные или слабоводоносные, распространенные регионально и водоносные постоянно;
- локально-водоносные, распространенные регионально и водоносные постоянно, но не по всей площади;
- линейно-водоносные, распространенные линейно и водоносные постоянно;
- периодически (или сезонно) водоносные, распространенные регионально и водоносные непостоянно;
- не водоносные, распространенные регионально, не содержащие гравитационную воду.

Приведенные критерии, выделения гидрогеологических подразделений с достаточной степенью детальности характеризуют основные принципы выделения гидрогеологических подразделений, характерных и для территории Казахстана. Они широко используются при составлении гидрогеологических карт масштаба 1:200000 на территории Казахстана и поэтому они за основу выделения гидрогеологических подразделений при мелкомасштабном картографировании. Основными таксономическими единицами гидрогеологических подразделений, выделяемых в разрезе горных пород при составлении гидрогеологической карты Казахстана масштаба 1:500000, являются водоносные и локально-водоносные горизонты и комплексы, не водоносные водопроницаемые горизонты или комплексы и водоупорные горизонты и комплексы.

На гидрогеологическую карту вынесена следующая информация:

- гидрогеологические подразделения, характеризующиеся отличными друг от друга свойствами горных пород, распространенных в различных гидрогеологических районах;
- разведанные месторождения подземных вод с утвержденными в ГКЗ или ТКЗ эксплуатационными запасами подземных вод;
- показатели водообмена подземных вод (направления движения, области питания и области разгрузки подземных вод);
- минерализация и химический состав подземных вод;
- природные объекты и процессы (геологические, гидрологические и гидрогеологические), имеющие гидрогеологическое значение;
- изменение гидрогеологических условий под техногенным воздействием (изменение уровня подземных вод, изменение химического состава и минерализации подземных вод, участки загрязнения подземных вод);
- дополнительная информация.

Гидрогеологические подразделения на карте отражаются на всю изученную часть гидрогеологического разреза. Исключения могут составлять маломощный покров четвертичных отложений, водоносность которых не представляет практического интереса.

Цвет на карте соответствует цвету нижнего стратиграфического подразделения, которое пишется на первом месте. При выделении горизонтов и комплексов в породах четвертичного возраста, учитывается генетический тип пород, слагающих соответствующий горизонт или комплекс.

Граница гидрогеологического подразделения может совпадать с границей соответствующего стратиграфического подразделения или не совпадать с ней.

Разломы на карте показываются красными линиями с соответствующими значками на линии по характеру водоносности того или иного разлома.

Водоупорные горизонты (комплексы), выходящие на поверхность земли и перекрывающие первый от поверхности водоносный горизонт показываются цветными контурами с одним берг-штрихом, основное же поле карты в этом случае отдается показу водоносного горизонта (комплекса). В случаях, когда водоупорные породы, выходящие на поверхность, обладают значительной мощностью и протяженностью по площади, они отражаются на карте соответствующей горизонтальной цветной штриховкой (цвет – возраст водоупорного комплекса). Водоупорные горизонты, подстилающие водоносный горизонт (комплекс), показываются контурами с двумя берг-штрихами. У контура распространения водоупорного горизонта (комплекса) ставится индекс возраста пород.

Электронные карты предназначены для решения следующих гидрогеологических задач:

-накопления, хранения, представления, интеграции в современных электронных форматах обширной графической информации, создаваемой в результате обработки результатов поисков, разведки подземных вод;

-поддержки принятия решений в области регулирования и контроля за воспроизводством и рациональным использованием ресурсов подземных вод.

-графического моделирования наблюдаемой и исследуемой территории;

-оценки закономерностей пространственного размещения гидрогеологических показателей и решения прогнозных задач.

Главным преимуществом электронных карт является возможность обмена информацией атрибутивных таблиц из различных электронных слоев на основе географической привязки выбранного объекта.

При оцифровке гидрогеологических карт любой выбранной точке можно присвоить необходимые параметры имеющихся электронных слоёв.

Применение геоинформационных систем может служить инструментом, позволяющим повысить информативность гидрогеологических карт через добавление к ним атрибутивной информации из дополнительных источников. Применение такой технологии отражает современный подход к картопостроению с возможностью включения отдельных слоёв в электронной карты в состав геоинформационной системы. [1]

Нами на примере электронной гидрогеологической и имеющейся дополнительной информации по результатам геологоразведочных по Аир-Кызылскому, Аккабакскому месторождениям подземных вод показана возможность оперативного уточнения техногенной нагрузки в границах зон санитарной охраны действующих водозаборов.

Геоинформационная система с дополнительным блоком гидрогеологической информации может быть использована в рамках реализации проекта управления водными ресурсами на региональном уровне. Такая система разрабатывается сотрудниками ТОО ПК «Геотерм» в г. Алматы.

Литература

1. Сагингалиев Ч.Б. Методика составления мелкомасштабной гидрогеологической карты с использованием ГИС-технологий. // Материалы III Городской Научно-Практической конференции – Алматы: Изд-во КазНТУ им. Сатпаева, 2012. – Т.5 – С. 13-17.

РАВНОВЕСИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С КАРБОНАТНЫМИ МИНЕРАЛАМИ

А.А. Самушева

Научные руководители профессор В.К. Попов, доцент Е.Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы высокий интерес мировой научной общественности направлен на учение о геологической эволюции взаимодействия вод с горными породами. В настоящий момент теория взаимодействия воды с горными породами относительно детально разработана с общих геохимических позиций, экспериментального моделирования, физико-химического моделирования процессов растворения пород и т.д. [1, 2]. Поставленная еще В.И. Вернадским, проблема равновесия природных и особенно подземных вод с горными породами приобрела особое звучание в последние годы, что вызвано, по крайней мере двумя причинами: 1) широким внедрением в практику научных исследований методов физико-химического компьютерного моделирования разнообразных гидрогеохимических процессов и 2) успехами в экспериментальном изучении механизмов взаимодействия воды с горными породами. В каждом конкретном случае важно разобраться в характере существующего равновесия между водой и отдельными минералами горных пород. Но еще важнее понять механизмы, контролирующие характер и степень равновесия, его природу, направленность развития, физико-химическое состояние и т.д. [2].

Таблица

Химический состав подземных вод Томского междуречья, мг/л

Показатели	1973			2016		
	макс	мин.	ср.знач	макс	мин.	ср.знач
pH	8,5	6,2	7,46	7,9	7,01	7,37
CO_2	5,9	5,9	5,9	34,3	8,4	16,15
NO_2^-	0,34	0,02	0,18	0,045	0,017	0,028
NO_3^-	2	1,24	1,62	0,14	0,09	0,1
SO_4^{2-}	74,50	9,05	36,83	13,79	1,9	7,2
Cl^-	524,70	0,71	57,88	0,94	0,53	0,76
HCO_3^-	488,1	195,2	380,4	439	195,2	256,5
Ca^{2+}	156,31	44,10	94,93	106	3,3	52,4
Mg^{2+}	34,03	3,20	15,81	14,03	7,63	10,87
Na^+	294,04	1,50	50,35	10,2	6,2	7,5
K^+	95,45	9,89	44,74	1,1	0,55	0,77
NH_4^+	3	0,08	0,77	1,5	0,39	0,77
$Fe_{общ}$	7,5	0	1,6	4,77	1,53	2,55
Общая жесткость, мг-экв/л	8,4	1,5	5,7	3,9	3	3,52
Минерализация	1182	153	433	570	275	339

Оценка степени равновесия вод к минералам водовмещающих пород в настоящее время широко используется среди специалистов-гидрогеохимиков для определения условий формирования химического состава [2, 3].

Объектом исследования являются воды из нескольких эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора (за 1973 и 2016 гг.), а также пробы, взятые со станции водоподготовки (исходная вода, поступающая на станцию, вода после промывки фильтров и после водоподготовки), а также несколько проб из эксплуатационных скважин Северского водозабора.

Цель исследования – изучение равновесия вод с карбонатными минералами.

Исследуемый район входит в состав внешней области Западно-Сибирского артезианского бассейна, где все водоносные комплексы находятся в обстановке интенсивного водообмена и содержат инфильтрационные воды, имеющие сходный гидрогеохимический облик. Только в северной части междуречья воды меловых и палеозойских образований расположены в зоне замедленного водообмена. В пределах Обь-Томского междуречья и правобережной части р.Томи выделяются три гидрогеологических комплекса: водонапорные системы трещинных вод палеозойского фундамента, водоносный комплекс меловых отложений, водоносные комплексы палеогеновых и четвертичных отложений [4]. Томским и Северским водозаборами добываются подземные воды водоносного комплекса палеогеновых отложений.

Среди изученных проб чаще всего встречаются воды пресные, нейтральные или слабощелочные гидрокарбонатные кальциевые. Величина pH изученных вод колеблется от 6,2 до 8,5. Минерализация меняется от 0,15 до 1,18 г/л. Максимальное содержание составляет 7,6 мг/л. В процентном отношении содержание HCO_3^- составляет 97, Cl^- – 2, SO_4^{2-} – 1%-экв/л от общего количества анионов.

Степень насыщения подземных вод по отношению к кальциту определяется по произведению растворимости его ионов в соответствии с реакцией: $CaCO_3=Ca^{2+}+CO_3^{2-}$, константа которой для температуры 25 °С равна $10^{-8,34}$. [6].

Насыщенность вод карбонатами носит зональный характер и обусловлена общей эволюцией состава вод от пресных к соленым по мере уменьшения интенсивности водообмена. В пределах Колывань-Томской складчатой зоны наблюдается смена ненасыщенных вод насыщенными относительно кальцита [5]. На диаграмме насыщения вод (рис.1) равновесие с кальцитом показано линией. Если точки, характеризующие состав конкретной пробы воды, выше линии, то природные воды насыщены к карбонату кальция, а ниже – не насыщены. Большинство точек лежат в поле равновесия с минералами карбонатной группы. Однако, как можно видеть по рисунку, несмотря на высокие концентрации растворенных веществ, равновесие некоторые точки так и не достигли. Вода на станции водоподготовки достигает равновесие. Большое количество осадка (100-150 кг/сут), образующееся в процессе водоподготовки, содержит в большом количестве кальцит.

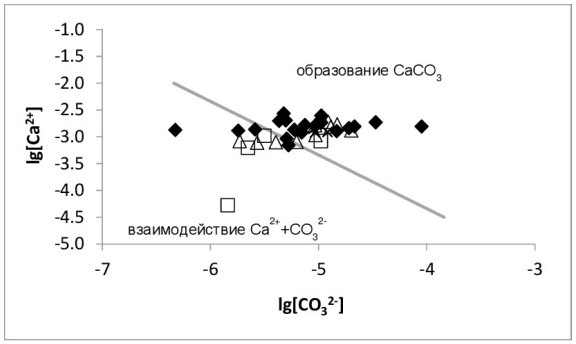


Рис.1. Равновесие подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами



Рис.2. Индекс неравновесности подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами

Примечание: - эксплуатационные скважины Томского подземного водозабора (1973г.); – эксплуатационные скважины Северского подземного водозабора; – эксплуатационные скважины Томского подземного водозабора (2016 г.) – вода со станции водоподготовки

На рисунке 2 представлена зависимость значений индекса неравновесности от величины pH и общей минерализации вод. По мере увеличения щелочности раствора индекс неравновесности уменьшается, т.е.

наблюдается прямо пропорциональная зависимость между индексом неравновесности и величиной pH. При pH 7,6 индекс неравновесности становится равным нулю.

По мере увеличения солености раствора степень его насыщения относительно кальцита возрастает.

Таким образом, большинство изученных проб подземных вод Томского месторождения и вода станции водоподготовки Томского водозабора равновесны к кальциту. На станции водоподготовки образуется большое количество осадка, который содержит карбонатные минералы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол_а.

Литература

1. Shvartsev S.L. The system water-rock-gas-organic matter of V.Vernadsky // Procedia Earth and Planetary Science. – France, 2013 – № 7. – P. 810-813.
2. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Мироненко М.В., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Геологическая эволюция и самоорганизация системы воды-порода. Т.1. Система вода-порода в земной коре: взаимодейтсвие, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2005. -244 с.
3. Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.А. Основы физико-химического моделирования минеральных систем. – М.: Наука, 2009. – 229с.
4. Попов В. К., Коробкин В.А., Рогов Г.М., Лукашевич О.Д., и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2002. – 143 с.
5. Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора: Автореферат. дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2002г. – 19 с.
6. Garrels R M, Christ Ch L 1965 Solutions, Minerals and Equilibria (New York: Harper & Row). 450 p.

ПОДЪЕМ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ЗАСТРАИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА

П.В. Сотников
Научный руководитель профессор Л.А. Строкова
Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последнее десятилетие в результате развития г. Барнаула, территория его значительно увеличилась. Под влиянием развитой инфраструктуры города в условиях интенсивного техногенеза происходят значительные изменения геологической среды, в том числе и природных условий. Всякие изменения активизируют природные негативные геологические процессы и явления. Воздействия разнообразных и многочисленных факторов техногенеза вызывают активизацию геологических процессов и явлений и формирование природно-техногенных опасных геологических процессов. Последние часто наносят огромный ущерб городскому хозяйству [2].

Наиболее интенсивно комплексное освоение территории Барнаула квартальными застройками идет в западной части города, в геоморфологическом отношении приуроченной к Приобскому плато, сложенным лессовидными просадочными толщами в верхней части разреза. Изучению инженерно-геологических особенностей региона посвящены работы В.И. Осипова, И.И. Молодых, Г.И. Швецова «Деформируемость лессовых пород на урбанизированных территориях Приобского плато», работа Л.Н. Амосовой «Анализ объектов подтопления грунтовыми водами на территории г. Барнаула». Одним из природных факторов, определяющих развитие опасных геологических процессов в районе г. Барнаула, являются грунтовые воды, подъем которых ведет к подтоплению зданий и сооружений, замачиванию грунтов обладающими просадочными свойствами. В Барнауле подтопление территорий наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по 2-м схемам: 1) подъем уровня грунтовых вод в старой части города, в пределах надпойменных террас р. Барнаулки и в долине р. Пивоварке; 2) повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лессов в пределах застроенной и застраиваемой территории Приобского плато или подъем уровня грунтовых вод на этой территории [1].

В течение последних 25-ти лет на западной окраине г. Барнаула в результате строительства новых микрорайонов происходит техногенное изменение инженерно-геологических условий связанное с повсеместным подъемом уровня грунтовых вод. Последствия утечек из водонесущих коммуникаций, инфильтрации дождевых и талых вод при нарушении их поверхностного стока, уплотнение грунта при строительстве на свайном фундаменте – баражный эффект, засыпке оврагов и логов, за счет низких фильтрационных свойств покровных лессовых суглинков и супесей приводит к образованию верховодок и общему подъему уровня грунтовых вод.

Целью данной работы является изучение подъема уровня грунтовых вод в этой части города.

Для достижения поставленной цели, мною были собраны данные инженерно-геологических изысканий в период 1992-2015 гг. под строительство микрорайона 2008. Микрорайон 2008 находится на западной части г. Барнаула и ограничен с севера – ул. Павловский тракт, с юга – ул. Взлетной, с востока – ул. Сиреневой, с запада примыкает к микрорайону 2011 (рис. 1). В микрорайоне помимо многоэтажных жилых домов предусмотрено строительство двух детских садов, средней школы с бассейном, поликлиники, библиотеки. Кроме того,

планируется построить четыре подземных гараж-стоянки, магазины, аптеки, кафе и кофейни.

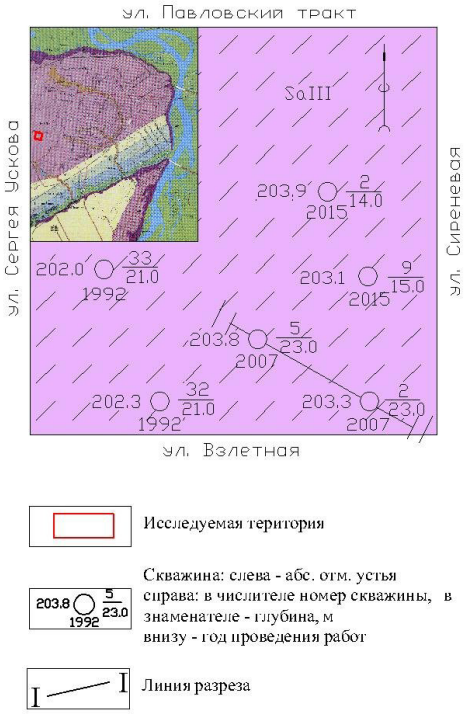


Рис. 1. Карта фактического материала

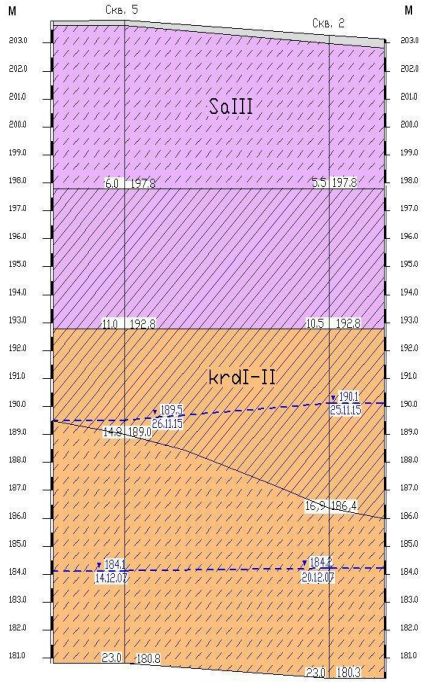


Рис. 2. Разрез по линии I-I, уровни грунтовых вод с 1992 по 2015 гг.

Геологический разрез до изученной глубины 21,0 м (по материалам изысканий за период с 1992 по 2015 гг) представлен: верхнечетвертичными субаэральными отложениями – суглинками и супесями лессовидными просадочными, залегающими до глубины 8,4-12,4 м, нижне-среднечетвертичными субаэральными отложениями краснодубровской свиты – суглинками и супесями лессовидными непросадочными, залегающими до разведанной глубины 23,0 м. Грунтовые воды до разведанной глубины на момент изысканий (1992 г) не встречены (рис . 2).

В декабре 2007 г ОАО «АлтайТИСИз» проводил изыскания под отдельно стоящие жилые дома в микрорайоне 2008. По результатам этих изысканий просадочные грунты встречены до глубины 8,2-11,0 м. Отложения краснодубровской свиты встречены до вскрытой глубины 17,0-23,0 м. В суглинках твердой консистенции, крраснодубровской свиты, в интервале 10,0-13,0 м выделена линза суглинков, замоченных до мягкопластичной консистенции. Грунтовые воды встречены с глубины 18,6-19,8 м, на абсолютных отметках 184,5-185,3 м. Горизонт безнапорный, водовмещающими грунтами служат супеси краснодубровской свиты. Источник питания – атмосферные осадки, талые воды, перетекание с жилой застройки. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные натриевые и гидрокарбонатные магниевые.

На момент изысканий (декабрь 2007 г) исследуемая территория по отношению к изысканиям 1992 г характеризуется общим подъемом уровня грунтовых вод. Скорость подъема 0,2-0,4 м/год.

В ноябре 2015 г ООО «Барнаулстройизыскания» проводили инженерно-геологические изыскания под строительство средней школы в микрорайоне 2008. По материалам этих изысканий лессовидные просадочные грунты встречены до глубины 10,0-12,4 м, отложения краснодубровской свиты встречены до глубины 15,0 м. Грунтовые воды встречены с глубины 13,6-13,9 м, на абсолютных отметках 189,5-190,1 м. Вскрытый горизонт грунтовых вод безнапорный, водовмещающими грунтами служат суглинки краснодубровской свиты. Источник питания – атмосферные осадки, талые воды, перетекание с жилой застройки. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые. Из анализа изысканий прошлых лет, скорость подъема уровня грунтовых вод составляет до 0,5 м в год. Подъем уровня грунтовых вод схематически показан на рисунке 3.

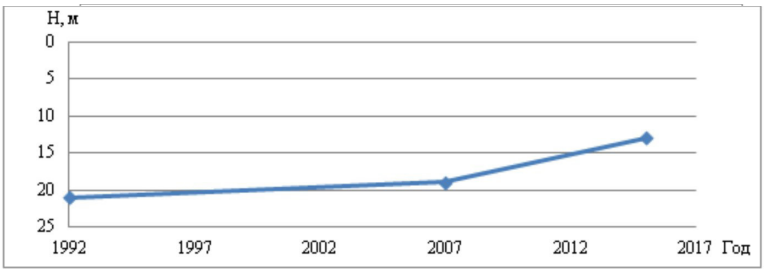


Рис. 3. График подъема уровня грунтовых вод

По графику отчетливо видно, что за период с 2007 года скорость подъема уровня грунтовых вод значительно увеличилась. Объясняет это, скоростью и плотность застройки исследуемого микрорайона, как говорилось выше, за счет низких фильтрационных свойств покровных лессовых суглинков и супесей на застраиваемой территории города в результате утечек из водонесущих коммуникаций и сооружений, инфильтрации дождевых и талых вод при нарушении их поверхностного стока, последствия баражного эффекта при строительстве на свайном фундаменте.

Результатом подъема уровня грунтовых вод и источников техногенного замачивания по материалам изысканий 2015 г в верхнечетвертичных субаэральных лессовых отложениях представленными просадочными супесями и суглинками твердой консистенции в интервале 3,0-10,0 м выделены ограниченные линзы замоченных грунтов до мягкопластичной консистенции. В отложениях краснодубровской свиты представленными суглинками полутвердой консистенции в интервале 10,0-12,0 м выделены линзы замоченных суглинков до мягкопластичной консистенции.

В заключение можно сделать следующие выводы. За последнее десятилетие скорость подъема уровня грунтовых вод увеличилась вдвое, относительно предшествующего десятилетия. Их подъем может привести к замачиванию лессовых просадочных грунтов, что спровоцирует неравномерную просадку оснований зданий и сооружений и может привести к разрушению.

Литература

1. Амосова Л.Н. Анализ объектов подтопления грунтовыми водами на территории г. Барнаула // Ползуновский альманах. – Барнаул, 2016. - № 1. – С. 14 – 17.
2. Осипов В.И. Деформируемость лессовых пород на урбанизированных территориях приобского плато// Вестник Алтайского государственного университета. – Барнаул, 2000. – № 1. – С. 52 – 67.

ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА ПРИ УСИЛЕНИИ ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ В Г. ЛЕНИНСК–КУЗНЕЦКИЙ

С.С. Тарек
Научный руководитель профессор Л.А.Строкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность работы. В последние годы в строительной практике все чаще приходится проектировать объекты с наращиванием этажности на фундаментах, не рассчитанных на это. Использование этих участков без специальной инженерной подготовки невозможно. Особенно перспективным становится метод армирования грунтов, т.к позволяет снизить материалоемкость и стоимость усиления фундаментов, повысить распределительную способность основания.

Цель работы: изучить характер распределения напряжений в основании оценить влияние армирования на несущую способность и деформативность основания.

В административном отношении исследуемая площадка расположена по адресу: ул. Коростылева, 6 в г. Ленинск - Кузнецкий. В геоморфологическом отношении район представляет собой аккумулятивно - денудационную слабоволнистую равнину. Площадка расположена на водораздельном склоне, примыкающем к долине р. Иня. Исследуемая площадка расположена в пределах малоэтажной городской застройки. Поверхность площадки спланирована. Абсолютные отметки поверхности понижаются от 265,5 до 261,5м в северо-западном направлении. Окружающая территория застроена, присутствуют подземные водонесущие коммуникации.

Здание храма Иверской иконы прямоугольной формы (рис. 1) с размерами в крайних осях 33,28*25,78 с переменной высотой от 4,71 до 38 м с тремя круглыми алтарями. Количество этажей – 2 этажа с подвалом под частью здания. Максимальные отметки храма: центрального купола - +32,0 м; встроенной колокольни - +38,0 м. Фундамент здания – ленточный на естественном основании. Матерал фундаментов- монолитный железобетон, стены – кирпичные, перекрытие – монолитное железобетонное [1].

В геологическом строении территории принимают участие верхнепермские отложения осадочного комплекса, перекрытые с поверхности толщей рыхлых четвертичных отложений. Верхнепермские породы представлены континентальными осадками ильинской подсерии (P_2 il) – песчаниками с прослоями и линзами алевролитов, аргиллитов, конгломератов. На размытой поверхности верхнепермских отложений залегают четвертичные элювиальные отложения, перекрытые чехлом лессовидных суглинков.

Геолого-литологический разрез на исследованную глубину 15,0 м представлен (сверху - вниз) следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ): :

ИГЭ 1 (t Q_{IV}). Насыпной грунт. Представлен смесью почвы и суглинка с включениями обломков кирпича до 20%. Представляет собой обратную засыпку котлована. Распространен повсеместно, залегает с поверхности. Мощность слоя 0,5 – 4,2 м.

ИГЭ 2 (adQ_{III-IV}). Суглинок бурый, аллювиально – делювиальный, от твердой до мягкопластичной консистенции, ожелезненный насыщенный водой. Залегает в виде пласта до глубины 6,6 – 8,4 м.

ИГЭ 3 (adQ_{III-IV}). Глина с линзами суглинка серовато – бурого цвета и пестроцветный элювиальный твердой

консистенции с примесью углистого материала. Залегает в виде пласта до глубины 9,0 – 12,5 м.

ИГЭ 4 (eQ_{II}). Структурный элювий – продукт выветривания песчаников, аргиллитов и алевролитов, представляет собой дисперсную зону коры выветривания осадочных пород.. Грунт сохранил сплошность, текстурные и структурные особенности материнских пород, но имеет низкую прочность. Керн разламывается и растирается руками. Грунт неоднородный по составу, что обусловлено различной степенью выветривания и состава исходного материала, плотный по бурению. Залегает в виде пласта вскрытой мощностью 2,5 – 6,0 м [1].



Рис. 1. Вид храма

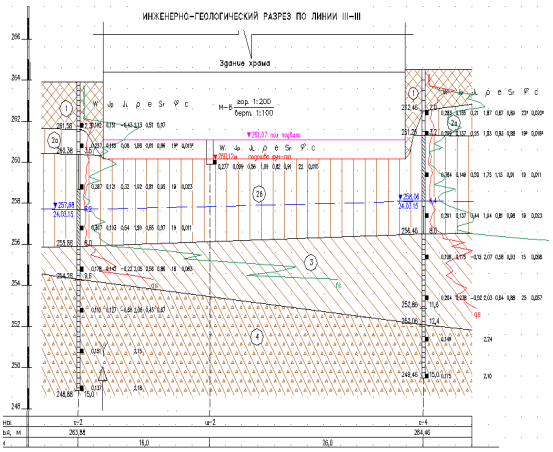


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез

Изучение напряженно-деформированного состояния грунтового массива проводилось мною для выбранного объекта в программах PLAXIS [2]. Грунтовой массив размером длиной 50 м, высотой 20 м представлен в виде 2D – модели. После построения геометрической модели и задания свойств грунта *PLAXIS* автоматически сгенерирована сетка конечных элементов из 4238 неправильных треугольных 15–узловых элементов. При расчете конечного элемента смещения рассчитываются по узлам, напряжения – в 552 интегральных точках Гаусса (или точках напряжения).

Для оценки поведения грунта использована *упругопластическая модель с изотропным упрочнением Hardening Soil Model* (Plaxis) модель учитывает несовпадение модуля упругости ветвей разгружения и повторного нагружения, наблюдаемое при лабораторных испытаниях. Модель точно описывает поведение грунта при экскавации грунта, при устройстве подпорных стен и проходке туннелей, сопровождающейся уменьшением среднего эффективного напряжения и одновременно мобилизацией сопротивления пород сдвигу. Ограничения модели: неспособность учесть явления анизотропии прочности и жесткости, ползучести и длительной прочности, непригодность для моделирования динамических процессов [2].

Здание моделировалось жесткой плитой, опертой на межузловые анкеры. Удельный вес плиты представлял собой нагрузку от целого здания [2]. Данные по материалам фундаментов присвоены межузловым анкерам. Физико-механические свойства грунтов и материалов указаны в табл. 1.

Таблица 1

Свойства материалов:
Грунты (Soil&Interfaces)

Hardening Soil		ИГЭ 1	ИГЭ 2	ИГЭ 3	ИГЭ 4
Type		Drained	Drained	Drained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m³]	19.00	18.40	18.40	19.80
γ_{sat}	[kN/m³]	19.00	19.00	18.90	20.80
E_{50}^{ref}	[kN/m²]	50000.00	7000.00	6000.00	23000.00
E_{oed}^{ref}	[kN/m²]	97054.51	7000.00	6000.00	23000.00
power (m)	[-]	0.50	0.40	0.40	0.40
c_{ref}	[kN/m²]	1.00	18.00	11.00	6.00
φ	[°]	30.00	19.00	16.00	17.00
E_{ur}^{ref}	[kN/m²]	300000.00	21000.00	18000.00	69000.00
n	[-]	0.200	0.200	0.200	0.200

Продолжение таблицы 1

Здания (Plates)

ID	Name	Type	EA	EI	w	n	M_p	N_p
			[кН/м]	[кНм^2/м]	[кН/м^2]	[-]	[[кНм/м]	[кН/м]
1	плита	Elastic	60000	5000	8,4	0,33	1,00E+15	1,00E+15

Фундаменты (Anchors)

ID	Name	EA	|F_max,comp|	|F_max,tens|
		[кН/м]	[кН/м]	[кН/м]
1	колонны	120000	1,00E+15	1,00E+15
2	ленточные фунд.	2000000	1,00E+15	1,00E+15

При задании начальных условий сгенерированы давление воды и начальные напряжения. Расчеты заключались в моделировании процесса нагружения с помощью опции расчета *Staged construction*. В данном случае, моделирование проводилось для оценки изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива при возведении сооружения и прогноза его изменения при усилении фундамента буроинъекционными сваями. Расчеты вертикальных перемещений грунтовой толщи без усиления фундамента составили 7,92 мм (рис. 3), с усилением грунтов основания – 7,85 мм (рис. 4).

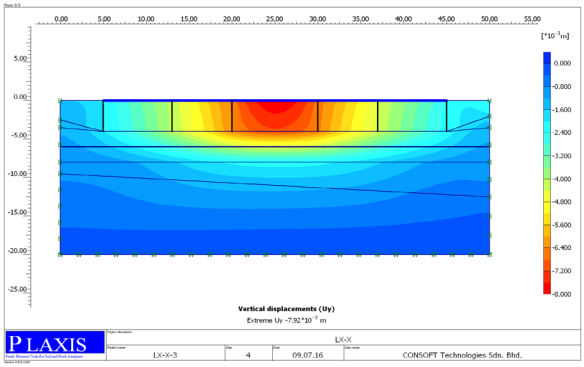


Рис. 3. Вертикальные перемещения после надстройки здания до усиления фундамента

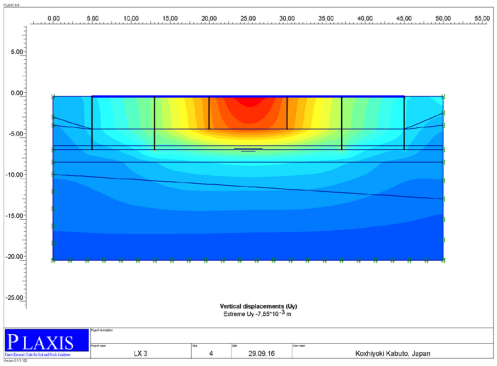


Рис. 4. Вертикальные перемещения в грунтовом массиве после усиления фундамента

Таким образом, полученные результаты численных расчетов, учитывающие значительную неоднородность грунтов основания и фундаментов, могут рассматриваться как удовлетворительные. По расчетным сечениям прослеживается несимметричное распределение напряжений-деформаций, связанное, главным образом, с несимметричностью конструкций подземной части здания типах фундаментов, усиления фундаментов буроинъекционными сваями.

Литература

1. Сахаров В.Н., Минтянов Ю.В., Технический отчет по инженерно - геологическим изысканиям: Объект: «Обследование грунтов по площадке строительства Иверской церкви в г. Ленинск – Кузнецкий (рабочий проект). Шифр 0553 ГУП «Кузбассдорфондпроект» 2015 г.
2. Plaxis. Material Models Manual. 2016. – 216 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ НЕСЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ОТ ИХ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ

И.И. Фадеева
Научный руководитель А.А. Дучков
Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия
Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Определение способности несцементированных песчаных грунтов пропускать сквозь себя газ в зависимости от степени насыщенности этих грунтов водой имеет практический интерес, например, при изучении процесса фильтрации двухфазной жидкости в пористой среде, процесса разложения газовых гидратов в пористой водонасыщенной породе. Исследователями проводились работы по изучению фильтрации газожидкостных смесей. Следует отметить результаты экспериментов Р. Викова и М. Ботсета, которые при изучении потока газожидкостной смеси через неконсолидированные пески установили соотношения между относительной фазовой проницаемостью для газа (жидкости) и насыщенностью пористой среды жидкой фазой [1].

Для нахождения эффективной газопроницаемости водонасыщенного песка была изготовлена специальная ячейка, в которой исследуемый образец песка подготавливался к измерениям. Лабораторные эксперименты проведены на установке измерения проницаемости по ГОСТУ 26450.2-85 [2] при нестационарной фильтрации.

Все параметры ячейки (масса, размеры) известны. Ячейка состоит из полого цилиндра заданной формы, в котором песок уплотнялся и насыщался водой, и двух крышек, с помощью которых подготовленный образец фиксировался с торцов. Подготовка образца осуществлялась по следующей схеме. С одного торца полый цилиндр перекрывался мелкой металлической сеткой (мельче размера зерен используемого песка), зажатой в натяжении с помощью одной из крышек ячейки. С открытого торца в полый цилиндр засыпался и уплотнялся до края сухой кварцевый песок. Далее открытый торец закрывался грубой тканью, обработанной водоотталкивающим спреем и зажатой в натяжении второй крышкой. Заполненная сухим песком ячейка взвешивалась и помещалась в вакуум-эксикатор с дистиллированной водой металлической сеткой вниз. Находясь наполовину в воде, ячейка с песком насыщалась водой под вакуумом 14 часов. После насыщения образец взвешивался. Пористость образца определялась по формуле $\varphi = \frac{M_w \rho_s}{M_s \rho_w + M_w \rho_s}$, где M_s - масса сухого песка, M_w - масса воды в песке при 100% его насыщении водой, ρ_s, M_b - плотность кварца и воды соответственно. Далее металлическую сетку заменяли грубой тканью, обработанной водоотталкивающим спреем. Подготовленный таким образом образец взвешивался (M_b – масса образца до фильтрации через него воздуха) и помещался в кернодержатель лабораторной установки. Ось цилиндрического кернодержателя в одних экспериментах располагалась горизонтально, в других - вертикально. Скорость фильтрации определялась из известного объема воздуха, прошедшего через образец за измеренный отрезок времени при переменной разности давлений на выходе-входе образца. С помощью вакуумного насоса воду в двухтрубном пьезометре с известными характеристиками поднимали до уровня выше реперного, после чего с помощью переключателя пьезометр соединялся с кренодержателем, образуя перепад давления, вода под действием собственной силы тяжести затягивала воздух через исследуемый образец. Исходя из известных характеристик пьезометра, измеренного времени падения столба воды между реперными уровнями, определялся перепад давления и объем газа, прошедшего через образец. Расчет коэффициента проницаемости производился по формуле:

$$k = \frac{C}{t} \cdot \frac{L}{F}, \qquad (1)$$

где C – постоянный коэффициент, зависящий от геометрических размеров пьезометра и условий проведения опыта, рассчитан для разных реперных уровней и для температур от 20 до 30°C с шагом в 1°C по ГОСТу 26450.2-85; t [с] – время фильтрации в заданных пределах; L, F – длина и площадь поперечного сечения образца соответственно.

После измерения времени падения столба воды (расчета коэффициента проницаемости) ячейка с образцом извлекалась из кернодержателя и взвешивалась (M_a – масса образца после фильтрации через него воздуха). Насыщенность образца водой для данного измерения определялась как: $S_w = (M_a - M_{dry})/M_w$, где M_{dry} – масса высушенного в ячейке песка. Далее ячейка с образцом снова помещалась в кернодержатель для очередного измерения проницаемости песка с уже меньшим водонасыщением. В процессе измерений водонасыщение S_w образца постепенно уменьшалось, сначала (когда насыщенность песка водой была >50%) за счет вытеснения воды воздухом, потом для уменьшения водонасыщенности образец постепенно высушивался.

Следует отметить, в начальных измерениях, когда насыщенность песка водой была больше 50%, при извлечении ячейки с образцом после фильтрации было видно, что малую часть воды из ячейки выдавило воздухом. По массе, измеренной до и после фильтрации, определялось выброшенное количество воды $\Delta M = M_b - M_a$.

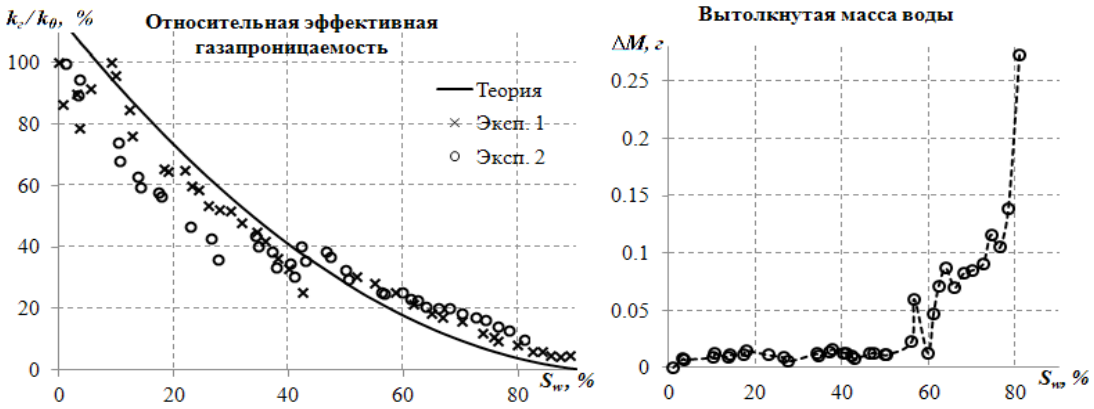


Рис. 1. Зависимость относительной эффективной газопроницаемости от насыщенности S_w для несцементированных песков (график слева). Зависимость вытесненной из образца массы воды от насыщенности S_w (график справа).

На графике слева (рис. 1) представлены результаты измерений относительной эффективной газопроницаемости двух образцов (Эксп. 1 и Эксп. 2), подготовленных по описанной ранее методике из одного и того же кварцевого песка. Измерения проницаемости первого образца (Эксп. 1) проводились на описанной ранее установке с вертикальным положением кернодержателя. При измерении проницаемости второго образца (Эксп. 2) ось цилиндрического кернодержателя располагалась горизонтально. Проницаемость исследуемого сухого уплотненного песка составила $k_0 = 21.2$ арси. Экспериментальная зависимость относительной фазовой проницаемости для газа от степени насыщенности несцементированных песков жидкостью представлена на графике слева сплошной линией и выражена следующей формулой: , $k_г / k_0 = 1.16 \cdot (1 - S_w)^2 - 0.01$ где $k_{г}$ - эффективная проницаемость пористой среды по газу. Данная зависимость описана в учебнике Г.Б. Пыхачева на стр. 87 [3]. На графике справа представлена зависимость массы воды, вытолкнутой в результате фильтрации воздуха через образец, от степени насыщения песка водой. Для насыщенности больше 50% масса вытолкнутой воды заметно увеличивается, что связано, по всей видимости, с переходом из подвешенного состояния воды в порах к состоянию, когда для смачивающей фазы открывается непрерывный извилистый путь её движения [4].

Масса воды в песке при 100% его насыщении составила $M_w \approx 5.4$ г для образцов. При насыщенности песка водой выше 80% выброс воды заметно влияет на измерение проницаемости – проницаемость начинала возрастать за счет дополнительного увеличения проходящего через образец объема газа, захваченного выброшенной водой.

В ходе экспериментов также было отмечено, что вода в песчаном образце заметно перераспределяется в вертикальном направлении, например, при горизонтальном расположении кернодержателя воздух проходил в основном в верхней части образца, там, где меньше воды, образуя при этом каналы (при повторной фильтрации скорость прохождения воздуха заметно увеличивалась).

Литература

1. Wyckoff R. D. and Botset H. G. The Flow of Gas-Liquid Mixtures Through Unconsolidated Sands // Physics, Vol. 7, Issue 9, Sept. 1936, p.325-345.
2. ГОСТ 26450.2-85 «Породы горные. Метод определения коэффициента абсолютной газопроницаемости при стационарной и нестационарной фильтрации».
3. Пыхачев Г. Б. Подземная гидравлика: Учебник для нефт. вузов. / Под ред. Н.Д. Дубровина. - Москва: Гостоптехиздат, 1961. - 387 с.
4. Дорогиницкая, Л.М.; Дергачева, Т.Н.; Анашкин, А.Р. Количественная оценка добывных характеристик коллекторов нефти и газа по петрофизическим данным и материалам ГИС. – Томск: STT, 2007. - 276 с. ISBN: 5-93629-249-5.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА НАМЫВНЫХ ПЕСКОВ «МЕЛЬНИКОВ ЛУГ», Г. ГОМЕЛЬ)

М.С. Федорский
Научный руководитель доцент А. П. Гусев
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Объект исследований – намывной массив в пойме реки Сож, созданных в целях городского строительства в 1980-1990-х гг. В пределах данного объекта выделены участки: **А** – массив жилой застройки (62,5% от общей площади); **В** – Волотовские озера и прилегающие территории (30,0% от общей площади); **С** – между улицей Подгорной и массивом жилой застройки (7,5% от общей площади).

Цель исследований – изучение современных геологических процессов, протекающих в пределах техногенного намывного массива. Решаемые задачи исследования: изучение истории техногенного формирования и преобразования объекта (анализ топографических карт и аэрокосмоснимков); картографирование современных геологических процессов (маршрутный метод); изучение пространственно-временных изменений современных геологических процессов и явлений.

До начала техногенного преобразования район представлял собой пойму с плоским рельефом (абсолютные отметки – 118-120 м). Растительный покров был представлен луговой и кустарниковой растительностью. Значительная часть территории была заболочена. Хозяйственное использование – сенокошение и пастьба скота. В 1980-х гг. формируются массивы техногенных грунтов, производится выемка торфа, вырываются котлованы для водоемов, создаются дренажные канавы [3,4].

В середине 1980-х гг. структура земель на участках **А** и **В** характеризовалась преобладанием песчаных пустырей, лишенных растительности. На участке **С** техногенные преобразования были связаны со строительством железной дороги, а большую часть территории занимали болота. В настоящее время участок **А** почти полностью застроен (застройка – 83%, строительные пустыри – 12,1%). Имеющиеся здесь водоемы и болота засыпаны и застроены. Участок **В** – преимущественно представляет собой рекреационную зону, в которой значительную площадь занимают искусственные водоемы (31,4%), луга и кустарники (23,5%). Сохранился небольшой участок пойменного болота (в районе У-образного озера). На участке **С** преобладают луга и кустарники (38,9%), пустыри (31,0%) и болота (18,1%). Причем, вторичное заболачивание развивается в пределах массива техногенных песков [1,3].

После техногенного преобразования высотные отметки на большей части площади участка **А** составляют 122-124 м (максимальные – 124-125 м; минимальные в районе дренажной канавы – 119-121 м). На участке **В** преобладают высоты 119-122 м (максимальные – 124-126 м на северо-восточной окраине; минимальные – 118-119 на урезе воды в водоемах). На участке **С** высотные отметки находятся в пределах от 119-120 м (район озера Малое) до 123-124 м (в районе моста по улице Хатаевича).

В ходе полевых работ в настоящее время зафиксированы следующие экзогенные геологические процессы: водная эрозия (линейная, плоскостная); гравитационные процессы (крип, оползни); абразия, боковая и донная эрозия; подтопление и заболачивание; засоление почвенных грунтов; эоловые процессы (дефляция); суффозия, суффозионные провалы; антропогенный литогенез (табл. 1). Геологические процессы в предшествующие этапы – по данным [2,4].

Таблица 1

Современные геологические процессы на объекте «Мельников Луг»

Процесс	Участок **А**	Участок **В**	Участок **С**
Водная эрозия	-* -** +**	- - +	+ + +
Гравитационные процессы	- - -	- - -	+ + +
Подтопление и заболачивание	+ + -	+ + +	+ + +
Осушение, понижение грунтовых вод	- - +	- - -	- - +
Засоление	- - -	- - -	- - +
Эоловые процессы	- + +	- + -	- - +
Суффозия, суффозионные процессы	- - +	- - -	- - -
Антропогенный литогенез	- + +	- + +	- + +

* - До намыва песков (до 1970-х гг.); ** - намыв песков до застройки (1980-е гг.); *** - современная ситуация.

Водная эрозия (образование промоин) активно протекала на участке **С**, который представляет собой переход от моренно-зандровой равнины к притеррасной пойме. В течение исторического периода водная эрозия на склоне, сформированном флювигляциальными и моренными отложениями, привела к образованию оврагов. В настоящее время водная эрозия развивается в пределах всех трех участков: преимущественно на склонах насыпей автомобильных дорог, где можно наблюдать образование промоин до 5-15 м длиной и до 1-2 м шириной.

Гравитационные процессы в виде крипа характерны для склонов моренно-зандровой равнины (на участках, лишенных растительности). Отмечены единично на границе участка **С**.

Заболачивание развивалось в пределах бывшей поймы почти повсеместно. Длительное время шло накопление торфа. Так, на картах 1980-х гг. отмечены разработки торфа в центре участка **А**. Прослои торфа вскрыты шурфами и скважинами в районе озера Малого, вблизи протоки Волотова. В современное время на участке **А** процессы заболачивания и подтопления отсутствуют, поскольку произошло увеличение высотных отметок рельефа на 2-6 м. Выходы подземных вод в виде родников в притеррасной пойме подпитывают болото на участке **С**, где идут современные процессы торфонакопления. Идет процесс вторичного заболачивания на участке **В** (восточнее У-образного озера).

Осушение заболоченных земель шло параллельно с формированием массива техногенных грунтов. Искусственная дренажная сеть в виде канав характерна для участков **А** и **С**. Снижение уровня грунтовых вод в зоне влияния канав составляет 1,5-3 м.

Засоление почвенных грунтов – процесс, локализующийся в районе моста по улице Хатаевича. Здесь в 1990-2000-х гг. располагался склад песка, который использовался для изготовления песчано-солевых смесей для борьбы с гололедом.

Эоловые процессы вначале стали развиваться на техногенных песках в пределах участков **А** и **В** в 1980-ее гг. В это время поверхность песков была еще полностью лишена растительного покрова. По мере зарастания песков травяной (булавоносец седой, вейник наземный, цмин песчаный и др.) и кустарниковой (ивы) растительностью и расширения застройки интенсивность эоловых процессов снижалась. В настоящее время эоловые процессы проявляются локально на стройплощадках участка **А** и песчаных пустырях участка **С**.

Суффозия получила развитие по мере застройки массива техногенных грунтов. В настоящее время суффозионные провалы локально отмечаются на заасфальтированных пешеходных дорожках в пределах участка **А**.

Антропогенный литогенез включает в себя как создание массивов техногенных грунтов (практически повсеместно), так и отложение пролювия в местах стока из оврагов (участок **С**), отложение осадков на дне искусственных водоемов (участок **В**).

Литература

1. Андрушко, С.В. Антропогенная эволюция геосистем на территории города: оценка геоэкологических рисков / С.В. Андрушко, А.П. Гусев // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2012. – №1. – С. 38-49.
2. Гусев, А.П. Геоэкологический анализ антропогенной эволюции геосистем (на примере города Гомеля) / А.П. Гусев, С.В. Андрушко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – №9 (128). – Вып. 19. – С. 173-179.
3. Гусев, А.П. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной динамики геосистем модельного района Волотова (Гомель) / А.П. Гусев, С.В. Андрушко // Природные ресурсы, 2010. - №1. – С. 65-72.
4. Гусев, А.П. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной эволюции геосистем локального уровня (на примере изменений поймы в черте г. Гомеля в XIX-XXI вв.) / А.П. Гусев, С.В. Андрушко // Природопользование: сборник научных трудов. Выпуск 19. / НАН Беларуси; Институт природопользования НАН Беларуси; редкол: А.К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Институт природопользования НАН Беларуси, 2011. – С. 103-107.

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Л.Н. Чилингер
Научный руководитель профессор Попов В.К.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Термин «территориальное планирование» впервые был введён Градостроительным кодексом Российской Федерации в 2004 году, который сформулировал территориальное планирование как «планирование развития территорий, в том числе для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения» [1].

В настоящее время законодательство о градостроительной деятельности устанавливает отношения не только по территориальному планированию, но и градостроительному зонированию, планировке территории, архитектурно-строительному проектированию.

Территориальное планирование, определяя меры перспективного развития территории на достаточно отдалённый срок, устанавливает границы, в которых осуществляется градостроительное проектирование, и считается одной из ключевых составляющих градостроительной политики [2].

Таким образом, территориальное планирование предусматривает решение следующих задач:

- оценка эффективности мероприятий по планированию;
- рациональное использование и охрана земель;
- создание целостной системы на основе производственных мероприятий;
- улучшение застройки и планирования поселений;
- разработка мероприятий по упорядочению систем землепользований;
- разработка мероприятий по оптимизации структуры [3].

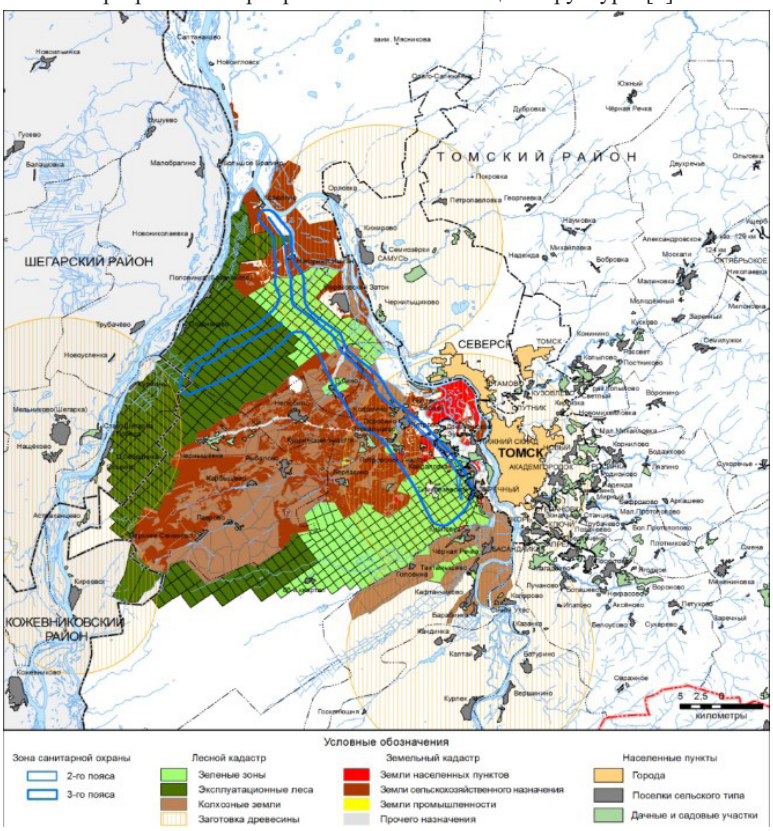


Рис. 1. Категории земель в пределах Обь-Томского междуречья

Устойчивое развитие урбанизированных территорий базируется на анализе использования земельных ресурсов этих территорий, которое можно представить схематично в виде процесса взаимодействия трех основных компонентов (рисунок 1, 2): природного каркаса территории - структурно-планировочного районирования - опорного каркаса расселения населения либо экологии - территориально-пространственного развития - социально-экономической сферы [4].



Рис. 2. Процесс взаимодействия трех компонентов устойчивого развития территорий

Решение задач по созданию условий для устойчивого развития территорий предполагает активизацию человеческого потенциала, проживающего на этих территориях, формирование установки на социальную активность и мобильность населения. Критериями в оценке территории муниципальных образований для обеспечения ее устойчивого развития является ряд экономических, экологических и социальных факторов. В данном случае муниципальное образование рассматривается как отдельная самостоятельная система, устойчивость которой тем выше, чем меньше она зависит от внешних факторов. Внутренние факторы системы являются более важными для оценки устойчивости территории [5,6].

К полномочиям Томского муниципального района относят: утверждение правил и организация благоустройства территории, включая использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов, утверждение генеральных планов, правил землепользования и застройки, утверждение подготовленной на основе генеральных планов документации по планировке территории, а также утверждение местных нормативов градостроительного проектирования, ведение информационной системы обеспечения градостроительной деятельности и осуществление муниципального земельного контроля в случаях, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации [7].

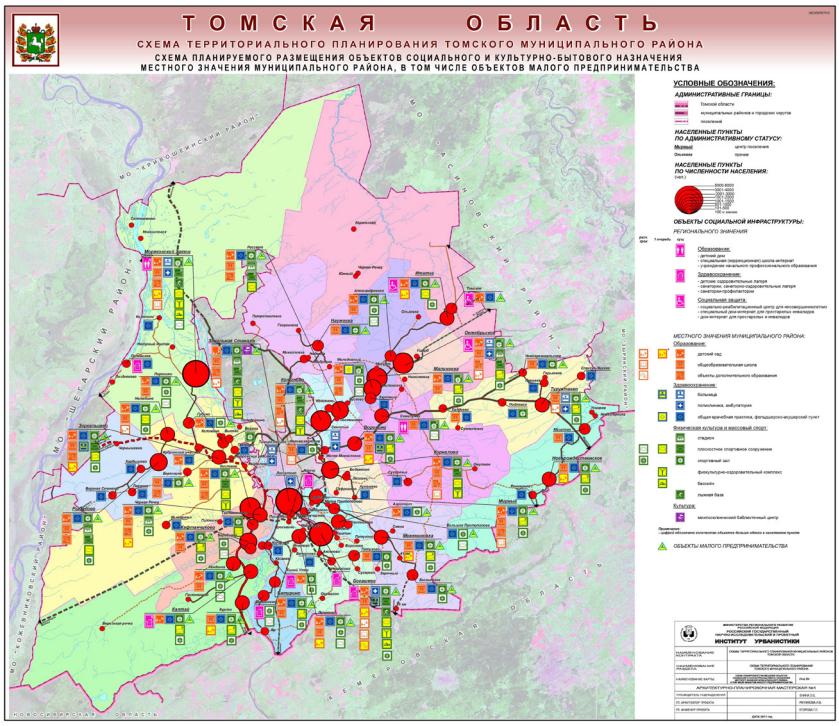


Рис. 3. Схема территориального планирования Томского муниципального района

Таким образом, схема территориального планирования муниципального района предусматривает рациональное использование, направленное на развитие землеустройства и водопользования для устойчивого развития территорий на основе сбалансированного учета экологических, экономических, социальных и иных факторов, создание благоприятной среды проживания населения [8].

Литература

1. Градостроительный кодекс РФ
2. Н. В. Жукова, В. П. Басистый. Территориальное планирование как важный инструмент управления территорией (на примере Хабаровского края) // Международная научно-практическая конференция – С. 494-501.
3. Землеустройство и кадастр недвижимости [текст]: учебное пособие /С.Н. Волков, А.А. Варламов, А.В. Купчиненко [и др.]. -М., 2010. – 336 с.
4. Хамавова А.А. Планирование агропромышленного комплекса как основа устойчивого развития сельских территорий // Научные исследования и разработки молодых ученых – С.130-134.
5. Котлярова Е.В. Социо-эколого-экономическое описание состояния промышленных территорий // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. - 2011. - № 36 (12). - С. 103.
6. Матвейко Р.Б. Формирование геоинформационных ресурсов обеспечения градостроительной деятельности // Известия Ростовского государственного строительного университета. - 2013. - Т. 1, № 17 (17). - С. 43-49.
7. Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
8. Решение от 05 2014 года № 306. Об утверждении Схемы территориального планирования Томского муниципального района.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ УГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Шрамок
Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Криолитозона имеет широкое распространение в Российской Федерации, что зачастую осложняет строительство зданий, строений и сооружений на данной территории.

Наиболее характерным для зоны распространения многолетней мерзлоты процессом, осложняющим строительство, является морозное пучение. Согласно [3], морозное (криогенное) пучение определяется как процесс, вызванный промерзанием грунта, миграцией влаги, образованием ледяных прослоев, деформацией скелета, приводящими к увеличению объема грунта, поднятию дневной поверхности. Пучинистость грунтов - широко распространенное явление в криолитозоне и даже вне ее, в пределах слоя сезонного промерзания, где она часто связана с сегрегационным льдовыделением в деятельном слое зимой [1]. В этой связи, можно говорить о широком распространении в пределах России, проявлении процесса пучения, а, следовательно, и пучинистых грунтов.

Целью данной работы является выявление взаимосвязей между степенью пучинистости и физичеескими характеристиками грунта.

В задачи входило обзор ранее проведенных исследований пучинистости грунтов, обоснование факторов, способствующих процессу пучения, обзор полевых и лабораторных методов определения и прогноза степени пучинистости, характеристика применяемого лабораторного метода по определению относительной деформации пучения, проведение лабораторных испытаний грунтов, выявления зависимостей между характеристиками пучения и показателями состава и свойств грунтов.

Пучинистость грунта определяется его составом, пористостью, а также уровнем грунтовых вод (УГВ). Чем выше стоят грунтовые воды, тем больше будет расширяться грунт при замерзании. Способность удерживать и «подсасывать» воду из нижележащих слоев обеспечивается наличием в структуре грунта капилляр и подсосом ими воды. Грунт при расширении замерзающей воды (на 9-12%) начинает увеличиваться в объеме. Поэтому, чем больше воды в грунте, тем он более пучинистый. Также выше пучинстость у грунтов с плохими дренажными характеристиками. При промерзании грунта сверху еще незамерзшая вода отжимается льдом в нижележащие слои грунта. Если же дренажные свойства грунта недостаточные, то вода задерживается и быстро промерзает, вызывая дополнительное расширение грунта. Чем больше плотность грунта, тем меньше в нем капилляров и пустот (пор) где может задерживаться вода и, следовательно, меньше потенциал расширения при замерзании [1].

Наиболее достоверные данные о степени пучинистости грунтов могут быть получены на основе испытаний на площадке строительства. Но такие испытания требуют длительного времени, в то время, когда для проектирования сооружения, зачастую необходимо быстро получить информацию о степени пучинистости. Лабораторный метод является своего рода экспресс-методом, где моделируются условия, максимально приближенные к естественным. В лабораторных условиях степень пучинистости определяется согласно [4] на образцах нарушенного сложения при заданной влажности и плотности [2].

Испытание грунтов по определению количественного показателя пучинистости грунта (относительной деформация пучения — Efh.) проводилось в Лаборатории исследования грунтов ОАО «ТомскНИПИнефть», с применением установки для определения деформации пучения - измерителя степени пучинистости грунтов УПГ-МГ4.01/Н «Грунт».

Преимущества данного прибора в том, что длительность испытания составляет приблизительно двое суток, что значительно ускоряет процесс получения и обработки информации о пучинистости грунтов, а также после окончания испытания, прибор уже выдает значение деформации пучения. По полученным значениям деформации определяется степень пучинистости образца грунта в соответствии с классификацией, приведенной в [5].

Целью исследовательской составляющей данной работы являлось изучить зависимость степени пучинистости от физических характеристик грунтов. Так, в лабораторных условиях, в целях эксперимента, были синтезированы общие пробы с различных объектов территории Угутского месторождения. Для изучаемых грунтов, в большинстве своем приуроченных к верхнечетвертичным аллювиальным отложениям третьей надпойменной террасы р. Большой Юган (a3QIII), были определены основные физические характеристики (влажность, плотность, влажность на границе текучести и раскатывания [6], гранулометрический состав ареометрическим методом [7]) и относительная деформация пучения [4]. Относительная деформация пучения определялась для каждого глинистого образца грунта таким образом, чтобы проследить изменение степени пучинистости грунта при различной консистенции (для глин и суглинков – от полутвердого до текучеплатичного), а для песка согласно разновидности (от маловлажного до водонасыщенного). Результаты испытаний дисперсных грунтов показали, что чем выше влажность грунта, тем он более пучинистый, а также чем больше плотность грунта, тем меньше в нем капилляров и пустот (пор) где может задерживаться вода и, следовательно, меньше потенциал расширения при замерзании – менее пучинистый. Испытываемые пески проявили себя как непучинистые, вне зависимости от степени их насыщения водой. В итоге выявлено, что

В качестве противопучинистых мероприятий, в зависимости от вида сооружения и геокриологических условий, можно рассмотреть следующие варианты: - заанкереривать фундаменты посредством заглубления их в

вечномерзлые грунты; - применить теплоизоляцию земляного полотна на пучинистых участках железнодорожных путей и автодорог; - провести противопучинную мелиорацию грунтов (засоление различными растворами солей); -обеспечить устройство насыпи из непучинистого грунта и устройство фундамента уже на ней; -произвести частичную или полную замену пучинистого слоя на непучинистый, путём создания подушек из крупного или среднего песка с высоким коэффициентом фильтрации; -понизить влажность грунта (путём использования геотекстиля для снижения капиллярного подсоса, устройства дренажа, глиняных замков и отмосток, понижение уровня подземных вод, отвод поверхностных вод от здания посредством устройства вертикальной планировки, водосборных канав, лотков, траншей, дренажных прослоев и т.п.).

Таким образом, в виду широкого распространения на территории России грунтов, подверженных сезонному промерзанию, необходимость определения степени пучинистости таких грунтов в составе инженерно-геологических изысканий очевидна. Лабораторный метод определения относительной деформации пучения представляет собой экспресс-метод получения достоверной информации о степени пучинистости, его применения на месторождении выявило присутствие всех категорий пучинистости грунтов (от непучинистых до чрезмернопучинистых). Но, для приблизительной оценки степени пучинистости достаточно проанализировать физические характеристики грунта, чтобы предсказать его поведение при сезонном промерзании-оттаивании, в связи с чем выявленные нами взаимосвязи весьма актуальны.

Литература

1. Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Буданцева Н.А., Чижова Ю.Н. Миграционные бугры пучения на Европейском Севере России — южный и северный пределы ареала и современная динамика // Инженерная геология. 2011. № 2. С. 56–72.
2. Методы геокриологических исследований: Учеб. пособие / М54 Под ред. Э.Д. Ершова – М.: Изд-во Московского государственного университета. 2004. – 512 с.
3. СП 11-105-97 Часть 4. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
4. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
5. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
6. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
7. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

RESEARCH ON CORRELATION BETWEEN COMPRESSION INDEX (Cc) WITH OTHER PROPERTIES OF SOIL FOR GEOTECHNICAL DESIGN IN SIHANOUKVILLE CITY

Hoang Anh Tuan, Doan Cong Bien, Nguyen Ba Dong, Nguyen Hai Ha

Supervisor: Dr. Phi Hong Thinh

University of Transport and Communications, Hanoi, Vietnam

International scientists have proposed many correlations between physical and mechanical properties of soil for geotechnical design. But, only some of them are suitable for construction area in Sihanoukville city of Cambodia. This research will find out and propose some suitable correlations between some physical and mechanical properties of very soft greenish grey sandy lean Clay in this area. This weak soil layer has wide distribution and great thickness and greatly affects stability and settlement of construction works, but methods of taking sample, sample transportation, quality of laboratory testing equipment, laboratory staff experience and in-situ tests performed in the layer do not often meet the technical requirements for geotechnical design in Sihanoukville city.

Compression index (Cc) is mentioned in a lot of construction standards in many countries in the world. It takes an important role in settlement prediction for engineering foundation. So, the evaluation and determination of correlation between C_c and other properties of soil have extremely important meaning in geotechnical design.

Sihanoukville city locates in the south of Cambodia with area about 868 km^2 and had a population of around 89,800 people and approximately 66,700 in its urban center in 2008. It is about 230 kilometers southwest of the Phnom Penh - Cambodian capital, in a small Peninsula on the Gulf of Thailand. The city has a tropical climate - warm and humid. The economy of Sihanoukville is based primarily in its port for imports and exports to the national economy.

The geological formation of research area is generally constitutes of soft and loose detritus material deposited during recent geological time through natural transportation. In there, layer 1a is very soft greenish grey sandy lean Clay with shell fragments/organic matter. Table 1 shows some main physic-mechanical parameters of 1a soil layer.

Table 1

Main physico-mechanical parameters of 1a soil layer

No.	Parameter	Unit	Symbol	Average value
1	Natural moisture content	%	W	38.5
2	Void ratio	-	e_o	1.17
3	Liquid limit	%	W_L	34.5

No.	Parameter	Unit	Symbol	Average value
4	Plastic limit	%	W_P	24.9
5	Plasticity index	%	I_P	9.6
6	Unconfined compressive strength	kG/cm^2	q_u	0.252
7	Compression index	-	$C_{c(1-2)}$	0.251
8	The number of the tested samples	Nos.	n	30

There are so many formulas in the world that used for forecasting the compression index from void ratio (e_0), moisture content (W), liquid limit (LL) or plastic index (PI). Table 2 includes some formulas used for forecasting the compression index from initial parameter.

Table 2

Some correlation between C_c and other properties of soil

Formula	Proposed by
$C_c = 0.007(LL - 7.0\%)$	Skempton (1944)
$C_c = 1.15(e_0 - 0.35)$	Nishida (1956)
$C_c = 0.29(e_0 - 0.27)$	Hough (1957)
$C_c = 0.009(LL - 10.0\%)$	Terzaghi and Peck (1967)
$C_c = 0.006(LL - 9.0\%)$	Azzouz et al. (1976)
$C_c = 0.037(e_0 - 0.003LL - 0.34)$	Azzouz et al. (1976)
$C_c = 0.01(W - 7.549\%)$	Herrero (1983)
$C_c = 0.009(LL - 8.0\%)$	Tsuchida (1991)
$C_c = 0.014(PI + 3.6\%)$	Sridharan and Nagaraj (2000)

Based on data received from the geotechnical investigation results in Sihanoukville city carried out in 2016, correlation between C_c and other properties of weak soil layer in here is analysis.

Some formulas in table 2 and a formula proposed by authors [$C_c = 0.35(C_c - 0.23)$] are used for analysis. The values of C_c determined by these formulas are compared with C_c received from laboratory testing results. The C_c received from laboratory testing results is considered as standard values for analysis.

Analysis results are shown in tables and figures below:

Table 3

Determination of C_c at Sihanoukvillecity of Cambodia

Sandy lean Clay	PI (%)	e_0	LL (%)	(g/cm^3)	Sridharan and Nagaraj	Hough	Tsuchida	Skempton	Terzaghi and Peck	Proposed by Authors	Lab.
Average value	13.8	1.58	41.1	1.64	0.24	0.38	0.30	0.24	0.28	**0.47**	**0.47**

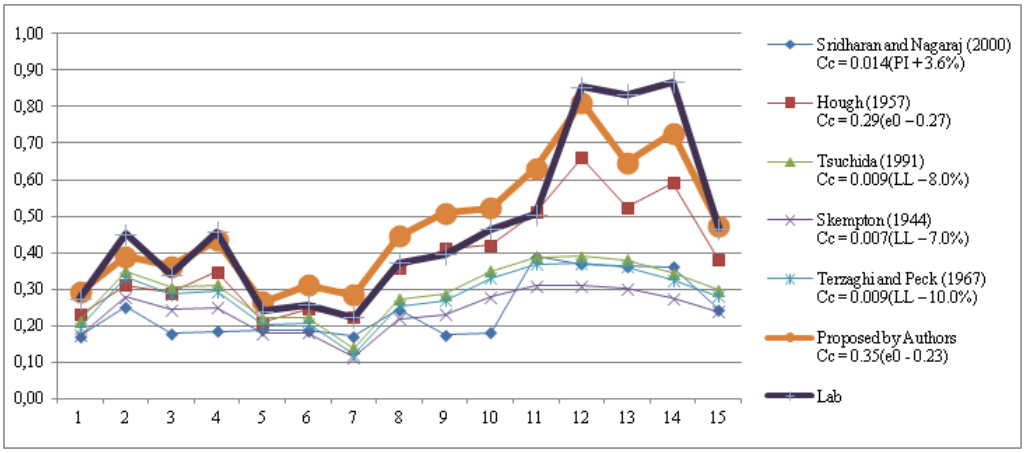


Fig. 1. Correlation between Cc & other properties of soil at Sihanoukville city

The research results show that the value of e_0 received from Hough's formula is close to e_0 received from laboratory testing results; and e_0 received from formula proposed by the authors is not deferent from e_0 received from laboratory testing results.

Conclusion and recommendation:

In Sihanoukville city area, there is a thick, very soft marine greenish grey sandy lean Clay layer which creates dangerous engineering-geological processes, including land subsidence and deformation of buildings and other structures.

Compression index (e_0) takes an important role in settlement prediction for engineering foundation. Value of e_0 depends heavily on methods of taking sample, sample transportation, quality of laboratory testing equipment, laboratory staff experience. These works are not well controlled in developing countries such as Cambodia.

The research focuses on correlations between C_c and other properties of the layer. Research results show that the correlation between e_0 and Void Ratios (R_{eo} is the tightest. The formula proposed by Hough (1957) is suitable correlation between e_0 and e_o of the layer in research area.

Based on Hough's formula, the authors propose a new formula [$C_c = 0.35(e_0-0.23)$]. The research results show that this formula is the most suitable one for the correlation between Cc and e_0 of the layer in research area.

We recommend to use the correlation $C_c = 0.35(e_0-0.23)$ for the clay layer in Sihanoukville city.

References

1. Technical Working Group (Richard Cheney, Nari Abar, David Shiells, Lawrence Pierson, Sam Mansukhani). Evaluation of Soil and Rock properties. - Midwestern Resource Center and Michelle Cribbs, 2002. – 120 p.
2. Michael Long, Nouri El Hadj and Knut Hagberg. Quality of conventional fixed piston samples of Norwegian soft clay. 2009. – 42 p.
3. Hiroyuki Tanaka, Pankaj Sharma, Takashi Tsuchida and Masanori Tanaka. Comparative Study on sample quality using several types of samplers. 1996. – 98 p.
4. Young-KyoSeo, Kyung-sik Choi and Sung-GyoJeong. Design Charts of Piled Raft Foundations on Soft Clay. 2003. – 12 p.
5. EGS Vietnam. Statistical analysis of laboratory testing results in soils for Preparatory survey for Sihanoukville port new container terminal development project in the Kingdom of Cambodia. EGS Vietnam, 2016. – 5 p.
6. EGS Vietnam. Final report on Preparatory survey for Sihanoukville port new container terminal development project in the Kingdom of Cambodia. EGS Vietnam, 2016. – 350 p.

СЕКЦИЯ 7
ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

ВОДА – СОЗИДАТЕЛЬ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

С. Л. Шварцев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Томск, Россия

Всем известно, что жизнь без воды невозможна. В то же время мы не знаем как вода эту жизнь создает, а в тех гипотезах происхождения жизни, которые известны науке, вода либо совсем не упоминается, либо механизмы, которыми она создает жизнь, не раскрываются. Еще сложнее дело обстоит с компонентами окружающего мира: растения, почвы, продукты выветривания, ландшафты, вторичные минералы, болото, озеро, река, подземная вода и т.д. Каждый из этих составляющих изучается своей наукой (ботаникой, почвоведением, литологией, геохимией, минералогией, гидрологией, гидрогеологией и т.д.). Каждая из этих наук выработала свои методы, подходы и пути решения проблем, связанных с функционированием какого-либо одного объекта (почвы, леса, реки, озера, болота, ландшафта, живого организма и т.д.), накопила массу фактов, которые пытается как-то систематизировать и классифицировать, найти ведущие факторы и процессы, определяющие генезис, становление, развитие объекта исследований. В результате каждая наука оперирует своими терминами, понятиями, определениями, за которыми кроются многочисленные процессы, факторы, механизмы, явления, обстановки, среды, соединения, минералы, растворы, типы, виды, разновидности живых и неживых объектов, субъектов, ландшафтов, различных сфер.

Все эти компоненты непрерывно взаимодействуют между собой. В результате этого одни соединения разрушаются, другие формируются, одни уносятся за пределы зоны действия, другие, наоборот, приносятся из соседних зон, третьи видоизменяются, превращаясь в принципиально новые. Но при этом важно, что идет непрерывный процесс преобразования любого вещества, начиная от горной породы и воды и кончая живой клеткой и человеком. И не просто преобразование, а непрерывное усложнение всего окружающего мира, каждого его компонента, соединения, объекта, субъекта. Это до конца неосознанное наукой преобразование окружающего мира называется эволюция. Тем самым поставлена точка в признании наличия грандиозной эволюции на нашей планете. Теперь уже никто не сомневается, что наш окружающий мир постоянно эволюционирует не от сложного к простому, как раньше думали многие, а от простого к все более сложному. Этот процесс непрерывной эволюции английский биолог Р. Докинз назвал самым грандиозным шоу на земле [1].

Но что движет эту эволюцию? Увы, никто не знает, хотя наука изучает эту проблему более 200 лет. Так, еще Ж.-Б. Ламарк в конце XVIII в., изучая направленность преобразования окружающего мира, с удивлением констатировал, что в природе на первый взгляд доминируют разрушительные процессы: сложные вещества трансформируются в простые, которые в дальнейшем не разрушаются, а накапливаются в разных соединениях. Но откуда в таковом случае берутся сложные? Анализируя эту проблему Ж.- Б. Ламарк пришел к выводу, что в природе, кроме тенденции к дезинтеграции, разрушению существует противоположный процесс, направленный на формирование сложных веществ. Но какая сила движет этим процессом усложнения и какова ее природа, он не мог найти в окружающем мире и дать ответ на этот вопрос. Тогда он предположил, что такая неизвестная сила скрыта в живых организмах и она характерна только для растений, животных и человека. Поэтому он назвал её властью жизни (pouvoir de la vie) и рассматривал в качестве демаркационного фактора, разделяющего природу на живую и неживую. Появление сложных веществ в косной материи Ж.Б. Ламарк объяснял тем, что они являются продуктами жизни. Так более двух столетий назад был поставлен вопрос о механизмах формирования сложностей, остающийся по сей день одним из ключевых в науке [2].

Но отвергнув возможность образования сложностей в косной материи, Ж.Б. Ламарк тем самым отверг и эволюцию в неживой природе, а значит воду как главного компонента преобразования окружающего мира. В этом и состоит парадокс Ж.Б. Ламарка, который первым в истории науки издал в 1802 г. книгу «Гидрогеология» и применил впервые термин гидрогеология, под которым понимал роль воды в геологических процессах и высоко оценил эту ее роль, но только разрушительную [3]. К сожалению, он не увидел, да и не мог в то время раскрыть созидательную роль воды в становлении всего окружающего мира. Поэтому развиваемое в то время целое научное направление, называемое нептунизмом, потерпело поражение.

Идеи Ж.Б. Ламарка казались настолько убедительными, что даже такой проницательный ученый как В.И. Вернадский не признавал наличия эволюции в неживой материи и объяснял наблюдаемые изменения в верхней части земной коры взаимодействием в системе вода-порода-газ-органическое вещество. При этом он считал, что вода, которая обладает многими совершенно необычными свойствами, выступает – главным компонентом таких преобразований в биокосной материи [4]. И не только В.И. Вернадский, но и многие другие. Так английский геолог Ч. Лайель, который хотя и обосновал теорию постоянного изменения окружающего мира под действием атмосферных осадков, текучих вод, вулканических извержений и других геологических факторов, что вело к прогрессу науки. Но его представления, были своеобразными: допуская в принципе изменение окружающей среды, он считал, что факторы (причины), вызывающие эти изменения, сами не меняются и поэтому изменения окружающего мира постоянны и не носят прогрессивного характера в течение всего геологического времени. Говоря иначе он не видел усложнения геологических процессов и роль воды в них не раскрыл. Поэтому он вошел

в историю науки как создатель новой теории - теории актуализма.

Ч. Дарвин в своей знаменитой книге «Происхождение видов путем естественного отбора» отверг идею жизненной силы и взамен предложил механизм эволюции путем естественного отбора, физический или химический смысл которого до сих пор не раскрыт. Под естественным отбором, как известно, Ч. Дарвин понимал неслучайное сохранение случайных изменений, но воду при этом в расчет не принимал.

Сложившееся противоречие еще больше усилил немецкий ученый Э. Шрёдингер, который разработал концепцию зависимости усложнения системы от среды, а точнее от соотношения потоков энтропии из системы в среду и наоборот. При этом он разделил системы на живые и неживые, каждая из которых развивается разными способами. Основная его идея состоит в том, что живые системы черпают порядок из среды, а неживые – такой способностью не обладают, поскольку находятся в инертном состоянии. Тем самым этот великий ученый вслед за Ж.Б. Ламарком в очередной раз возвёл резкий барьер между живой и неживой материей, хотя механизм усвоения энтропии живыми существами он не раскрывает. Не объясняет он и о какой среде идет речь, но ставит крест на эволюции неживых систем, хотя роль воды опять же даже не упоминает. Так в науке достаточно прочно закрепилась идея о том, что в неживой материи никакой эволюции нет, есть только случайные разрушения, в том числе и водой, но они не ведут к прогрессивной эволюции систем. Естественно, что это касается и воды, которая относится к неживой субстанции. И хотя появление синергетики, которая находит общие принципы эволюции живых и косных систем, позволяет несколько смягчить сложившееся жесткое противопоставление живой и неживой материи, но проблема роли воды в эволюции окружающего мира остается [2]. Великие идеи В.И. Вернадского о совершенно особой роли воды в геологических процессах и создании жизни [4] в этом случае оказываются не востребованными.

Но с этим согласиться нельзя. И вот почему. Мы установили, что система вода-порода всегда является равновесно-неравновесной: вода неравновесна преимущественно с минералами магматических пород, которые она растворяет, но одновременно всегда равновесна с вторичными минералами, которые она формирует. Иначе говоря, система вода-порода является внутренне противоречивой, способной к самопроизвольному, непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых минеральных фаз и геохимических типов воды. Эта система развивается постоянно в нелинейной области термодинамической ветви в условиях, далеких от равновесия, и относится к типу абиогенных диссипативных структур, играющих совершенно особую роль в прогрессивном развитии косной материи [5].

Еще более важно, что с некоторыми ведущими минералами эндогенного генезиса равновесие воды в принципе невозможно. Удивительно и то, что в эту группу входят минералы, слагающие базальты, т. е. силикаты и алюмосиликаты Ca, Mg и Fe, изначально образовавшие нашу планету. Причина такого явления состоит в том, что поступающие из базальтов в раствор химические элементы связываются новыми минералами, формирующимися в этой системе. Такие вторичные образования выступают геохимическими барьерами на пути установления равновесия подземных вод с базальтами, что обеспечивает непрерывность растворения магматических пород, образование новых геохимических типов воды и серии вторичных минералов. Именно эта внутренняя направленность эволюции делает её похожей на биологическую. Их объединяет близость таких процессов и механизмов как геологическая длительность эволюции, непрерывность взаимодействия, неравновесность, развитие в открытых стационарных системах, получение вещества и энергии из внешних источников, усложнение дочерних продуктов и т.д.

Принципиально важно, что растворение одних минералов и формирование других происходит под действием не внешних, а только 'внутренних факторов. Вода всегда растворяет базальты потому, что таково ее строение и состав, которые несовместимы со структурой базальтовых пород. Именно особенности внутреннего строения воды определяют сущность и характер ее взаимодействия с базальтами и другими алюмосиликатами, которое породило абиогенную эволюцию минерального вещества. Неравновесность воды с базальтами явилась тем спусковым механизмом, который определил эту эволюцию. При этом *движущей силой ее выступает вода, точнее энергия её молекулярных связей.* Поэтому противоречие воды с базальтами является базовым для всей глобальной эволюции [6].

Все это позволило нам сделать вывод, что система вода-порода по комплексу признаков и фундаментальных свойств образует абиогенную диссипативную самоорганизующуюся структуру, которая возникла на самой ранней стадии развития Земли в момент появления свободной воды. Среди фундаментальных ее свойств - непрерывность, неравновесность и нелинейность развития, способность к созданию новых более сложных соединений, которых ранее на земле не было, что является важнейшим признаком эволюции, независимой от внешних факторов и обладающей автономностью, наличием механизмов самоорганизации и т.д. Последнее определяет ее как одну из фундаментальных и базовых систем, обусловивших развитие неорганической материи на предбиотическом этапе эволюционного становления планеты. Именно из этой системы возникло множество других, унаследовавших многие из ее свойств. Сформированные в результате её эволюционного развития химические типы воды и вторичные минералы, приумножаясь, постепенно захватывали геологическое пространство, новые этажи литосферы, формировали новые геохимические среды, которые, в свою очередь, определяли образование новых минеральных фаз, влияющих на характер среды. И этот процесс геологически бесконечен. В этом суть самоорганизации в минеральном царстве, включающем зарождение, рост и пространственно-временное распространение новых структурных форм, минеральных образований, геохимических сред.

Приведенные факты привели нас к выводу, что эволюция на нашей планете началась не с возникновения жизни, а с появлением воды, которая эту эволюцию и создала путем непрерывного растворения одних минералов и образования новых с одновременным изменением состава воды. Тем самым мы выявили и силу, определяющую

эволюцию, которую искал еще Ж.-Б. Ламарк. Оказалось, что такой силой является внутреннее свойство воды – способность ее растворять все природные соединения и формировать новые. Более того, в своих работах мы показали, что сложности образуются только в воде. Тем самым нам удалось установить, что вода не только растворяет породу, но и тут же формирует новые соединения, включая и те, которых раньше на планете не было. В этом суть созидательной деятельности воды [7].

Следовательно, с появлением воды на Земле в неживой природе началась строго направленная абиогенная эволюция, которая, в конечном счете, привела к созданию земной коры, тысяч новых твёрдых минералов, новых типов горных пород и формаций, новых геохимических типов воды или, по В.И. Вернадскому, новых “минералов воды” [4]. Так шло формирование окружающей нас среды, нового мира, отличающегося всё большей сложностью на каждом последующем этапе своего развития.

Принципиально важно, что все минеральные соединения этого возникающего мира зародились в водном растворе в соответствии с законами термодинамики. Среди образованных вторичных минералов имеются как относительно простые (например, карбонаты), так и более сложные (глины, цеолиты и др.), но все они представляют собой продукты водной среды того или иного состава, неодинакового для разных этапов эволюции системы вода–порода. Образование зародышей твёрдых фаз отличается строгой последовательностью: каждый химический ион на определённом этапе эволюции находит себе противоположный по знаку анион (или их группу), объединяясь с которым образует зародыш твёрдой фазы. При этом именно состав раствора контролирует время, место и состав каждого зародыша. Тем самым возникают новые дочерние диссипативные системы, усложняющие среду.

Только “переплывая” реку раствора, химические элементы получают принципиальную возможность создавать новые соединения, новые, отличные от материнских, системы, а значит, и новый мир. Возникающий зародыш прочно связан с окружающей средой, с которой равновесен, становясь её полноценной составляющей, хорошо вписанной в существующую схему функционирования. Он стабилен и не может быть разрушен, поскольку процесс эволюции системы направлен на поддержание стабильности возникающей среды и самого зародыша. По этой причине со временем его количество в системе увеличивается, он постепенно захватывает окружающее пространство.

Эволюция базируется на тесном гидродинамическом и химическом взаимодействии всех компонентов системы, В.И. Вернадского – воды, породы, газа и органического вещества. Вода играет в эволюции ключевую роль, поскольку является неизменной составляющей той среды, которая определяет принципиальную возможность усложнения вновь возникающих соединений, относящихся как к неживой, так и к живой материи. Можно сказать, что“власть жизни”, обоснованная Ж.Б. Ламарком в качестве созидательной природной силы, существует везде, где имеется вода, и проявляется в очень простой форме – способности растворять одни соединения и формировать другие, не похожие на растворяемые. Но поскольку вода пронизывает все геологические и биологические образования, граница живого с неживым не может прочерчиваться столь резко, как это делалось до сих пор. Также нельзя согласиться с представлением об эволюции как случайном и уникальном событии, поскольку созидательна сила эволюции – фундаментальное и неотъемлемое свойство водных растворов, проявляющееся всегда и везде. В природе нет сил, которые могли бы лишить воду способности растворять уже имеющиеся в окружающей среде соединения и формировать принципиально новые, а значит, нельзя остановить грандиозный поступательный процесс преобразования мира, начавшийся на Земле с появлением воды. Вода создает все царства: минеральное, растительное, животное и человека [7]. Ничего другого на нашей планете нет.

Литература

1. Докинз Р. Самое грандиозное шоу на Земле. Доказательства эволюции // М.:Астрель:Corpus, 2013, 496с.
2. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного: Введение. Пер. с англ. // Изд.3е, доп. М.: Изд - во ЛКИ, 2008, 352с.
3. Шварцев С.Л. Двести десять лет гидрогеологии // Геоэкология, 2013, №3, С.272-279
4. Вернадский В.И. История природных вод / под. ред. С.Л. Шварцева, Ф.Т. Яншиной. – М.: Наука, 2003. 750 с.
5. Шварцев С.Л. Фундаментальные механизмы взаимодействия в системе вода – горная порода и ее внутренняя геологическая эволюция // Литосфера, 2008, №6, С.3-24.
6. Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН, 2015, том 85, № 7, с. 632–642.
7. Шварцев С.Л. Как образуются сложности? /Вестник РАН, 2014, т. 84, № 7, с. 618-628

ВАРИАЦИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НЕФТЯНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

А. Р. Абдуллина, Р.Р. Галлямов, З.Г. Калкаманова

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия

Формирование химического состава подземных вод (ПВ) определяется многочисленными гидрогеохимическими и гидробиохимическими процессами, которые контролируются разнообразными факторами. Последние часто объединяются в две основные группы – природных и техногенных (природно-техногенных) факторов. Важнейшее значение в первой группе имеют литолого-фациальные особенности гидрогеологических разрезов и время взаимодействия в системе “вода-порода”. Ярким же примером совокупного действия разнообразных факторов на характер и структуру гидрогеохимического поля является верхняя часть гидролитосферы нефтяного региона Республики Татарстан.

Основные нефтяные богатства Татарстана сосредоточены в его юго-восточной части, именуемой Восточно-Закамским регионом, где с середины XX в. разрабатываются такие крупные месторождения, как Ромашкинское, Ново-Елховское и Бавлинское. Регион расположен в пределах Южно-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Восточно-Европейской платформы и в пределах Восточно-Русского сложного артезианского бассейна блоково-пластовых вод. Зона активного водообмена обладает здесь мощностью до 300-350 м и охватывает комплекс пермских и плиоцен-четвертичных образований. Пермские отложения в объеме уфимского, казанского, уржумского и северодвинского ярусов характеризуются максимальным площадным распространением. Они отличаются широким спектром фациальных условий формирования – от морских (верхнешельфовых) до континентальных (озерных, аллювиальных и др.) [1]. Морские отложения обладают, преимущественно, карбонатно-терригенным составом и серой окраской, мощности их отдельных прослоев могут достигать 20 м, реже более; тогда как континентальные – в основном представлены песчано-глинистыми пестроцветными образованиями, с толщиной прослоев редко когда превышающей 6–8 м. Важной чертой пермской толщи является ее загипсованность, степень которой нарастает в восточном направлении. Гипсы отмечаются как в виде редких мелких включений, так и отдельных невыдержанных слоёв до 0,5–1 м, реже более. Плиоцен-четвертичные отложения представлены песчано-глинистыми породами. Максимальной мощностью (до 210 м) они обладают в палео- и современных речных долинах, ширина которых обычно не превышает 10 км.

В рассматриваемой осадочной толще выделяется ряд водоносных и слабоводоносных комплексов, связанных межпластовым взаимодействием (перетеканием) по схеме А. Н. Мятиева. Основными областями питания ПВ являются водораздельные пространства, а разгрузки – речные долины, т.е. верхняя часть разреза Восточно-Закамского региона является областью преимущественного развития междуречных подземных потоков. Она также дифференцирована в гидрогеохимическом отношении. Здесь отчетливо выделяются две подзоны – пресных и солоноватых ПВ, которые на значительной части территории разграничиваются водоупорным горизонтом так называемых “лингуловых глин”, залегающих в основании казанского яруса и обладающих средней мощностью 10–15 м [2, 4].

Подземные воды надлингуловой части разреза характеризуются довольно высокой вариабельностью состава и минерализации. На отдельных участках изменчивость состава может резко проявляться даже в пределах одного водоносного горизонта на небольших расстояниях. В целом, значительным площадным распространением пользуются воды с преобладанием в анионном составе гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов; при этом их катионная составляющая может быть практически любой – кальциевой, натриевой, магниево-кальциевой и т.д., а минерализация – 0,2–10 г/дм^3. Данные особенности состава ПВ определяются комплексом факторов, важнейшее значение среди которых имеют глубина залегания и литолого-фациальные особенности водовмещающих толщ (природный фактор), а также характер и уровень техногенного воздействия на гидролитосферу.

Составы ПВ, при преобладании природных факторов их формирования, обычно имеют бимодальный характер распределения [3, 4]. С одной стороны, это гидрокарбонатные воды с минерализацией до 0,6 г/дм^3, реже более, и жесткостью (здесь и далее понимается общая жесткость) до 7–8 ммоль/дм^3; с другой – гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные воды с минерализацией до 2–3 г/дм^3 и жесткостью до 20–30 ммоль/дм^3 (при наименовании типа воды на последнем месте отражен преобладающий компонент, согласно [5]). В первом случае основным гидрогеохимическим процессом является углекислотное выщелачивание карбонатно-терригенных пород, при этом превалирующий объем маломинерализованных гидрокарбонатных ПВ характеризуется питьевым качеством; во втором – выщелачивание и растворение гипсов, и смешение с водами более глубокой циркуляции в зонах разгрузки.

На участках интенсивного техногенного воздействия проявляются три основные гидрогеохимические группы ПВ. В первой из них отмечается повышенная (более 20 %-моль) роль хлоридов, при этом минерализация может достигать 5–10 г/дм^3, а жесткость – 40–70 ммоль/дм^3. Эти ПВ отчетливо маркируют контуры крупных нефтяных месторождений. Площади их развития могут составлять многие десятки км^2, их формирование в первую очередь связано с утечками, иногда аварийными, попутных нефтяных вод (рассолов с минерализацией до 300 г/дм^3) из многочисленных трубопроводов и емкостей хранения [2, 3]. Вторая группа ПВ с превалирующим влиянием техногенного фактора на формирование их состава характеризуется повышенными содержаниями нитратов и органического вещества; здесь минерализация – до 2–2,5 г/дм^3, а жесткость – 15–20 ммоль/

дм^3. Третья же группа ПВ отличается сверхпредельными концентрациями ряда тяжелых металлов (Fe, Mn, Pb и др.) и, довольно часто, органического вещества; при этом воды могут быть пресными и относительно мягкими, и характеризоваться гидрокарбонатным составом. Нитратные воды тяготеют ко многим населенным пунктам, крупным животноводческим комплексам, складам удобрений и т.д., участки их развития отражают области сельскохозяйственного загрязнения; а ПВ, обогащенные тяжелыми металлами, обычны для крупных промышленных центров и их окраин (г.г. Набережные Челны, Нижнекамск и некоторые другие) [3, 4].

Количественная оценка роли тех или иных факторов в формировании состава ПВ может быть проведена на основе анализа водных вытяжек, гидрогеохимического моделирования и некоторых других методов исследований. В данной статье рассматриваются результаты аналитических исследований водных вытяжек, приготовленных со всех основных разновидностей почв и пород верхней части разреза на основе дистиллированной воды (табл.). В вытяжках определялись pH, электропроводность, концентрации основных анионов и катионов, а также ряда тяжёлых металлов – Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn. Основными аналитическими инструментами выступали ионные хроматографы Dionex-1600 и атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA-700.

Анализ таблицы свидетельствует, что даже кратковременное взаимодействие дистиллированной воды с почвами, покровными суглинками и карбонатными породами приводит к появлению гидрокарбонатных кальциевых вод с минерализацией 0,2-0,3 г/дм^3. В реальных природных условиях нефтяного региона Татарстана минимальная минерализация родниковых вод составляет около 0,15 г/дм^3, а общая жёсткость – 2,5-3,0 ммоль/дм^3. Большая часть нисходящих родников, дренирующих подземные воды верхней части карбонатно-терригенных разрезов вне зон интенсивного техногенного воздействия, характеризуется минерализацией 0,3-0,6 г/дм^3 и жёсткостью 4,0-7,0 ммоль/дм^3. Отличие этих данных от приведенных в таблице связано с двумя основными причинами. Во-первых, большей длительностью взаимодействия в системе “вода-порода”; во-вторых более высоким парциальным давлением углекислого газа в зоне аэрации и зоне насыщения в сравнении с таковым в атмосферном воздухе. Подтверждением этого является проведенная нами в 2015-2016 гг. газогеохимическая съемка анализатором Ecoprobe 5. Если в приземной части атмосферы детектируемая анализатором концентрация углекислого газа составляла 320-400 ppm, то уже на глубине 0,2-0,3 м на уровне почвенного слоя она была не менее 800-900 ppm, доходя участками на глубине до 1,5 м до 100000 ppm. От парциального давления углекислого газа зависит содержание в воде гидрокарбонат-иона. Если в водных вытяжках максимальная концентрация HCO_3^- составляла 183 мг/дм^3, при преобладающих значениях менее 100 мг/дм^3, то в родниковых водах она обычно превышает 250-280 мг/дм^3. Повышенное парциальное давление углекислого газа определяет не только более высокие содержания гидрокарбонатов, но и более высокую углекислотную агрессивность подземных вод, что в конечном итоге и определяет более высокие значения минерализации, жёсткости и содержаний практически всех компонентов состава природных вод в сравнении с лабораторными водами (при подготовке водных вытяжек в стандартных атмосферных условиях).

Таблица

Характеристика водных вытяжек

Литотипы	Индекс возраста	Кол-во проб	Минерализация (мг/дм3)	Жесткость (ммоль/дм3)
Почва	Q	9	119-264	0,7-2,62
Суглинок	Q	11	84-218	0,36-1,91
Песчаник	P_2kz-P_2ur	12	55-151	0,36-1,17
Глина	P_2kz-P_2ur	10	60-163	0,47-1,01
Мергель	P_2kz-P_2ur	6	128-228	0,8-2,4
Известняк	P_2kz	5	131-285	1,1-2,8

Таким образом, основные особенности состава пресных подземных вод в ненарушенных или слабо нарушенных условиях нефтяного региона Татарстана хорошо объясняются взаимодействием атмосферных осадков с породами геологического разреза, при этом максимальной минерализующей ролью характеризуются карбонатные породы, а также чернозёмные почвы и покровные суглинки элювиального и делювиального генезиса.

Литература

1. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бурова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
2. Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / Под ред. А. И. Короткова и В. К. Учаева. – Казань: Изд-во НПО “Репер”, 2007. – 300 с.
3. Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидролитосфере Республики Татарстан // Недропользование XXI век. – 2013. – № 5. – С. 61-66.
4. Мусин Р. Х., Калкаманова З. Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидролитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана //Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 2. - С. 18-22.
5. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.

МИКРОФЛОРА ОЗЕРА ГУСИНОЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯМ

Э.М. Батуева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Экологическое состояние водных экосистем зависит не только от химического состава воды, но в большой степени от их микробиологического состава. В этом плане изучение микробиологического состава озеро весьма актуально, так озеро является единственным источником питьевого водоснабжения го. Гусиноозерска. В то же время озеро является приемником сточных вод предприятий промышленного узла, расположенного на берегах озера. Для изучения микробного состава в 2015 и 2016 гг были отобраны пробы воды на микробиологический и химический анализы. Опробование осуществлялся с учетом характера и степени техногенной нагрузки на акваторию. В северо-восточной части озера сосредоточены наиболее масштабные источники техногенной нагрузки: ГРЭС и город Гусиноозерск (точка отбора №1). Юго-западная часть акватории испытывает техногенную нагрузку, связанную с рекреацией (точка опробования №2).

Таблица 1

Источники техногенного воздействия на акваторию озера Гусиное

Точки отбора	Техногенные объекты	Загрязняющие вещества
№ 1	1. ГРЭС 2. Предприятия г. Гусиноозерск: («Городводоканал», ОАО «Бурятэнерго» «Южные электрические сети», ООО «РТД Байкал»)	1. Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС по углероду, взвешенным веществам и комплексу тяжелых металлов. 2. Превышение по нефтепродуктам, биогенным элементам (азот аммонийный, нитритный и фосфаты), СПАВам, сульфатам, хлоридам, меди, железа общего и величине pH.
№ 2	Рекреация	Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС (временно согласованного сброса) по взвешенным веществам, органическим загрязнениям (по БПК-5), биогенным элементам

Как показали проведенные исследования, вода озера содержит разнообразную микрофлору (таблица 2).

Таблица 2

Характеристика микробиологического состава озера Гусиное

Физиологические группы	Участок опробования	
	Точка №1	Точка №2
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	40	30
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	6340	367000
Олиготрофы, кл/мл	22650	254800
Индекс олиготрофности	3,5	0,5
Нефтеокисляющие, кл/мл	950	0
Бензолокисляющие, условные единицы	0	0
Толуолокисляющие, условные единицы	250	0
Пентанокисляющие, условные единицы	280	0
Нафталинокисляющие, условные единицы	220	0

В озере была выявлена аллохтонная и автохтонная микрофлора. Аллохтонная микрофлора озера представлена мезофильными сапрофитами в небольшом количестве (ОМЧ). Типичным местообитанием мезофильных сапрофитов является кишечник человека и животных. Очень большое их количество бывает в сточных водах. Не загрязненная вода, благополучная в санитарно-гигиеническом отношении, не должна содержать этих бактерий более 50 кл/мл. В воде озера количество этих микробов существенно ниже этого параметра и, значит, вода озера на изученных участках не содержит загрязнения мезофильными сапрофитами.

Участки акватории озера существенно различаются по количеству психрофильных сапрофитов. В точке отбора №1 количество сапрофитов составляло немного более 6 тысяч кл/мл, а в точке отбора №2 их количество было почти в 50 раз больше. Как известно, именно этим бактериям принадлежит основная роль в процессах самоочищения экосистем различного характера.

Аналогичная ситуация с распределением и количеством олиготрофов, их количество многократно увеличивается в той части акватории, которая испытывает влияние рекреационной нагрузки. Индекс олиготрофности, показывающий соотношение психрофильных сапрофитов и олиготрофов меняется от 3,5 в

районе ГРЭС до 0,5 в противоположной стороне. По его величине можно предположить, что в районе, связанном с рекреационной нагрузкой наблюдается загрязнение лабильным органическим веществом и микрофлора с его деструкцией не справляется.

Нефтеокисляющие бактерии были выявлены только районе точки отбора №1 в количестве 950 кл/мл. Здесь же были обнаружены бактерии, окисляющие парообразные углеводороды бензол и пентан также обнаружены повсеместно с достаточно высокой интенсивностью развития. Как известно, бензолокисляющие и пентанокисляющие микроорганизмы используются в качестве индикаторов наличия в природных средах нефти и ее дериватов [1]. Полученные результаты в данных исследованиях позволяют предположить наличие в воде точки опробования №1 растворенных углеводородов нефти.

Оценку экологического состояния акватории осуществляли по количеству психрофильных сапрофитов [2]. В соответствии с полученными данными вода озера в точке №1 является загрязненной, а в точке №2 – очень грязной.

Анализ химического состава воды озера выявил наличие загрязняющих веществ нефтяного и органического загрязнения. Эти загрязняющие вещества по месту нахождения связаны с промышленными предприятиями. Максимальным количеством загрязняющих компонентов характеризуется точка №1, техногенная нагрузка которой связана преимущественно с выбросом в акваторию нефтепродуктов и СПАВ. В соответствии с вещественным составом загрязняющих веществ в воде точки опробования размножаются преимущественно нефтеокисляющие и углеводородокисляющие бактерии.

Техногенная нагрузка в точке №2 связана с поступлением в воду большого количества лабильных органических веществ и биогенных элементов, поэтому здесь преимущественно размножаются психрофильные сапрофиты, жизнедеятельность которых количественно связана с органическим веществом.

Микробное и химическое загрязнение акватория озера в большой степени связано с характером антропогенной нагрузки, и в различных его участках по экологическому состоянию озеро является поли- и мезосапробным.

Литература

1. Гавришова Н.А. О комплексе микробиологических показателей при характеристике качества воды // 2. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. – М., Наука, 1980. – 240 с.
2. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. – Л.: Наука, 1970. – 440 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВТОРИЧНОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ)

К.В. Белов, М.В. Жарова, Е.В. Антошина

Научный руководитель доцент К.В. Белов

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ, г. Москва, Россия

В верхней части геологического разреза в присутствии кислорода воздуха, органического вещества, микроорганизмов (тио- и ферробактерий) происходит окисление сульфидов (халькопирита $CuFeS_2$, ковеллина (CuS), борнита (Cu_5FeS_4)) с образованием хорошо растворимых сульфатов. Растворимость большинства сульфатов значительна (сотни граммов на литр). В результате окисления сульфидных минералов образуется медный купорос ($CuSO_4$), серная кислота (H_2SO_4), сероводород (H_2S) и другие соединения. Химические реакции схематично можно записать следующим образом [6]:

$$CuFeS_2 + 4O_2 = CuSO_4 + FeSO_4$$
$$CuS + 2O_2 = CuSO_4$$
$$CuFeS_2 + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + FeSO_4 + 2H_2S$$

В процессе окисления pH подземных вод снижается до 2 и менее, происходит переход элементов из низших валентностей в высшие ($Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$), формируются кислые сульфатные (купоросные) воды с минерализацией до 300 г/л и повышенным содержанием микроэлементов (меди, свинца, цинка и других) [6]. Совместно с растворением и выщелачиванием происходят процессы, переводящие растворенные вещества из жидкого состояния в твёрдое. Эти процессы характерны для участков, где кислые воды встречаются с щелочными водами, либо с сероводородными водами. При этом образуются вторичные медные минералы, выделяются газы, происходит кольматация горных пород [3].

В настоящей работе предпринята попытка воспроизведения процессов образования малахита и ковеллина в лабораторных условиях, а также оценка последствий выпадения солей из раствора (изменения фильтрационных свойств пород, главными из которых являются коэффициенты фильтрации ($K_ф$) и водоотдачи (μ)).

Авторы работы используют следующие уравнения, описывающие процесс образования малахита и ковеллина:

1) Образование малахита по [1, 5, 10] происходит по уравнению реакции вида:

$$2CuSO_4 + 2CaCO_3 + 5H_2O = Cu_2(CO_3)(OH)_2 + 2CaSO_4 \cdot 2H_2O + CO_2$$

Указанная реакция обмена происходит в случае, если кислые купоросные воды, двигаясь к участкам разгрузки встречают карбонатные породы.

2) Образование ковеллина по [5] происходит по уравнению реакции вида:

$$CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$$

В природе такое взаимодействие происходит при смешении кислых купоросных вод окислительной обстановки (господствующий газ – кислород) с водами восстановительной обстановки (господствующий газ – сероводород).

Исходя из уравнений реакций, исходными веществами являются вода, известняк ($CaCO_3$) или доломит ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), углекислый газ и водный раствор медного купороса ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).

Воспроизведение в лаборатории указанных реакций планировалось на специально сконструированной установке. Она представляет собой пластиковую трубу длиной 1,1 м и диаметром 10,5 см, заполненную песком. В нижней части трубы размещаются две металлические трубки, согнутые в спирали. К трубкам посредством шлангов подводятся реагенты. Перед укладкой песка в колонну была залита вода. В самую нижнюю часть (10-15 см) помещен крупный песок (1-2 мм) для предотвращения попадания пылеватого песка в медные трубки. Сверху крупного песка насыпался пылеватый песок (мощность засыпки около 1 м). Песок насыпался мелкими порциями и трамбовался. Сверху колонны в 1,5 см от верхнего края просверлено отверстие, к которому подключен шланг через штуцер для слива излишков воды.

Стоит отметить, что до насыщения колонны с песком реакции осуществлялись в колбах без грунта.

Для воспроизведения процесса образования малахита авторами работы был приготовлен водный раствор медного купороса и доломитовая мука. При смешении раствора и доломитовой муки, вне зависимости от концентрации реагентов и их температур, химической реакции не происходило: цвет раствора не изменялся, выделения газа заметно не было. Реакция не происходила также и при подкислении смеси серной кислотой или при пропускании углекислого газа через смесь реагентов. При замене доломитовой муки на белый хемогенный дробленый известняк, химическая реакция обмена произошла сразу же. Цвет раствора изменился с насыщенного голубого на светло-зелёный, при этом в течение нескольких часов происходило выделение углекислого газа. Повышение температуры для протекания реакции не потребовалось.

Получившийся в ходе реакции осадок был без промывки выпарен, после чего произведен его рентгено-структурный анализ, который выявил наличие медистых минералов и гипса: познякита ($CuSO_4(OH)_6 \cdot H_2O$), серпиерита ($Ca(Cu,Zn)_4(SO_4)_2(OH)_6 \cdot {}_3H2O$), девиллина ($Cu_4Ca(SO_4)_2(OH)_6 \cdot {}_3H_2O$), ортосерпьерита ($CaCu_4(SO_4)_2(OH)_6 \cdot {}_3H_2O$), и $CaSO_4 \cdot {}_2H_2O$. Образования малахита в ходе реакции не произошло. По этой причине воспроизведение образования малахита в установке с песком не проводилось.

Для воспроизведения образования ковеллина в качестве реагентов использовались водный медный купорос и сероводородная вода. Реагенты до насыщения колонны с песком были смешаны. При добавлении сероводородной воды к раствору медного купороса наблюдалось выпадение обильного черного осадка. После отстаивания осадок был высушен и отправлен на рентгено-структурный анализ. В результате анализа установлено, что испытуемый образец является минералом ковеллином. Таким образом, в лаборатории успешно воспроизведен процесс минералообразования, происходящий в гипергенных условиях. После этого процесс проводился на колонне с песком.

Оценка изменения фильтрационных свойств песчаных пород, главными из которых являются коэффициент фильтрации ($K_ф$) и водоотдача (μ), произведена на установке, описанной ранее по методике, изложенной в [2]. Стоит добавить, что для измерения уровня воды в нижней части колонны дополнительно монтировался пьезометр.

Оценка изменения фильтрационных свойств проводилась для песка мелового возраста и песка из аллювиальных отложений четвертичного возраста.

Песок мелового возраста сначала насыщался медным купоросом (4 л), затем подключался тубус с сероводородной водой (4 л) и еще 4 л купоросной воды. Насыщение проводили 3 раза при концентрациях купороса 2, 2 и 4 грамма на 4 литра воды соответственно. Массы выпавших солей при первом и втором насыщениях составили около 0,8 г, при третьем 1,6 г. После каждого насыщения производились замеры $K_ф$ и μ. Результаты определений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты изучения изменения фильтрационных свойств для мелкозернистого песка после трехкратного насыщения

Исходное значение		После первого насыщения		После второго насыщения		После третьего насыщения	
$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*
3,6	0,016	2,7	0,019	3,0	0,019	2,9	0,021

Анализируя данные из таблицы 1 видно, что величина водоотдачи, несмотря на выпадение солей из раствора, незначительно увеличилась. При первичном насыщении и выпадении всего 0,8 г сульфида меди величина коэффициента фильтрации изменилась на 20%. Третье насыщение не привело к значительному изменению его величины.

Определение фильтрационных параметров для аллювиального песка проводилось по описанной выше

методике. Однако стоит отметить, что концентрации медного купороса были увеличены до 20 г/л. Результаты определений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты изучения изменения фильтрационных свойств для аллювиального песка после трехкратного насыщения.

Исходное значение		После первого насыщения		После второго насыщения		После третьего насыщения	
$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*	$K_ф$, *м/сут*	μ, *д.е.*
3,3	0,13	3,1	0,11	2,4	0,11	2,6	0,05

Анализируя данные из таблицы 2 можно сделать вывод о практически закономерном уменьшении фильтрационных параметров. Однако несмотря на достаточно большое количество выпавшего осадка (около 4 г при каждом насыщении) и его форму выделения (мелкая взвесь, с трудом осаждающаяся в стакане) существенной кольматации не произошло.

Анализируя результаты работы можно сделать следующие выводы.

1. В лабораторных условиях воспроизвести механизм образования малахита не удалось. Однако был синтезирован аналог природного минерала ковеллина.

2. В условиях эксперимента фильтрационные свойства разных видов песков существенно не изменились. Не привело к кардинальному изменению фильтрационных свойств и увеличение концентраций реагентов в 5 раз.

3. Процесс выпадения солей происходил в лабораторной установке неравномерно, в виде отдельного канала. Это явление возникло несмотря на то, что в основании колонны реагенты подавались равномерно распределенными по площади.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Учебное пособие. «КДУ», 2007.
2. Гавич И.К., Лучшева А.А., Семенова С.М. Сборник задач по общей гидрогеологии. Москва, Высшая школа, 1964.
3. Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. Москва, «Недра», 1983.
4. Каменский Г.Н., Климентов П.П. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. Госгеолиздат, Москва, 1953.
5. Колотов Б.А., Крайнов С.Р. и др. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений, «Недра», 1983.
6. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Щвец В.М.. Геохимия подземных вод. Москва, «Наука», 2004.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Москва, «Географгиз», 1961.
8. Посохов Е.В. Формирование химического состава подземных вод. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1969.
9. Шадрунова И.В., Ляховец К.А., Горбатова Е.А., Емельяненко Е.А., Старостина Н.Н. Исследование процессов вторичного минералообразования медьсодержащих руд месторождения Бакр-Узяк. Москва, МГГУ, 2001.
10. Шуйский А.В. Экспериментальная минералогия и генезис выращиваемого малахита. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 2015.

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

В.Е. Борисова, Е.С. Торопова

Научный руководитель профессор А. И. Гавришин

Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ) имени М. И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Формирование химического состава подземных вод происходит под влиянием множества природных и антропогенных факторов, таких как климат, геологическое строение и гидрогеологические условия территории, состав водовмещающих пород, горнодобывающая промышленность, мелиоративная деятельность и другие. Добыча полезных ископаемых сопровождается интенсивным изменением естественного энерго-массопереноса, когда из недр на поверхность земли извлекаются огромные массы горных пород, руд, угля, подземных вод и т.д.; это приводит к существенным изменениям строения, свойств и состава верхней части гидролитосферы, снижению экологического потенциала территории. В Донецком бассейне длительная отработка угольных месторождений и функционирование водопонизительных систем привели к значительному преобразованию гидрогеологических условий на больших территориях. Изменяется режим и баланс подземных вод, происходит трансформация химического состава природных вод с образованием минерализованных шахтных вод, загрязнение поверхностных водотоков, развитие процессов консолидации и уплотнения пород и многие другие явления и процессы.

В районе каждой действующей угольной шахты образуется мощная депрессионная воронка под влиянием интенсивной откачки шахтных вод, в формировании которой принимают участие подземные воды, поверхностные

водотоки и атмосферные осадки, проникающие через зону техногенной трещиноватости. Каждая депрессионная воронка оказывает существенное негативное влияние на экологическое состояние территории с исчезновением родников и поверхностных водотоков, осушением массивов горных пород, прекращением функционирования водозаборов подземных вод и другими отрицательными последствиями. При близком расположении угольных шахт депрессионная воронка может распространяться на десятки километров. Сброс шахтных вод в речную сеть ещё более усугубляет экологическую ситуацию. Многие крупные и средние реки Восточного Донбасса (Кундрючья, Лихая,Кадамовка, Каменка и др.) практически утратили водохозяйственное значение и рекреационную ценность. Сократились запасы, ухудшилось качество, возрос дефицит питьевых и технических под. Такая ситуация характерна для большинства угольных бассейнов: Кемеровского, Печёрского, Донецкого (Украина), Карагандинского, Силезского, Рурского, Вичитинского (США) и многих десятков угольных бассейнов всего мира.

Реструктуризация угольной промышленности и массовое закрытие угольных шахт в Восточном Донбассе интенсифицировали процессы оседания земной поверхности и деформации горных пород, подтопления территорий и породных отвалов, формирования аномальных по составу вод и интенсивное загрязнение поверхностных, выделение «мертвого воздуха» и многие другие отрицательные явления.

Все эти негативные факторы вызвали многочисленные деформации и разрушение сооружений, производственных и жилых зданий, что потребовало переселения части населения на безопасные территории. Возникли проблемы в большинстве компонентов окружающей среды: воздушной, водной, биологической, геологической и социальной [1].

Химический состав шахтных вод зависит от многих факторов и, прежде всего, от состава дренируемых подземных и поверхностных вод, результатов их взаимодействия с углями и вмещающими породами, способов разработки угольных пластов, методов ликвидации угольных шахт. В табл. 1 приведён средний химический состав шахтных вод по результатам опробования за столетний период [2].

Таблица 1

Средний химический состав шахтных вод в различные периоды опробования (мг/л и % - моль, в скобках указаны содержания по ограниченному числу наблюдений)

Период	pH	HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
20[e] годы	6.9	183	1443	397	233	184	405	(0-1)	2840
		7	68	25	26	35	39		
40[e] годы	4.4	25	2590	257	304	219	642	(32)	4040
		1	88	11	25	30	45		
50[e]годы	5.2	221	2795	443	330	191	964	(52)	4947
		5	78	17	23	20	57		
1966 год	6.7	264	1741	448	98	217	710	1.1	3500
		8	68	24	10	35	55		
1992 год	7.5	580	1700	730	205	137	1035	3.6	4390
		15	54	31	15	17	68		
1999 год	7.6	676	1542	378	157	129	800	6.6	3546
		20	60	20	15	20	65		
2002 год	7.1	610	2372	445	223	250	886	47	4810
		16	63	21	17	26	57		
2006 год	6.9	505	2800	322	296	260	923	83	5290
		11	77	12	19	29	52		
2010 год	7.1	626	2805	443	386	267	912	39	5466
		13	72	15	24	27	49		

В 1994 году началась ликвидация угольных шахт в Восточном Донбассе путём полного затопления шахт, затопления с перетоком вод в соседние ликвидированные шахты, с поддержанием уровней вод на безопасной глубине, способом «сухой консервации». Ликвидация осуществлялась более чем на 30 шахтах.

По сравнению с водами всех шахт Восточного Донбасса до начала ликвидации (1994г.) воды действующих (1999г.) шахт имели меньшую минерализацию и содержания большинства компонентов. Но содержание железа увеличилось почти в два раза (табл. 1). В среднем по составу воды сульфатные натриевые второго типа по О.А. Алекину.

К 2002 году практически завершилась ликвидация угольных шахт региона. С 2002 до 2010 года систематически увеличивалась минерализация вод и содержания всех компонентов. Всё это свидетельствует о том, что ликвидация шахт привела к усилению процессов окисления и растворения и негативное воздействие на все компоненты окружающей среды растёт. Это требует эффективных мер по реабилитации состояний окружающей среды региона.

Большинство рек в Восточном Донбассе под влиянием сброса шахтных вод практически утратили водохозяйственное значение и рекреационную ценность. Сократились запасы, ухудшилось качество, вырос дефицит питьевых и технических природных вод.

Во всех случаях снижается величина pH, минерализация увеличивается в 2 раза, содержание SO_4^{2-}- в 3 раза,

железа – в десятки раз. Кроме того, обнаруживается повышенное содержание Mn, Al, Cu и других компонентов. На воды р. Кадамовка, например, основное влияние оказывает сброс шахты Глубокая, воды которой имеют минерализацию 12700, содержание сульфат- иона - 8200 и железа - 110 мг/л [3].

При обобщении данных по химическому составу шахтных вод было предложено три главных сценария изменения состава шахтных вод при различных способах ликвидации угольных шахт. Если шахта ликвидирована «сухим способом» и продолжает функционировать система водоотлива, то состав вод формируется без существенных изменений с сохранением четырех главных гидрогеохимических направлений при функционировании шахт. Если шахта ликвидирована путем «затопления» и произведено сооружение дренажных скважин для понижения уровня грунтовых вод, то может происходить усиление процессов окисления серы и сульфидов с формированием кислых сульфатных вод с высокой минерализацией. Третий вариант отражает промежуточную ситуацию, когда при ликвидации шахты произведено затопление выработанного пространства, но сохраняется изоляций природно-техногенного резервуара и не происходит интенсификации процессов окисления. Во всех случаях прогнозировался сдвиг состава вод в сторону первого гидрогеохимического направления.

Выше изложенное убедительно свидетельствует о необходимости разработки и скорейшего внедрения эффективных методов реабилитации окружающей среды в Восточном Донбассе.

Литература

1. Гавришин А. И. Анализ информации о природных и антропогенных объектах, явлениях и процессах: учебное пособие / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. - 139с.
2. Гавришин А. И., Борисова В. Е., Торопова Е. С. Применение корреляционного анализа для изучения закономерности формирования химического состава шахтных вод // Успехи современного естествознания №12/2016.
3. Гавришин А. И. Гидрогеохимические исследования с применением математической статистики и ЭВМ. М.: Недра, 1974. 146 с.

СОДЕРЖАНИЕ, ПОВЕДЕНИЕ И ФОРМЫ МИГРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ПАРАТУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, КАМЧАТКА

И.В. Брагин

Научный руководитель профессор Н.А.Харитонова

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Введение. Редкоземельные элементы (РЗЭ) представляют собой группу из 15 элементов, обладающих сходными химическими свойствами, несмотря на различия их концентраций в водах и земной коре. Всем РЗЭ присуща валентность 3, но некоторые из них при определённых физических параметрах окружающей их среды могут проявлять валентности 2 или 4. Интерес к распространенности РЗЭ в природных водах связан с возможным использованием их в качестве индикаторов геохимических процессов, в том числе при реконструкции условий образования подземных вод и их последующей эволюции (смешение вод различных типов и т.д.). Установлено, что профиль распределения РЗЭ в воде до некоторой степени наследует профиль распределения этих элементов во вмещающих их горных породах [5, 7, 8]. Однако, однозначная интерпретации поведения РЗЭ в природных водах осложняется различными процессами, такими как формирование водных комплексов, коллоидный транспорт, ионный обмен и адсорбция, которые приводят к фракционированию РЗЭ в водных растворах по сравнению с материнской породой [8]. Для понимания особенностей миграции и законов фракционирования отдельных редкоземельных элементов в природных водах необходимо детально изучить формы миграции РЗЭ в определенных геохимических обстановках.

Геолого-гидрогеологические условия, а также *гидрогеохимия* Паратунского геотермального месторождения подробно изложены в работах [2, 3]. Стоит лишь отметить, что в пределах месторождения выделяются несколько участков термопроявлений (Верхне- (ВП), Средне- (СП) Нижнепаратунский (НП), Северный участок нижней Паратунки (СНП) и Карымшинский (КП)), причем отмечается гидравлическая связь между ними. Исследуемые термальные воды являются напорными и характеризуются преимущественно трещинно-жильным типом циркуляции. На месторождении горячие, метеорные воды с температурой до 100°С вскрыты скважинами в интервале глубин 600-1500м. Максимальная водообильность приурочена к зонам контактов эффузивных пород с дайками интрузий среднего и кислого состава, а также трещиноватым туфам. Балансовая площадь Паратунского месторождения составляет 244 км^2, утвержденные запасы вод с температурой 75-80°С составляют 44900 м^3/день.

Гидротермы Паратунского месторождения принадлежат к провинции азотных щелочных ($8<pH<9$) вод с резковосстановительной средой ($-150mV<Eh<-180mV$), малой минерализацией ($1г/л<TDS<2,4г/л$) и очень высокой температурой на выходе из скважин ($50<T,°C<80$). При этом температуры геотермального резервуара, рассчитанные с помощью кварцевого геотермометра, варьируют от 113 до 128°С. Среди основных ионов преобладают SO_4^{2-}, Cl^-, Na^+, Ca^{2+} (таблица).

Таблица

Средние содержания основных ионов (мг/л) и значения основных физико-химических параметров вод Паратунского месторождения термальных вод

Участок	T(°C)	pH	M(г/л)	Eh(мВ)	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
ВП (n=6)	54	8,37	1,2	-150	192,2	3,7	71,5	0,09	96,8	465,8	28,27
СП (n=13)	72	8,55	1,2	-157	205,9	4,6	113,4	0,06	46,9	663,1	27,58
НП (n=8)	69,5	7,94	2,43	н.д.	305,1	6,7	280,1	0,18	333,9	953,8	31,43
СНП (n=2)	49,5	8,39	1,05	н.д.	266,5	3,7	281,2	0,08	192	1056,5	23,49
КП	75	8,1	1,32	-180	217,8	3,8	48,4	0,04	125	426	33,18

Примечание: n-количество анализов, использованных для расчета среднего значения, н.д. - нет данных

По соотношению анионов видно, что сульфат-ион доминирует над хлором, однако вклад доля последнего возрастает на протяжении от ВП к НП. Наряду с этим, в водах НП увеличивается содержание всех основных ионов, приводящее к наибольшей минерализации вод. Опираясь на прямую корреляцию ионов натрия и хлора, а также близости НП к побережью, можно сделать вывод о значительном влиянии интрузии морских вод на питание вод гидротермального резервуара НП.

Содержание, поведение и формы миграции РЗЭ. В течение полевого сезона 2015-2016 гг. нами были изучены подземные воды более 20-ти скважин Паратунского месторождения. Стоит отметить, что уровни содержания РЗЭ в них низки и составляют сотые и тысячные доли ppt. Это соответствует общемировым данным по азотным щелочным термам и, в частности, для термальных вод Сихотэ-Алиня [1, 6]. При этом можно отследить прямую зависимость суммы РЗЭ от величины общей минерализации, хоть она и не отчётлива. На графике распределения РЗЭ (рис. 1) (нормировка к Северо-Американскому сланцу) видно, что наибольшие содержания РЗЭ присущи НП, а наименьшие – ВП и СП. Интересно, что содержания лёгких РЗЭ в последних двух группах схожее, тогда как для СП характерно большее накопление тяжелых РЗЭ. Это могло быть вызвано появлением миоцен-плиоценовых туфов среди вмещающих пород СП и НП, которые характеризуются повышенным содержанием ТРЗЭ.

Для вод всех участков Паратунского месторождения характерна ярко выраженная Eu-аномалия. Она вызвана быстрым выщелачиванием породообразующих минералов при высокой температуре. Наличие положительной Ce- и Tb- аномалии указывает на формирование вод при сильно-восстановительных условиях. Окислительные условия, характерные для поверхностных вод, способствуют переводу Ce в 4-х валентное состояние и удалению его из раствора. Восстановительная среда, наоборот, способствует более интенсивному переводу Ce в раствор.

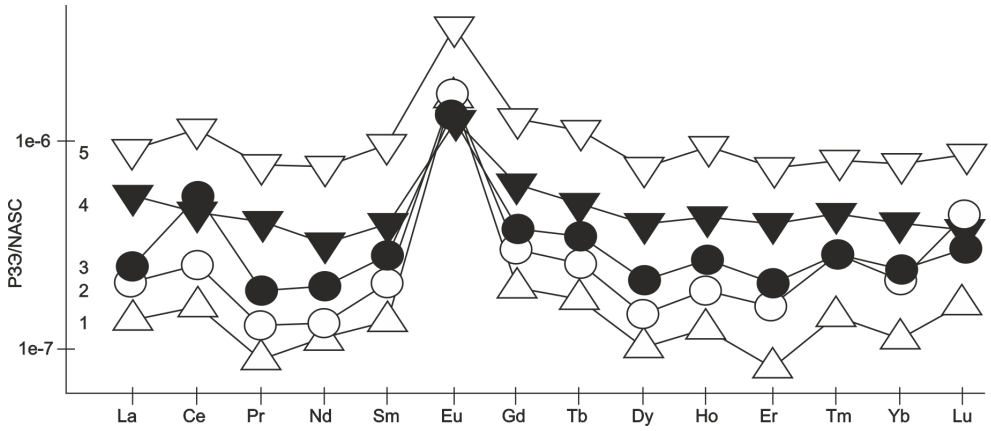


Рис. Нормированные к Северо-Американскому сланцу (NASC) содержания РЗЭ в водах Паратунского месторождения термальных вод, усреднённые по участкам: 1 – ВП, 2 – СП, 3- КП, 4 – КНП, 5 – НП.

Термодинамические расчёты форм миграций РЗЭ при помощи программного комплекса Селектор-Windows [4] свидетельствуют о том, что наиболее распространёнными комплексными формами являются $R[CO_3]^+$, $R[SO_4]^+$, $R[OH_2]^+$, $R[O]^+$, $R[O_2]^-$ и $R[O_2H]$*, где R – ион редкоземельного элемента, что характерно и для подземных вод Сихотэ-Алиня [5]. Сульфатный комплекс характерен только для легких РЗЭ (La–Nd). В ряду от La к Lu сульфат-комплексы исчезают, в то время как $R[O_2]^-$ проявляется только для отдельных РЗЭ, начиная с Nd. Бескомплексная форма R^{3+} в значимых концентрациях (более 1% от всех форм) выявлена только в водах, имеющих температуру ниже 75°C, причем ее содержание для одного и того же образца уменьшается при увеличении атомного номера элемента. Стоит отметить, что основная часть бескомплексного европия представлена Eu^{2+}.

Известно, что основными физическими параметрами, определяющими формирование комплексов РЗЭ в водах, являются кислотность (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh), температура, а также атомный номер элемента, определяющий индивидуальные свойства лантаноида. Так, например, в водах ВП с

низкой температурой превалирующей формой миграции для всех РЗЭ является $R[CO_3]^+$ (>70%) и $R[OH_2]^+$ (5-8%). Однако доля формы $R[O_2H]$* для данных вод сильно увеличивается в ряду от La к Lu (от 0,01% до 10%). Более того, максимальные содержания $R[CO_3]^+$ комплекса (55-84%) были получены для вод с наименьшей температурой среди всех гидротерм (до 50°С), а минимальные – для вод НП с температурой 90°С и более. Характерно, что, несмотря на схожесть химического состава вод НП и СНП, содержание, поведение, а также формы миграции РЗЭ различны.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол_нр № 16-35-50161.

Литература

1. Брагин И.В., Челноков Г.А., Чудаев О.В., Харитонова Н.А. Особенности взаимодействия вода-порода при формировании месторождений термальных вод Сихотэ-Алиня // Материалы Второй всероссийской научной конференции с международным участием «Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами». – Владивосток: Дальнаука, 2015. С. 95-98.
2. Манухин Ю.Ф., Ворожейкина Л.А. Гидрогеология Паратунской гидротермальной системы и условия ее формирования // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток, 1976. С. 143–178.
3. Чудаев О.В., Челноков Г.А., Брагин И.В., Харитонова Н.А., Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Нуждаев И.А. Геохимические особенности распределения основных и редкоземельных элементов в Паратунской и Большебанной гидротермальных системах Камчатки / Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35. № 6. С. 102-119.
4. Чудненко К.В., Карпов И.К. Селектор – Windows. Программное средство расчета химических равновесий минимизацией термодинамических потенциалов. Краткая инструкция. Иркутск. – 2003. – 90 с.
5. Н. А. Харитонова, Е. А. Вах, Г. А. Челноков, О. В. Чудаев, И. В. Брагин, И. А. Александров. Распространенность и фракционирование редкоземельных элементов в подземных водах Сихотэ-Алиня. Материалы II Всероссийск. научн. конф. с международным участием “Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами” Дальнаука Владивосток – 2015– с.315–319.
6. Челноков Г.А., Калитина Е.Г., Брагин И.В., Харитонова Н.А. // Гидрогеохимия и генезис термальных вод источника Горячий ключ, Приморье (Дальний Восток России) // Тихоокеанская геология – 2014. – Том 33. – №6. – С. 99–110.
7. Michard A. Rare earth element systematics in hydrothermal fluids//.Geochim et Cosmochim. Acta. 1989.V.53. pp.745-750.
8. Moller P. The behavior of REE and Y in water-rock interactions // Water-Rock Interaction. Proceedings of the 10th International Symposium. Netherlands, Rotterdam: Balkema. 2001. V.2. P. 989-992.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В С. ЗЫРЯНСКОЕ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Васина
Научный руководитель доцент М.В. Решетько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Проблема предоставления качественной питьевой воды жителям населенных пунктов в наше время имеет огромное значение. Обеспечение высокого санитарного качества питьевой воды требует защиты источников от загрязнения, а также тщательной очистки воды на водоподготовительных станциях, так как состояние большинства существующих на данный момент систем водоснабжения оставляет желать лучшего. Практически во всех населенных пунктах используется подземная вода, потому что подземные воды Томской области достаточно надежно защищены от поверхностного загрязнения слабопроницаемыми глинистыми отложениями. Роль подземных вод, как источника водоснабжения, с каждым годом увеличивается.

Целью исследования являлось изучение организации водоснабжения в селе Зырянское и проверка соответствия химического состава вод нормам СанПин 2.1.4.1074-01 [4].

Материалами исследования в работе послужили данные химического анализа воды, используемой для питьевого водоснабжения в с. Зырянское (из трех скважин, на выходе из резервуаров чистой воды в сеть к населению и со станции резервуаров чистой воды). Анализ был проведен испытательной лабораторией филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области».

Зырянский район расположен в юго-восточной части Томской области. Данный район находится на территории Западной Сибири в лесной области. Ландшафты таежные, в том числе мезлотно-таежные и широколиственные, преобладают возвышенные равнины. Рельеф местности сложный, полого-волнистый и увалистый. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 110 м над у.м. в пойме р. Чулым до 160-180 м над у.м. на водоразделе рр. Яя-Кия и Кия-Тонгул в южной части района. Наличие в районе сравнительно крупных рек и многочисленных притоков определяет значительную изрезанность территории. Территория района покрыта развитой речной сетью - 237 рек общей протяженностью 1159 км, в том числе 30 рек протяженностью более 10 км [1]. Значительная часть исследуемой территории покрыта лесом, средняя лесистость составляет - 68,05 %, заболоченность - 2,32 %. Леса смешанного породного состава, их общая площадь составляет 269,9 тыс. га, большая часть которых относится к категории земель лесного фонда (168,1 тыс. га).

Климат района континентальный. За год выпадает в среднем 482 мм осадков при максимуме 645 мм и

минимуме 383 мм. Наибольшее количество осадков (43 %) выпадает в июле-августе. Глубина снежного покрова достигает 0,68 м. Среднегодовая температура воздуха составляет -0,5ºС, средняя максимальная наиболее холодного месяца -19,1ºС, средняя максимальная наиболее жаркого месяца +18,3ºС. Продолжительность безморозного периода 105-125 дней [1].

Территория Томской области обладает огромными ресурсами пресных подземных вод отложений неоген четвертичного, палеогенового и мелового возраста. Они широко используются для водоснабжения как мелких, так и крупных населенных пунктов. Глубина распространения пресных подземных вод от западной границы области к восточной значительно возрастает. Наибольшую мощность зона пресных вод имеет в восточной части области, в Чулымо-Енисейской впадине, на которой расположен Зырянский район. Водовмещающими породами являются обычно пески, лишь в аллювиальных отложениях встречаются песчано-гравийные и песчано-галечниковые горизонты. Наибольшую мощность эти отложения имеют в восточной части района. Глубина их залегания изменяется от 15 до 100 м. Зеркало грунтовых и пьезометрическая поверхность напорных вод располагаются на глубинах 0-40 м. В долине р. Чулым водопроводимость достигает 700-1000 м^2/сутки. На междуречных пространствах водопроводимость пластов уменьшается до 200 м^2/сутки и меньше [2].

Характерной чертой подземных вод Томской области, в том числе и Зырянского района, является несоответствие нормам СанПин 2.1.4.1074-01 [4] из-за особенностей гидрогеологического строения и состава водовмещающих пород. Перед тем как использовать подземную воду из скважин необходимо производить специальную водоподготовку для улучшения качества питьевой воды. Несоответствие химического состава подземных вод требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения [4] может быть обусловлено не только природными особенностями, но и не соблюдением зон санитарной охраны [7].

До запуска современной станции водоподготовки вода в с. Зырянское подавалась из 14 водозаборных скважин, расположенных в нескольких микрорайонах села. Эксплуатируемый водоносный слой был недостаточно защищен с поверхности от антропогенного и техногенного воздействия. Часть скважин не имела санитарной охранной зоны, поэтому вода, добываемая из них, отличалась сильным сероводородным запахом, железистым привкусом и мутностью. Поскольку предварительная водоподготовка на большинстве скважин отсутствовала, высокое содержание железа приводило к отложениям в магистральных трубопроводах [5].

В настоящее время в результате реализации проекта «Чистая вода Томской области» [3] источником водоснабжения в с. Зырянское служат три водозаборные скважины глубиной 85 м каждая. Данные о химическом составе вод приведены в таблице. Основные превышения норм ПДК [4] наблюдаются по содержанию железа общего и ионов марганца. По результатам химического анализа проб воды со станции водоподготовки за 2015 год водородный показатель и запах содержится в пределах нормы. Показатель жесткости на всех скважинах, кроме скважины №3, превышен, но не на много. В скважине №1 содержание марганца и цветность превышают норму в среднем в 2 раза, мутность в 2,5 раза, а железо в 22 раза. Скважина №2 характеризуется превышением показателей цветности в 2,5 раза, мутности в 3,3 раза, марганца в 1,5 раза, а железа в 12 раз. В скважине №3 показатели цветности и мутности превышают в 1,3 раза, марганец в 1,5 раза, а железо в 3 раза.

Таблица

Результаты химического анализа проб воды [6]

Наименования показателя	Ед. изм.	ПДК*	Скважина			Выход из станции в резервуары чистой воды	Выход из резервуаров чистой воды в водопроводную сеть
			№1	№2	№3		
Запах	баллы	2	1	1	-	-	-
Цветность	градус	20	40,1	48,2	25,8	23,4	24,4
Мутность	мг/дм^3	1,5	3,61	5,03	2,0	1,8	1,93
Железо общее	мг/дм^3	0,3	**6,61**	**3,69**	**0,9**	0,1	<0,025
Марганец	мг/дм^3	0,1	0,19	0,15	0,15	0,14	0,13
Жёсткость	мг-экв./л	7,0 (10)[2)]	7,6	7,9	6,7	7,9	8,4
Водородный показатель	pH	6-9	7,19	7,16	7,12	7,12	7,1

****СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;***

Все водозаборные скважины оснащены павильоном, соблюдаются правила зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения согласно [7]. Подземная вода по водоводам подается на современную станцию водоподготовки. На станции установлен комплекс очистки, предусматривающий следующие стадии: аэрация-дегазация, озонирование и фильтрование. Включение в технологическую схему обработки воды – озонирования для её обеззараживания позволяет использовать хлор только на последнем этапе водоочистки для предотвращения вторичного микробного загрязнения. Озон является более эффективным окислителем, чем хлор. Он уничтожает не только бактерии, но и вирусы, кроме того, устраняет запахи и обесцвечивает воду.

Вода со скважин глубинными насосами подается в блок аэрации и озонирования, где осуществляются

процессы: удаление растворенных в воде сероводорода и диоксида углерода; насыщение воды озоно-воздушной смесью для окисления железа, марганца и органических соединений; обеззараживание.

Выделившиеся из воды растворенные газы и непрореагировавшая озоно-воздушная смесь удаляются из аэратора через деструктор озона в атмосферу. Обработанная вода из блока аэрации и озонирования насосами подается на напорные осветлительные фильтры с зернистой загрузкой, на которой задерживаются нерастворимые соединения тяжелых металлов. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды, из которых подается в поселковую водопроводную сеть насосами станции. Максимальная производительность данного комплекса составляет 2400 м^3/сут [5].

После водоподготовки показатели цветности и мутности, а также содержание марганца практически достигают нормы (превышая лишь в 1,2 – 1,4 раза), содержание железа общего снижено до минимума и соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 [4]. Вода на выходе из станции в резервуары чистой воды и вода на выходе из резервуара чистой воды в водопроводную сеть практически не отличается, небольшие превышения норм ПДК наблюдаются по цветности, мутности, жесткости и содержанию марганца.

В процессе дальнейшей работы планируется изучение влияния износа трубопроводов на качество вод, используемых для питьевого водоснабжения в с. Зырянское. Для этого будут проведены повторные анализы вод, оценено их качество, а также проанализированы возможные источники поступления загрязняющих веществ.

Литература

1. Официальный сайт «Зырянский район» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://zir.tomsknet.ru (дата обращения: 25. 21. 2016);
2. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина, 1970;
3. Постановление от 21 марта 2012 года № 105а. «Об утверждении государственной программы «Чистая вода Томской области» на 2012 - 2017 годы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/951849763 (дата обращения 10.12.2016);
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;
5. Водопользование. Водоснабжение. Водоотведение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.watermagazine.ru (дата обращения 05.12.2016);
6. Протоколы лабораторных исследований проб воды в с. Зырянское №3902/П, 3903/П, 3904/П, 3905/П, 3906/П.
7. СанПиН 2.1.4.027-95 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения

ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЫЩЕННОСТИ ВТОРИЧНЫМИ МИНЕРАЛАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ОЗЕРА ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Д. А. Воробьёва

Научный руководитель доцент Н. В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кольский полуостров расположен на крайнем севере Европейской части России в пределах Мурманской области. Богатство недр здесь стало основой роста горнодобывающей и металлургическое промышленности. В тоже время, северные экосистемы обладают высокой чувствительностью к техногенным воздействиям. А наиболее сильно подвержены воздействию хозяйственной деятельности человека водные объекты, в том числе, подземные воды [1]. Поэтому встает вопрос об особенностях формирования вод в таких условиях.

Восточную часть территории водосбора озера Имандра занимает Хибинский массив, откуда в озеро впадают горные ручьи и реки. Западная часть территории, исключая горный массив Мончетундра, вблизи г. Мончегорск, представляет собой холмисто-увалистую равнину, на которой сформированы озерно-речные системы. В западной части водосборной территории озера геологическая структура представлена основными и ультраосновными породами, перекрытыми моренными озерно-ледниковыми и флювиогляциальными отложениями. В восточной части преобладают щелочные породы.

Целью данной работы является исследование химического состава и насыщенности вод района озера Имандра (Кольский полуостров) вторичными минералами.

Гидрогеохимическое опробование подземных вод на территории Мурманской области проведено в июле 2014 г. Объектами опробования послужили родники «Прихибинский» (РВ-1), «Молодежный» (РВ-3), «Поддорожный» (РВ-4), «Болотный» (РВ-7), «Дорожный» (РВ-9(19)), «Горный» (РВ-10(22)), «Спортивный» (РВ-15), «Кислая губа» (РВ-18) (рисунок 1). Родники РВ-1, 7, 10(22), 15, 18 представляют собой зоны разгрузки трещинно-жильных вод кристаллического основания в толщи четвертичных отложений, питание которых осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из глубоких зон. Остальные (РВ-3, 4, 9(19)) являются зонами разгрузки водоносных горизонтов флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложений с атмосферным питанием [3].

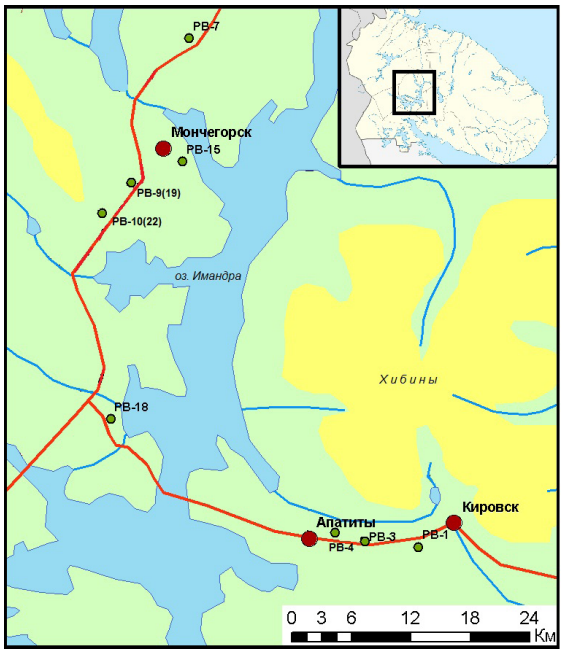


Рис. Карта пунктов гидрогеохимического опробования

Для оценки степени насыщения вод теми или иными минералами использован индекс насыщения (SI), рассчитанный с помощью программного продукта PHREEQC. Значения индекса насыщения изменяются от отрицательных значений при ненасыщенности вод вторичными минералами до положительных при пересыщенности вод. Рассматриваемые воды находятся на начальных стадиях взаимодействия в системе вода-порода [2], поэтому были проведены исследования насыщения родниковых вод оксидами и гидроксидами Al, Fe, Pb, Cu, Ni, Mg, Mn, Si, Ca, Zn.

Химический анализ вод проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» Томского политехнического университета. Для определения макрокомпонентного состава вод были использованы следующие методы анализов: титриметрия, фотоколориметрия, пламенная фотометрия, потенциометрия, турбидиметрия, жидкостная хроматография. Микрокомпонентный состав вод определялся масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

Рассматриваемые воды слабокислые и нейтральные с pH от 5,8 до 7,6, ультрапресные с минерализацией до 0,2 г/л. По анионному составу гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные либо гидрокарбонатно-сульфатные. По катионному составу в основном кальциевые и магниево-кальциевые [2].

Для водоносных горизонтом, расположенных вблизи дневной поверхности, характерны питание за счет инфильтрации атмосферных осадков, высокие скорости движения вод, следовательно, и интенсивный водообмен, который приводит к многократной смене вод. Это определяет короткий период нахождения воды в горной породе и низкую минерализацию [4]. Среднегодовой модуль подземного стока в районе озера Имандра составляет 3 л/сек*км^2. Формирование интенсивного подземного стока здесь определяется положением данной территории в границах Балтийского щита, а также наличием на его краевой части обширных депрессий Баренцева и Белого морей. При этом большое значение имеют особенности климата и высокая расчлененность рельефа [5].

Согласно оценке степени насыщения рассматриваемых вод вторичными минералами рассматриваемые воды насыщены такими гидроксидами алюминия, как бемит, диаспор, гиббсит (таблица). Индекс насыщения у них меняется от 0,1 до 1,5. Также воды насыщены ферритом (0,3-11,2). Наблюдается насыщение соединениями железа: гетитом, гематитом, герцинитом, лепидокрокитом, а ферригидритом и маггемитом во всех рассматриваемых водах, кроме родников РВ-7, 9(19), 10. Наибольшие значения индекса насыщения отмечены в родниках предгорья Хибинского массива: «Прихибинский» (РВ-1), «Молодежный» (РВ-3) и «Поддорожный» (РВ-4) по гематиту (12,9 / 12,5 / 12,7 соответственно).

Таблица

Значения индекса насыщения ультрапресных вод района озера Имандра вторичными минералами

Минерал	минимум	максимум	среднее	Минерал	минимум	максимум	среднее
Pb_2O_2	-38,5	-29,4	-34,2	Цинкит	-8,7	-5,1	-6,6
Платтнерита	-28,4	-22,6	-25,5	Куприт	-7,0	-4,4	-5,7
Гаусманнит	-32,6	-16,3	-25,4	Тенорит	-4,5	-2,0	-3,2
Известь	-25,1	-20,9	-23,1	$Al(OH)_3$(ам)	-2,1	-1,0	-1,6
$Pb_2O(OH)_2$	-23,5	-16,0	-20,7	Al_2O_2	-2,3	0,0	-1,2
Биксбиит	-24,5	-12,7	-19,2	Кристобалит	-1,0	-0,5	-0,7
Бернессит	-20,7	-13,4	-17,4	Халцедон	-0,8	-0,3	-0,5
Пиролюзит	-18,7	-11,3	-15,3	Кварц	-0,4	0,2	-0,1
Брошантит	-18,6	-12,0	-14,9	Ферригидрит	-1,9	2,5	0,4
Портландит	-15,2	-11,0	-13,2	Бемит	0,1	1,3	0,7
Периклаз	-14,1	-10,7	-12,3	Маггемит	-3,8	5,1	0,9
Пирохроит	-12,3	-7,9	-10,4	Гиббсит	0,4	1,5	1,0
Массикот	-11,6	-7,8	-10,1	Герцинит	0,5	2,6	1,6
Манганита	-12,6	-6,6	-9,9	Лепидокрокит	-0,1	4,4	2,2
Шпинель	-10,6	-7,5	-9,1	Диаспор	1,8	3,0	2,4
$Ni(OH)_2$	-8,5	-6,9	-7,8	Гетит	0,8	5,2	3,1
Брусит	-9,4	-6,0	-7,6	Феррит (Cu^{2+})	0,3	10,7	5,7
Бунзенит	-8,2	-6,6	-7,4	Гематит	4,0	12,9	8,7

Рассматриваемые воды далеки от насыщения оксидами и гидроксидами марганца, магния, свинца, кальция. Для этих минералов индекс насыщения принимает минимальные значения (порядка -40…-10). Воды очень близки к насыщению оксидами кремния (халцедон, кристобалит, кварц) и теноритом.

Таким образом, ультрапресные подземные воды района озера Имандра (Кольский полуостров) – это воды зоны интенсивного воодообмена, где воды имеют короткий период контакта с горной породой. Поэтому рассматриваемые воды находятся на начальных стадиях взаимодействия в системе вода-порода. Они насыщены оксидами и гидроксидами алюминия, меди и железа и ненасыщены соединениями других элементов.

Литература

1. Даувальтер, В.А. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» [Текст] / В.А. Даувальтер, М.В. Даувальтер, Н.В. Салтан, Е.Н. Семенов // Геохимия. - 2009. - № 6. - С. 628-646.
2. Евтюгина З. А. , Копылова Ю. Г. , Гусева Н. В. , Мазурова И. С. , Русинова (Мехович) Т. А. , Воробьёва Д. А. Химический состав природных вод окрестностей озера Имандра (Мурманская область) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы, Томск, 23-27 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 699-704
3. Ананьев В. Н. Родники Мурманской области: справочник / В. Н. Ананьев. — Мурманск: Книжное изд-во, 2010. — 88 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
5. Гидрогеология СССР. Том XXVII. Мурманская область и Карельская АССР , Недра, Москва, 1971 г., 295 стр.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТИПИЗАЦИИ РОДНИКОВ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС (ТУВА)

Е.А. Ворожейкина, А.В. Шестакова

Научный руководитель зав. каф. ГИГЭ ИПР Н. В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При решении задач обработки геохимических данных при исследовании процессов формирования геологических и гидрогеологических объектов наиболее широко используются стандартные методы математической статистики. Методы многомерного статистического анализа являются одними из самых эффективных средств выявления закономерностей, скрытых в больших массивах данных, поскольку, как правило, отсутствует возможность непосредственного их наблюдения и измерения. О них можно судить лишь по конечным результатам проявления процессов, отражающихся в значениях различных характеристик, например в химическом составе вод.

Как правило, гидрогеохимические данные представляют собой значительный массив показателей и параметров, а типизация подземных вод, в том числе и минеральных, производится обычно по нескольким основным параметрам – минерализации, температуре, содержанию основных катионов и анионов и бальнеологически активных компонентов (CO_2, H_2S, Br, I, Fe, Rn и др.). Часто для типизации большого массива гидрогеохимических данных применяется кластерный анализ.

Кластерный анализ (англ. cluster analysis) — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.

В высокогорной местности на юго-востоке Республики Тыва, вблизи границы с Монголией располагается природный комплекс Тарыс, в пределах которого на ограниченной территории разгружаются 29 родников различного химического состава и термального режима [1].

Целью данного исследования является типизация 29 родников, разгружающихся в пределах природного комплекса Тарыс, с учетом особенностей вещественного состава вод и их термального режима и выявление основных параметров, контролирующих различия между выделенными группами.

Первые сведения о Тарыских горячих источниках появились в работе В.М. Левченко в 1932 г. Тарыские источники находятся в отрогах Прихубсугульского нагорья южнее Уш-Белдира в устьевой части речки Аржаанец, притока р. Барахоля у выхода ее в Тарыскую котловину. Опробование 29 родников проводилось в 2015 г. Данные о химическом составе вод источников представлены в работе [1].

Типизация рассматриваемых источников проводилась по пятнадцати гидрохимическим параметрам (Eh, pH, температура, минерализация, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Si, NH_4, CO_3, F). Кластерный анализ и построение дендограммы выполнялось в программе STATISTICA.

Результаты кластеризации родников Тарыса представлена на дендограмме (Рис.1).

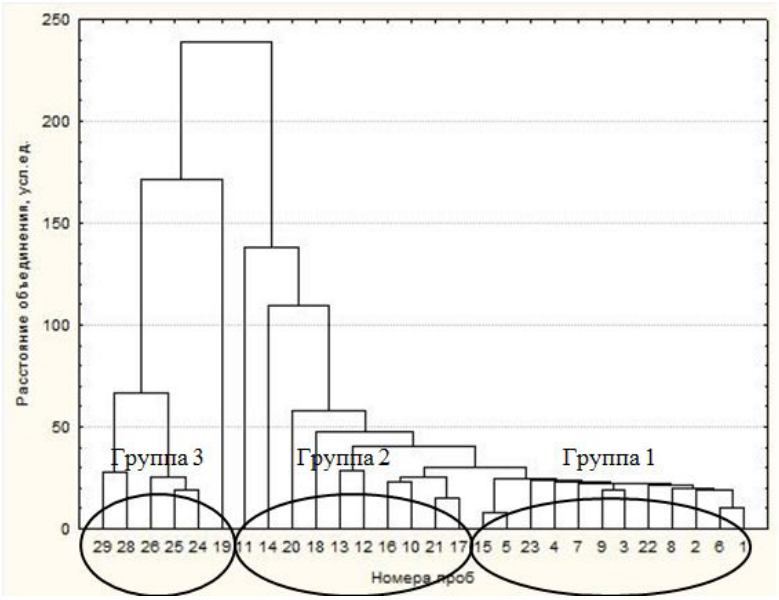


Рис.1. Дендограмма типизации подземных вод природного комплекса Тарыс

На рис. 1 видно, что в результате кластеризации 29 родников были выделены 3 группы, которые разбиваются на более мелкие подгруппы. Первый кластер (группа) включает 12 родников, второй – 10 родников, а третий – 6. Химический состав выделенных групп родников представлен в таблице 1.

Согласно результатам статистической обработки, определяющими критериями для выделения первой и второй групп вод являлись следующие показатели: температура, величина pH и Eh, соотношение основных ионов, концентраций Na, K, SO_4, Cl, F и Si.

Родники первой группы характеризуются средней температурой 43,3 ºС, максимальное значение тепмературы 48 ºС отмечается в родниках 1 и 6. По химическому типу воды этой группы, как и второй группы, относятся к сульфатным натриевым водам. Минерализация вод составляет от 428 до 475 мг/л. Отличительной особенностью родников первой группы является низкие значения Eh (-330 мВ), повышенные концентрации CO_3, в среднем составляющие 33,8 мг/л, и кремния – 36,6 мг/л. Вторая группа родников характеризуется более высокой минерализацией до 567 мг/л, высокими концентрациями NH_4 0,1–19 мг/л и более низкой температурой (среднее значение – 26 ºС). В этой группе наблюдается повышение концентраций Ca, Mg и HCO_3 по отношению к водам первой группы. Концентрации кремния и фтора немного ниже, чем в первой группе и составляют 21 и 32 мг/л соответственно.

Таблица 1

Химический состав подземных вод природного комплекса Тарыс, мг/л

Параметры	Группа 1			Группа 2			Группа 3		
	среднее	миним.	макс.	среднее	миним.	макс.	среднее	миним.	макс.
T, ºC	43,3	30	48	26	17	43	10,2	6	18
pH	9,5	9,37	9,67	9,18	8,61	9,53	7,6	7,3	7,9
Eh, мВ	-330	-344	-311	-244	-315	-39	-12	-182	65
CO_3	33,83	29	43	24,74	8,4	38	-	-	-
HCO_3	57	51	67	76	37	128	226	201	246
SO_4	215	197	236	221	168	244	27	17	72
Cl	15	14	16	15	14	19	3,2	0,2	17
Ca	4	3	5	11	3	20	74	66	78
Mg	0,6	0,45	0,9	1,1	0,1	2,4	4,4	2,8	5,5
Na	153,6	136,3	176,6	145,1	121,3	158,9	8,4	1,8	37,5
K	4,2	4,1	4,3	4,6	4,1	6,7	1,8	0,5	6,7
Минерализация	448,2	427,5	474,9	473,5	411,7	566,7	345,3	322,2	403,1
F	23,08	22,4	23,8	21,08	15	23,5	1,51	0,38	5,6
Si	36,56	32,99	42,41	31,83	17,03	44,7	6,21	11,9	3,96
NO_3	0,02	0,01	0,05	0,11	0,01	0,99	0,19	0,01	0,54
NH_4	0,21	0,08	0,76	2,9	0,09	18,5	0,12	0,01	0,22

Химический состав родников третьей группы заметно отличается от рассмотренных родников и характеризуется весьма низкими температурами, в пределах от 6 ºС до 18 ºС и гидрокарбонатным кальциевым типом вод с более низкой минерализацией 345 мг/л. Значения водородного показателя составляет 7,3–7,9,

т.е. воды данной группы являются слабощелочными. Также нельзя не отметить, что значения окислительно-восстановительного потенциала в водах данной группы достаточно высокие, Eh варьирует от -182 до 65 мВ. Геохимическая обстановка – окислительная. Средние содержания количества гидрокарбонат-иона и кальция значительно превышают концентрации в предыдущих группах. Содержания HCO_3 изменяются от 201 до 246 мг/л, Ca от 66 до 78 мг/л, в сравнении со средним содержанием HCO_3 и Ca для термальных водах Тарыса 98 и 21,2 мг/л, соответственно. Содержание других составляющих анионной и катионной группы имеют сравнительно низкие значения. Например, среднее содержание сульфат-иона составляет 177 мг/л, а хлор-иона – 12,4 мг/л. В сравнении с другими двумя группами, в рассматриваемых водах отмечается низкое содержание натрия (8,4 мг/л), хлора-иона (3,17 мг/л) и сульфат-иона (27 мг/л).

Таким образом, с использованием статистических методов проведена типизация родников природного комплекса Тарыс, в результате чего были выделены 3 группы родников, отличающихся по химическому составу и термальному режиму. Воды родников первой и второй групп являются сульфатными натриевыми, горячими, щелочными и пресными, с минерализацией около 500 мг/л и высоким содержанием фтора около 23 мг/л. Воды третьей группы являются гидрокарбонатными кальциевыми, холодными, нейтральными, пресными, с минерализацией 345 мг/л.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00324).

Литература

1. Гусева Н.В., Копылова Ю.Г., Хващевская А.А. Исследование насыщенности термальных вод вторичными минералами (на примере природного комплекса Тарыс, Тува) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2015. – С. 400 – 404.
2. Ярошевский А.А. Применение математики в геохимии: некоторые типы задач и методы решения [Электронный ресурс] / А.Ярошевский. – Электрон.текстовые дан. – Москва, 1996. - Режим доступа: http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/133.html

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ПОЙМЫ Р.ТОМИ

Е.В. Воротова
Научный руководитель доцент М.В.Решетько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня в городе Томске застраивается новый микрорайон Северный парк (рис.1), расположенный на левобережной части Томска. По мнению администрации города и многих жителей, левый берег является перспективной территорией для развития города. Началось строительство левобережного участка будущей кольцевой автодороги и жилого микрорайона. С одной стороны, нужно максимально эффективно использовать территорию левобережья города, с другой – дополнительная нагрузка в виде застройки микрорайона Северный парк из-за особенностей геологического строения территории и плоского рельефа, возможно, вызовет негативные экологические последствия.

Целью исследования является оценка геоэкологического состояния территории левобережья р. Томи в районе застройки во время строительства и в течение эксплуатации микрорайона.

Для определения геоэкологического состояния поверхностных вод были использованы представленные ОА «Томскгеомониторингом» за 2016 г. и данные проб поверхностных водных объектов и снега, отобранных автором в 2016 г., схема расположения точек отбора проб приведена на рис. 1, анализ проб проводился в НОЦ Вода.

Характеризуемый участок расположен в пределах поймы р.Томи, на территории санитарно-защитной зоны Томского водозабора. В водном питании р.Томи участвуют талые воды сезонных и горных снегов, жидкие осадки и подземные воды. Водоносный горизонт пойменно-террасовых отложений р.Томи является первым от поверхности постоянно существующим горизонтом. Водовмещаемыми породами являются гравийно-галечные отложения. Кровля горизонта отмечается на глубине 1,5-3 м. Мощность пойменных отложений составляет 18-22 м , террасовых 23-38 м. Уровень подземных вод зафиксирован на глубине 5,5-9,9 м в пойме и 4,7-12,0 м на террасе.

По данным АО «Томскгеомониторинг» за 2016 г. поверхностные воды на территории микрорайона Северный парк в целом соответствует нормативам для объектов культурно-бытового водопользования [9]. По органолептическим показателям для р.Кисловка превышение было зафиксировано лишь 23.09.16 г. в месте отбора №5, также 30.06.16 г.показатель был близок к границе ПДК. На прозрачность воды влияют различные взвешенные вещества (глина, песок и т.д), которые могли превысить допустимую норму в связи с увеличением хозяйственной деятельности в районе территории Северный парк. По общим физико-химическим показателям – значения растворенного в воде кислорода, сухой остаток и pH не нарушали границ ПДК, но ближе к зиме отмечено некоторое увеличение содержания кислорода в воде и pH. Содержание АПАВ и фенола на протяжении

всего периода измерений оставались в пределах установленных норм. По нефтепродуктам увеличение было зафиксировано только 30.06.16 г. в т. №5, оно составило 0,235 мг/дм^3, что превышает ПДК для объектов рыбохозяйственного назначения [4]. Показатели ХПК на протяжении всего периода измерений превышали нормы ПДК [4], а 23.09.16 г. норма превышена в 2 раза. Превышение $БПК_5$ по [4] отмечено во время летне-осенней межени -23.09.16 г. и 01.11.16 г. Превышение ПДК по [4, 9] отмечено для иона аммония. Такие изменения могут быть связаны с увеличением поступлением азотосодержащих компонентов с вышерасположенных территорий.

Опробование поверхностных водных объектов автором проводилось в районе застройки микрорайона Северный парк на реке Кисловка, озерах Щучка и Боярское (рис. 1). При выборе местоположения пунктов наблюдения для отбора проб воды автор руководствовался нормативными документами [6,8]. Точки отбора снежного покрова (рис. 1) выбирались так, чтобы они характеризовали степень антропогенного воздействия на исследуемой территории.



Рис. Схема расположения отбора проб
I, II, III -снеговой отбор проб;
2, 5, 6 – пункты наблюдение АО «Томскгеомониторинг»;1,2,3,4 – отбор поверхностных вод

В поверхностных водах pH колеблется 6,9-7,57, что позволяет характеризовать их как нейтральные или слабощелочными. Значение в водоемах Eh колеблется от 139 до 165 мВ. Значение Eh колеблется от 145 до 175 мВ, в реках вверх по течению Eh-выше. Температурный показатель воды приближен к температуре воздуха. Химический состав водотоков и водоемов различен. В водоемах выше, чем в водотоках содержание SO_4^{2-} практически в 7 раз, Na^+ более чем в 22 раза, почти в 1,8 раза – CO_2, В водотоках выше, по сравнению с водоемами в 6 раз HCO_3^-, Ca^{2+} – в 7-8 раз, а содержание Mg^{2+} в 4-5 раза, NH_4^+ в 2 раза, перманганатная окисляемость превышает в 4-5 раза, электропроводность в 3-4 раза, также превышено содержание марганца, кремния и фосфатов в точке опробования, находящейся вблизи территории застройки ниже по течению. Можно предположить, что повышение концентрации относительно ПДК [4, 9] вызваны, как природными особенностями территории, так и дополнительной антропогенной нагрузкой в виде поверхностных стоков. Место отбора проб № 2 (рис.1) находится в районе застройки, здесь отмечены наиболее высокие содержания элементов, по сравнению со всеми точками отбора. Повышенное содержания компонентов (таблица), возможно обусловлено дополнительной антропогенной нагрузкой от строительной деятельности и населенных пунктов.

Таблица

Химический состав поверхностных вод 12.08.2016 г. и снегового покрова 11.03.2016 г. в районе застройки микрорайона Северный парк, выполнен в НОЦ «Вода» ТПУ

Параметры	**Ед.изм**	**ПДК**	**ПДКр**	**Водоемы**		**Водотоки**		**Снеговой покров**		
				№4	**№1**	**№3**	**№2**	**II**	**III**	**I**
pH	ед. pH	6,5-9		6,9	6,92	6,98	7,57	6,21	6,2	7,26
HCO_3^-	мг/л	-		23,2	29,3	25,6	160	6,1	6,1	21,96
SO_4^{2-}		500	100	52,79	2,55	7,25	7,29	-		
Об.ж.	мг-э/л	10		0,48	0,40	0,43	2,90	0,2	0,096	0,4
Ca^{2+}	мг/л	180		7,5	7	6,5	50,5	2,04	1,52	6,84
Mg^{2+}		-	40,0	2,03	1,6	1,7	6,8	-		
Na^+		200	120	31	1,4	1,44	6,9	-		
$Fe^{общ}$		0,3	0,1	0,27	0,26	0,74	2,97	-		
Перманганатная окисляемость	$мгO_2$/ $дм^3$	-		3,04	8	13,2	13,1	-		
NH_4^+	мг/л	1,5 по N	0,5	**0,63**	0,54	**0,72**	**1,16**	0,36	**0,81**	0,49
PO_4^{-3}		3,5	0,15	0,037	0,14	0,033	0,77	-		
Si		10	-	0,65	0,51	0,5	7	-		
Mn		0,1	0,01	0,033	0,069	0,012	0,24	-		
Cl^-		350	300	1,51	1,98	1,22	2,97	0,84	0,76	1,88
НП		0,1	0,05	0,011	0,01	0,017	0,011	**0,086**	**0,068**	**1,09**

**** ПДКр по [4], ПДК по [9]***

Геохимические аномалии в снежном покрове, по существу, отражают эколого-геохимическое состояние атмосферы, суммируя воздействие природных, природно-техногенных и техногенных факторов, влияющих на динамику геохимической экологической функции литосферы во времени. В период снеготаяния находящиеся в снеге токсиканты мигрируют в поверхностные воды, донные осадки, почвы, причем ареал их распространения значительно превышает контуры геохимических аномалий в снежном покрове.

Химический состав жидкой фазы снегового покрова представлен в таблице 1. Снеговые воды пресные, в основном имеют слабокислую величину pH, хотя встречаются нейтральные (6,2-7,26). Содержание компонентов химического состава в снеговых водах сравнивались с ПДК [4]. Было выявлено, что наблюдается превышение по содержанию нефтепродуктов в трех точках отбора проб, также превышение ПДК по содержанию иона аммония в одной точке (табл. 1). Наибольшее превышение концентрации в пункте отбора №1 это можно объяснить расположением вблизи дороги с высокой загруженностью автомобильным транспортом.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что на химический состав поверхностных вод оказывают воздействие такие антропогенные факторы как автодорога с интенсивным движением, хозяйственная деятельность населенных пунктов и процесс строительства, но эти факторы на данный момент не оказывают критического воздействия на геоэкологическое состояние территории застройки левобережья в районе Северный парк.

Литература

1. Вертман, Е.Г. Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников г. Томска / Е.Г. Вертман, А.Д. Назаров. –Томск: ТПУ,2004. –199 с.
2. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
3. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»
4. Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р.Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации (далее – Проект планировки) выполняется в соответствии с Муниципальным контрактом №01-11 от 29 марта 2011 г. между Департаментом архитектуры и градостроительства администрации города Томска и Научно-проектным институтом пространственного планирования «ЭНКО» (г.Санкт-Петербург).
5. Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод
6. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы
7. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Горбунова

Научный руководитель старший преподаватель Янковский В.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В мировой практике основным сырьем для получения йода являются подземные воды. В современных геополитических условиях значительная традиционных мест добычи йода оказалась за пределами Российской Федерации. Поскольку йод по своему генезису является биогенным, то он в большой мере входит в ассоциацию с нефтью и нефтяными водами [1,2]. В силу этого пластовые воды нефтяных месторождений Западной Сибири приобретают ведущее значение как минерально-сырьевая база по добыче йода.

Поступление его в воды начинается с первых моментов захоронения и метаморфизации осадков, обогащенных органическим веществом [3]. В максимальной степени воды насыщены йодом в прибрежных районах морей, где органического вещества много.

Накопление йода в подземных водах связано и с литофациальными особенностями вмещающих пород. Рядом исследователей выполнены определения концентраций йода в различных типах пород [4]. Большие вариации его содержаний установлены в верхних горизонтах как океанической, так и континентальной коры. Высокие концентрации йода в глубоководных морских (30 г/т) и в континентальных (2.5 г/т) карбонатных породах обусловлены накоплением в планктонных и мелководных организмах. В континентальных глинах содержание его ниже (1.8 г/т), чем в глубоководных (3.9 г/т). Отмечается, что при диагенезе йод оказывается более устойчивым, чем углерод. Однако на стадии катагенеза йода теряется значительно больше (от 75 до 95%), так что его содержания в породах составляют от 12 до 25 мг/т.

В настоящей работе нами рассматриваются особенности распространения йода в подземных водах Томской области (юго-восточная часть Западной Сибири) в пределах переходных элизионных и инфильтрационных гидрогеологических структур и связь его с объектами нефтегазосодержания и нефтегазообразования.

Йод в подземных водах исследуемого бассейна распространен повсеместно и встречен в количествах от 0, 2 до 48 мг/л.

Наиболее высокими концентрациями йода отличаются воды меловых отложений. В самом верхнем апт-альб-сеноманском водоносном комплексе содержание йода изменяется от 0.2 до 19.3 мг/л при среднем 8.6 мг/л. С глубиной его содержание увеличивается, и в н е окомском водоносном комплексе отмечаются наиболее высокие концентрации йода для меловых отложений. Его содержание изменяется от 0.13 до 28.4 мг/л, среднее значение которого составляет для западных районов 8.3 мг/л, для восточных - 3.1 мг/л (табл. 1).

В верхнеюрском водоносном комплексе йод встречен в количествах от 0.2 до 30.3 мг/л. Расчетные средние содержания по комплексу по 310 точкам опробования составляют соответственно 4.6 мг/л в западных районах и 3.1 мг/л - в восточных. Наиболее высокие концентрации йода (6-10 мг/л) установлены в западных и центральных частях Томской области и приурочены главным образом к отдельным площадям Нижневартовского, Средневасюганского, Парабельского сводовых поднятий, Нюрольской и Усть-Тымской впадинам, что связано с наличием в разрезе верхнеюрских отложений продуктивных нефтегазоносных толщ (табл. 1).

Так, на Средневасюганском сводовом поднятии наиболее высокие его концентрации выявлены в районе Южно-Мыльджиского газового (18 мг/л) и Верхнесалатского нефтегазового (7.6 мг/л) месторождений.

В Нюрольской впадине участки с высокими концентрациями этого микроэлемента локально приурочены к месторождению Федюшкинскому (площадь Федюшкинская - 11мг/л) и к площадям в юго-восточной части осадочного бассейна (6-10 мг/л). Подземные воды в восточных районах области остаются значительно обеднены йодом, где его концентрации не превышают 2 мг/л.

В нижне-среднеюрском водоносном комплексе содержание йода ниже по сравнению с водами меловых и верхнеюрских отложений. По площади изменяется от 0.2 до 25.3 мг/л (среднее содержание составляет 4.7 мг/л). В юго-восточной части исследуемого региона его содержание не превышает 1-4 мг/л. И только в Парбигском районе на площади Крыловской в отложениях тюменской свиты, залегающих непосредственно на доюрском фундаменте, встречены воды с высоким содержанием йода (13 мг/л). Повышенные его концентрации (4-8 мг/л и более) в подземных водах нижне-среднеюрских отложений, так же как и в рассмотренных выше комплексах, тяготеют к западному, центральному и северо-восточному районам Томской области (Каймысовский, Пудинский, Средневасюганский, Пыль-Караминский сводовые поднятия, Нюрольская и Усть-Тымская впадины) (рис. 1, г). Максимальные его концентрации установлены на площадях Калиновой, Широтной и Нижнетабаганской Нюрольской впадин и составляют соответственно 25, 11.3 и 12 мг/л. В высоких концентрациях йод встречен на площадях Верхнесалатской (11.4 мг/л) и Южно-Мыльд- жинской (12.7 мг/л) Средневасюганского мегавала, на площадях Колпашевской (20 мг/л), Зап.- Сильгинской (9.6 мг/л) Парасельского мегавала (табл. 1).

В подземных водах палеозойских образований йод содержится в количествах от 0.2 до 38 мг/л и по территории распределен неравномерно. Среднее его содержание составляет 9.5 мг/л (табл. 1) в западных районах области по сравнению с 3.2 мг/л - в восточных. Сохраняется тенденция его накопления в большом количестве в западной, юго-западной частях Томской области, где йод имеет высокие (6-9 мг/л) (Нюрольская и Усть-Тымская впадины, Средневасюганский, Пудин- ский и северные площади Парабельского мегавала) и максимальные (более 10 мг/л) концентрации (юго-восточная часть Нюрольского осадочного бассейна). Максимальные его величины содержаний тяготеют к локальным участкам и в большей степени приурочены к газовым месторождениям, чем нефтяным. Так, в пределах восточной части Нюрольской впадины на площадях Нижнетабаганской, Сельвейкинской и Тамбаевской они составляют соответственно 28.2, 37 и 38.1 мг/л. На площадях Южно-Мыльджинской и Верхнесалатской Средневасюганского мегавала - 14.8 и 10.5 мг/л соответственно. На Пудинском мегавале (площадь Верхнекомбарская) содержания йода достигают 36.4 мг/л, тогда как в высокоминерализованных водах восточной части Томской области не превышают 1-2 мг/л. (табл. 1).

Как показали наши исследования, с глубиной концентрации йода в подземных водах увеличиваются неравномерно, и при этом сохраняется большой разброс его величин по всему разрезу. Наиболее часто встречаемые значения йода в водоносных комплексах нижнего гидрогеологического этажа колеблются в диапазонах от 0 до 5; от 5 до 10 и до 15 мг/л. В юрских отложениях реже встречаются воды с концентрацией данного элемента от 10 до 15 и от 15 до 20 мг/л, и достаточно редко, где йод достигает 20-25 мг/л и более. Содержания его в этом диапазоне определены только в водах неокомских отложений и в доюрских образованиях. А самые высокие его концентрации, в диапазоне значений от 25-30 мг/л до 35-40 мг/л, встречены в доюрском водоносном комплексе.

Для всех рассмотренных водоносных комплексов благоприятными для накопления йода являются хлоридные натриевые соленые воды и слабые рассолы. С глубиной, по мере увеличения температуры, солености воды и насыщенности вод углеводородами, отмечается рост концентраций рассматриваемого компонента. Характер взаимосвязи содержания йода с минерализацией подземных вод и с основными компонентами химического состава различен в разных водоносных комплексах и районах, бывает как очень тесный, так и слабый. Так, в меловых и доюрских водоносных комплексах она выражена наиболее четко, имеет большую крутизну и характерна для подземных вод, где накопление йода происходит интенсивнее и достигает максимальных значений. В подземных водах юрских отложений она (зависимость) с минерализацией выражена слабее, и содержания в них йода зачастую не превышают 10 мг/л, а в доюрских образованиях - 15 мг/л. Хорошая связь наблюдается с содержанием хлор-иона. Сильные положительные корреляционные связи йода отмечены с аммонием. В водах залежей углеводородов юрского и доюрского комплексов хорошие связи устанавливаются с калием, натрием, кальцием, магнием, рубидием. Источники обогащения вод йодом в исследуемом регионе различны. В настоящее время считается установленным тот факт, что в иловых водах современных морей и океанов содержание йода во много раз превышает содержание его в исходной воде [5]. Вследствие этого в процессе осадконакопления захороняются большие массы йода. В итоге, как утверждает А.В. Кудельский, степень йодоносности подземных вод осадочных бассейнов определяется величиной суммарных мощностей осадочных образований. В

исследуемом регионе мощность меловых отложений превышает суммарную мощность юрских отложений в несколько раз. Это не могло не сказаться на обогащении вод йодом при диагенезе и раннем эпигенезе. Из пород (особенно глинистых) отжимались вместе с поровой водой большие количества йода, поступавшие в песчаные коллекторы. [6].

Кроме того, пластовые воды нефтегазоносных отложений с концентрацией йода более 10 мг/л [7] отнесены к категории промышленных. Такие воды наиболее широко развиты в меловых отложениях и только в западных районах Томской области в пределах Каймысовского свода, Средневасюганского мегавала, Нюрольской и Усть-Тымской впадин. В юрских отложениях в промышленных концентрациях йодоносные воды тяготеют к локальным участкам и приурочены к отдельным площадям Средневасюганского свода, восточной части Нюрольской впадины и площади Колпашевской Парабельского мегавала, а в доюрских образованиях встречаются только на площадях Южно- Мыльджинской и Верхнесалатской Средневасюганского мегавала, а также Нижиетабаганской, Сельвейкинской и Тамбаевской Нюрольской впадины. Причем концентрации йода в подземных водах доюрских образований выше, чем в меловых отложениях. Это свидетельствует о целесообразности дальнейшего изучения подземных вод нефтяных месторождений в качестве источника для промышленного извлечения ряда компонентов, в частности йода.

Томская область имеет все предпосылки для формирования, наряду с нефтегазовой, еще одной отрасли ресурсодобывающей промышленности что позволит решить проблему импортозамещения по йоду.

Литература

1. Временные рекомендации по обоснованию запасов попутных вод нефтяных месторождений в качестве минерального сырья. - М., 1987. - 70 с.
2. Иванов В.Г., Силкина Т.Н., Янковский В.В. Распространение йода в подземных водах нефтегазоносных отложений Томской области // Обской вестник. 2001.№1 С.
3. Карцев А.А., Вагин С.Б., Шугрин В.П. Нефтегазовая гидрогеология. -М.: Недра, 1992. -208 с.
4. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия. - М.: Недра, 1993. - 384 с.
5. Кудельский А.В. Гидрогеология,гидрогеохимия йода. - Минск: Наука и техника, 1976. - 216 с.
6. Перельман А.И. Геохимия природных вод. - М.: Наука, 1982. - 150 с.
7. Muramatsu Yasuyuki, Wedepoht K.Hans The distribution of iodine in the earth's crust // Chem. Geol. - 1998. - Vol. 147. – Ns 3-4. -P.201-216.

РОЛЬ КАРБОНАТНЫХ МИНЕРАЛОВ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД МОЛДОВЫ

А.Н. Гроза (Тимошенкова)

Научный руководитель заведующий лабораторией Гидрогеологии К.Е. Морару

Институт Геологии и сейсмологии, Академия наук Молдовы, г. Кишинев, Молдова

В водовмещающих породах первого от поверхности земли водоносного горизонта широко распространены карбонатные минералы, играющие важную роль в формировании состава грунтовых вод, путем обогащения их различными химическими элементами. Целью данной работы является изучение общей тенденции развития процесса насыщения грунтовых вод относительно кальцита, доломита и магнезита.

В настоящее время водоносные горизонты грунтовых вод Молдовы используются для индивидуального водопользования во многих населенных пунктах страны, преимущественно в сельской местности. В периоды отсутствия централизованной водоподачи, из-за технических аварий, часть водопунктов (шахтные колодцы и родники) имеют практическое значение для водопользования в городах.

Методология исследований. Фактическим материалом явились результаты опробования грунтовых вод страны в летние периоды 2012 - 2013 гг., с учетом качества анализов и разнообразия химических типов вод, были отобраны 98 проб из источников временного водоснабжения (родники, колодцы).

В основу изучения геохимических процессов в системе вода - порода положены методы равновесной термодинамики гидрогеохимических процессов и анализ элементарных реакций, начальными продуктами которых являются основные породообразующие минералы и вода, конечными – вторичные минералы, а также ионы и нейтральные молекулы, которые перешли в жидкую фазу [3]. Расчеты равновесия проводились с использованием компьютерной программы HydroGeo [1]. Для выяснения степени равновесности к отдельным минералам мы использовали методику построения полей устойчивости минералов, разработанную Р.М. Гаррелсом и Ч.Л. Крайстом [2].

Результаты исследований. Химический состав грунтовых вод характезизуется следующими показателями (см. таблицу). Общая минерализация вод варьирует в широких пределах от 0,25 и 7,06 г/л. В целом, исследуемые воды являются преимущественно слабощелочными (более 90% проб с показателями pH в пределах 7-8), пресными, с показателем минеразилации варьирующей в пределах 0,5-1 г/дм^3 (43%) и слабосолоноватыми с показателями минерализации 1-3 г/дм^3 (43%). При среднем значении солености 1,66 г/дм^3, процентное соотношение солоноватых вод состовляет 13%. (классификация степеней минерализации А.В.Щербакова [4]).

Таблица

Статистические параметры грунтовых вод Молдовы (количество проб – 98)

Химический компонент, мг/л (кроме pH)	Значение				Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Коэффициенты	
	Мин-ое	Макс-ое	Среднее	стандартная ошибка среднего			ассиметрии	экцессы
минерализация	252,80	7062,54	1658,79	146,70	1452,24	2109005,41	1,91	3,45
pH	6,90	10,00	7,58	0,04	0,41	0,17	2,70	13,14
Na^+	4,58	1277,06	285,64	29,50	292,00	85265,96	1,77	2,72
Mg^{2+}	12,52	677,19	101,93	9,67	95,70	9158,86	3,14	13,84
Ca^{2+}	17,64	601,80	121,34	10,67	105,58	11147,29	2,10	5,22
K^+	1,42	84,08	19,67	1,92	18,97	359,84	1,77	2,72
HCO_3^-	177,80	1259,65	618,05	19,54	193,46	37428,12	0,68	0,57
Cl^-	5,00	1539,40	140,33	23,06	228,32	52129,00	3,90	18,73
SO_4^{2-}	5,28	3851,52	635,18	82,79	819,61	671762,16	2,08	4,50
SiO_2	2,00	33,00	8,64	0,43	4,22	17,80	2,49	10,83

В Молдове распространены следующие типы грунтовых вод по преобладающему содержанию анионов с различными комбинациями катионной составляющей (по С.А. Щукареву) (в скобках – % от общего числа исследуемых проб по убыванию): *I тип* – HCO_3–Na–Mg, –Ca–Mg, –Mg–Ca , реже – –Na, –Mg или –Ca, (38%); *II тип* – HCO_3–SO_4–Na, –Na–Mg, реже –Na–Ca, –Na–Ca–Mg, и –Na–Ca (23%); *III тип* – SO_4–HCO_3–Na –Mg, –Na, –Na–Ca, –Ca–Mg, –Mg–Ca, –Mg–Na (18%); *IV тип* – SO_4–Na, –Na–Mg, –Ca–Mg, –Ca (12%); *V тип* - Cl-SO_4-HCO_3-Na, -Na-Mg, -Ca-Mg (5%), *VI тип* – HCO_3-Cl-Na-Mg, -Na-Ca, -Ca-Mg, -Mg-Ca (4%).

Корреляционный анализ основных химических компонентов позволил отметить высокие коэффициенты корреляции для пар сульфатов, натрия, калия, магния с минерализацией (в убывающем порядке от 0.97 до 0.86). Также установились прямые зависимости между содержанием натрия, магния и калия с сульфатами (в среднем коэффициенты корреляции составили более 0.85).

Равновесие с карбонатными минералами. Термодинамические расчеты показали, что около 90% исследуемых вод достигают равновесия с кальцитом ($CaCO_3$) (при среднем содержании кальция в 121.34 мг/л). В 50% вод всех химических типов можно отметить состояние пересыщенности вод кальцитом, о чем сообщает удаленное расположение фигуративных точек. Грунтовые воды, как и типичные воды зоны гипергенеза, удачно вписываются в общие представления о характере их равновесия с кальцитом. Согласно ему, воды с минерализацией более 0.6 г/л и одновременно pH более 7.4, достигают равновесия с карбонатом кальция [4], который в определенных геохимических условиях может не только растворяться, но и высаживаться из раствора в виде вторичного минерала. Совсем незначительная часть (около 8%) вод остается недонасыщенной относительно кальцита. В эту группу входят некоторые воды гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного типа. Маловероятно, что в этих водах кальций способен накапливаться в растворе в результате его выщелачивания из водовмещающих горных пород в условиях активного водообмена, так как показатели минерализации, pH и содержания кальция и гидрокарбонатов незначительно ниже.

Более интересную ситуацию можно пронаблюдать в отношении равновесия вод с доломитом ($CaMg(CO_3)_2$). Здесь пересыщенные и насыщенные состояния немного уступают ненасыщенным (40 на 60%). Ввиду большего числа компонентов минерала, он будет образовываться значительно позже.

Анализ равновесия грунтовых вод Молдовы с магнезитом ($MgCO_3$) продемонстрировал, что более 70% вод насыщены и пересыщены этим карбонатным минералом.

Вывод. Высокая скорость водообмена и непродолжительное время взаимодействия грунтовых вод с горными породами не помешали многим карбонатным минералам установить равновесие с ними. В результате чего, в системе вода - порода большая часть переходящих в раствор элементов связывается вновь образуемыми вторичными минералами: Ca – кальцитом и доломитом, а Mg – магнезитом. Согласно классификации [5] изучаемые подземные воды относятся к карбонатообразующему геохимическому типу. В случаях, где равновесие вод сдвигается в сторону недонасыщенности (в большей мере, при взаимодействии с доломитом) показатели величины минерализации достаточно низкие (менее 1 г/дм^3) ввиду наличия гидравлической связи с поверхностными водами и атмосферными осадками.

Литература

1. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия Томского политехнического ун-та. – Томск, 2002. – Т. 305. – № 6. – С. 348 – 365.
2. Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. – М: «Мир», 1968. – 367 с.
3. Гусева Н.В., Отакулова Ю.А. Геохимия подземных вод Приташкентского артезианского бассейна (Республика Узбекистан) // Известия ТашПУ - Ташкент, 2014. – Т. 325. – № 1. – С. 85 - 90.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза (2-е изд. исправл. и доп.) – М.: «Недра», 1998. – 366 с.
5. Shvartsev S.L. The system water-rock-gas-organic matter of V Vernadsky // Procedia Earth and Planetary Science 2013. – № 7. – P. 810 – 813.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАМИРА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОДЖА-ОБИ-ГАРМ (ТАДЖИКИСТАН)

А.Ю. Демонова, А.И.Сардоров, А.В.Корзун

Научный руководитель профессор Н.А. Харитонова

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

В данной статье рассмотрены особенности химического состава термальных вод месторождения Ходжи-Оби-Гарм, с основным акцентом на содержание в них микрокомпонентов, а также редкоземельных элементов (РЗЭ). Комплексные исследования геологических, гидрогеологических и гидрогеохимических особенностей месторождения позволили выявить источники и формы миграции исследуемых микрокомпонентов. Актуальность работы вызвана не только научным, но и практическим интересом, так как осуществление прогноза изменения химического состава изучаемых термальных вод позволит обеспечить рациональную эксплуатацию данного месторождения, а также провести доразведку и расширение минеральной базы действующего курорта.

Месторождение минеральных вод Ходжи-Оби-Гарм находится в 60 км к северу от г. Душанбе столицы Республики Таджикистан. Курорт находится на высоте +1740-1960 метров над уровнем моря в верховьях р. Ходжа-Оби-Гарм левого притока р. Варзоб. В плане площадь месторождения приурочена к тектонической зоне по которой происходит восходящее движение термальной воды и формируется область растекания.

В геолого-структурном отношении месторождение Ходжа-Оби-Гарм расположено на северном крыле Ходжа-Оби-Гармской грабен-синклинали. В геологическом строении принимают участие, в основном, интрузивные породы южной части Северо-Варзобского интрузивного массива, представленные гранитами, гранодиоритами, гранит-порфирами среднего и нижнего карбона. Интрузии перекрыты чехлом четвертичных отложений. В юго-западной части района палеозойские образования перекрыты нижнемеловыми осадками (песчаниками и глинами).

Гидрогеологические условия месторождения сложные и определяются геолого-структурными особенностями участка. По условиям залегания и циркуляции – это трещинно-жильные термальные воды, которые приурочены к мощной зоне дробления гранитов, связанной с Ходжа-Оби-Гармским разломом.

Питание трещинно-жильных вод – вероятнее всего инфильтрационное, чему благоприятствует значительная раздробленность гранитов. Область питания термальных вод находится на водоразделе. В процессе фильтрации по разломам воды прогреваются, изменяют свой химический состав и разгружаются в рыхлые четвертичные отложения формируя месторождение.

Поровые воды четвертичных отложений распространены по долине р. Варзоб и по левобережью р. Ходжа-Оби-Гарм. Водовмещающими породами являются галечник, песок и конгломераты. Водообильность этих отложений незначительная: обычно дебит родников колеблется в пределах 0,05-1,00 л/сек. По химическому составу поровые воды гидрокарбонатные-кальциево-натриевые с минерализацией от 0,140 до 0,490 г/дм^3. Описываемые подземные воды используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения курорта Ходжа-Оби-Гарм.

Поскольку предыдущие исследования химического состава термальных вод месторождения Ходжи-Оби-Гарм проводились более полувека назад, был выполнен полный химический анализ всех проб воды на 52 элемента на новейшем аналитическом оборудовании. Основные катионы и анионы определялись методом жидкостной ионной хроматографии (HPLC-10 AVp, SHIMADZU). Концентрации микрокомпонентов и рассеянных элементов измерялись с использованием плазменно-оптической эмиссионной спектрометрии (ICP-AES, Plasmaquant-110) и индуктивной плазменной масс-спектроскопии (ICP-MS, Agilent 7500c). Точность определения всех компонентов была лучше, чем 5% RSD. Расчёт индексов насыщения минералов и форм миграции макро и микрокомпонентов, а также РЗЭ проведено с использованием программных комплексов AQUACHEM 5.1, WATERQ4F и PHREEQC.

Минеральные воды месторождения Ходжа-Оби-Гарм по химическому составу относятся к хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатным натриево-кремнистым. Практически во всех скважинах среди анионов превалирует HCO_3^-(CO_3^{2-}) ион, в некоторых скважинах SO_4^{2-}. Основным катионом является Na^{2+} содержание которого доходит до 100 мг/л, в то время как содержания Ca^{2+}, Mg^{2+} и K^+, как правило, низки. Концентрация радона составляет 22 нКи/л (814 Бк/л). Помимо карбонатных ионов (HCO_3^- и CO_3^{2-}) в достаточно высоких количествах присутствуют хлор (до 55 мг/л) и сульфат-ион (до 40 мг/л). Борная кислота (H_3BO_3)– 6 мг/л. Исследуемые термы богаты фтором, концентрации которого достигают 18 мг/л. Отношение Cl/F составляет 3,18. Вода источников месторождения Ходжи-Оби-Гарм характеризуется большим содержанием кремнекислоты (85,6 - 147 мг/л), в среднем составляет около 140 мг/л. Содержание углекислоты свободной (CO_2) от 2 до 6 мг/л, а сероводорода (H_2S) − 3,54 мг/л. Расчет форм нахождения основных ионов в растворе показал, что катионы до 99% находятся в ионной форме.

Нами были получены новые данные по микрокомпонентному составу термальных вод месторождения. Среди сидерофильной группы элементов значимые концентрации в водах имеют только железо (68,8-139,6 мкг/л), марганец (1,18-7,04 мкг/л), кобальт (0,013-0,039 мкг/л), никель (0,07-0,44 мкг/л). Среди халькофильных элементов особого внимания заслуживают такие элементы как медь (0,4-2,2 мкг/л), цинк (0,8-2,3 мкг/л), галлий (3,9-7,2 мкг/л), мышьяк (4,6-5,34 мкг/л), селен (0,04-0,199 мкг/л), серебро (0,002-0,068 мкг/л), кадмий (0,029-0,047 мкг/л) и свинец (0,12-5,49 мкг/л).

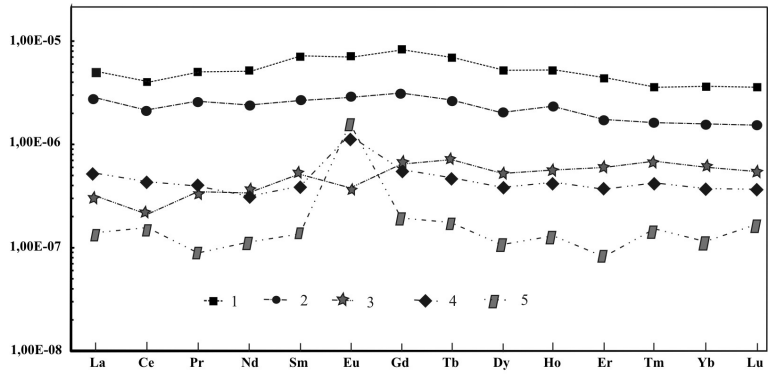


Рис. Нормализованные графики распределения РЗЭ азотных термальных вод некоторых месторождений Евразии. 1 – скв.7, месторождение Ходжи-Оби-Гарм; 2 – скв. 16, месторождение Ходжи-Оби-Гарм; 3 – азотные термы Сихотэ-Алиня [1]; 4 – месторождение Карымшина. Камчатка [2]; 5 – геотермы Верхней Паратунки, Камчатка [2].

Среди литофильных элементов очень высокие концентрации обнаружены для лития (0,9–1,03 мг/л), рубидия (107,3–122,6 мкг/л), стронция (151,7–169,2 мкг/л), цезия (204–231 мкг/л) и аллюминия (0,48–126,5 мкг/л). Концентрации марганца (1,18–7,04 мкг/л), а ванадия, хрома и бария очень низкие и не превышают единичных значений в мкг/л. Содержание бора невелико и составляет 0,31–0,34 мг/л. Соотношение B/Cl составляет всего 0,006, что практически в четыре раза ниже, чем бор-хлорное отношение в морской воде где оно равно $2,4*10^4$, практически на порядок ниже чем в углекислых водах Памира и почти совпадает с показателем B/Cl (0,04-0,007) в термальных источниках областей активного вулканизма. Соотношение Cl/Br равно 257 и очень близко по значению к морским водам (293). Соотношение Li:Rb:Cs составляет 100:12:23 что несколько выше чем в термальных водах Камчатки Li:Rb:Cs=100:9:10.

Известно, что основной контроль содержания РЗЭ в воде осуществляет pH раствора, именно щелочные значения pH приводят к уменьшению количества РЗЭ. Полученные значения РЗЭ в термальных водах месторождения подтверждают это наблюдение: концентрации РЗЭ в целом низкие и не превышают 1 мкг/л. Основная часть РЗЭ представлена легкими РЗЭ, в процентном соотношении они составляют более 80%. Нормализованные спектры распределения РЗЭ представленные на рисунке довольно гладкие, с небольшим подъемом в области средних РЗЭ. Во всех изученных азотных термальных водах присутствует отчетливо выраженная отрицательная цериевая аномалия (Ce/Ce* варьирует от -0,1 до -0,96), которая позволяет предположить окисление церия (+3) до церия (+4) в данном типе вод.

Расчет индексов насыщения минеральных фаз при различных температурах (40-250 °C) показал, что глубинные термальные воды, имеющие температуру 145-193 °C недонасыщены, по отношению к кварцу и его модификациям, а также ко всем карбонатам. Однако, при подъеме вод к поверхности земли происходит их остывание, температура и давление водного флюида падают, и начинают отлагаться вторичные минеральные фазы (кварц и его модификации). Равновесие флюида по отношению к кальциту (или слабое пересыщение) наблюдается только в диапазоне температур 165-230 °C.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что термальные воды Ходжа-Оби-Гарм по своему генезису являются метеорными (атмосферными) водами, а по условиям залегания трещинно-жильными водами, циркулирующими в пределах массивных интрузий и локализованных в пределах зоны альпийской складчатости. Характерной чертой термальных вод месторождения Ходжи-Оби-Гарм является их высокая температура (89,5-93°C) и высокая щелочность 8,98-9,18, исключительно низкая общая минерализация, которая составляет 300-400 мг/л.

Литература

1. Брагин И.В., Челноков Г.А., Чудаев О.В., Харитонова Н.А. Особенности взаимодействия вода-порода при формировании месторождений термальных вод Сихотэ-Алиня. Материалы II Всероссийск. научн. конф. с международным участием “Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами”, Дальнаука Владивосток, 2015. – С. 96 – 100.
2. Чудаев О.В., Челноков Г.А., Брагин И.В., Харитонова Н.А., Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Нуждаев И.А. Геохимические особенности распределения основных и редкоземельны х элементов В Паратунской И Большебанной Гидротермальных Системах Камчатки. Тихоокеанская геология, 35(6), 2016. – С. 102 – 119.

ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РАЙОНА ОЗЕРА ПОЯНХУ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГРУНТОВЫХ ВОД НИТРАТАМИ

В.В. Дребот
Научный руководитель инженер-исследователь ПНИЛ ГГХ НОЦ «Вода»
Е.А. Солдатова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Район исследований находится в северной части провинции Цзянси (юго-восточный Китай), и является частью водосборного бассейна оз. Поянху, самого большого пресного озера Китая. Ресурсы водоёма обеспечивают жизнедеятельность порядка десяти миллионов человек, проживающих в непосредственной близости от озера. Грунтовые воды района исследований используются местным населением как в хозяйственно-бытовых, так и в питьевых целях [4]. Кроме того, район исследований является ключевой национальной производственной базой получения риса, масла, хлопка и рыбы. В связи с широким распространением сельскохозяйственной деятельности в непосредственной близости от оз. Поянху подземные воды неглубокого залегания на этой территории испытывают значительную антропогенную нагрузку. Одним из основных загрязняющих компонентов здесь является нитрат-ион, поступающий в грунтовые воды как в результате сельскохозяйственной деятельности, таки и с бытовыми сточными водами [6].

Нитрат-ион характеризуется повышенной токсичностью для живых организмов и негативно воздействует на состояние здоровья человека. Нитраты способны преобразовываться в нитриты под действием фермента нитратредуктазы, а те, в свою очередь, вступая в реакцию с гемоглобином крови, приводят к окислительным реакциям в организме. В итоге образуется метгемоглобин, неспособный переносить кислород, что приводит к нарушению дыхания клеток. Также нитраты вызывают развитие вредной микрофлоры кишечника, что способствует попаданию токсинов в организм и интоксикации. Кроме того, они могут негативно воздействовать на активность обменных процессов в человеческом организме и угнетать его иммунную систему, понижают его устойчивость к отрицательному воздействию факторов окружающей среды: при избытке нитратов чаще возникают простудные заболевания, а сами болезни протекают длительно [1]. В связи с этим исследование возможного воздействия нитратов, поступающих с питьевой водой, на организм человека является весьма актуальной задачей для территории района оз. Поянху. В настоящей работе осуществлена оценка рисков развития неканцерогенных эффектов при поступлении нитратов в организм человека с питьевой водой.

В работе использованы данные опробований грунтовых вод, проведенных в период с 2011 по 2015 гг. Результаты исследования химического состава показали, что подземные воды района оз. Поянху в основном являются ультрапресными (минерализация менее 200 мг/л) и умеренно пресными (минерализация 200–500 мг/л) [2], и характеризуются средней величиной минерализации 183 мг/л. Значения показателей pH варьируют от 4,5 до 7,7. Среднее значение водородного показателя подземных вод района исследований составляет 6,2. Отличительной особенностью изучаемых подземных вод является значительное содержание соединений азота – нитратов, нитритов и иона аммония. Концентрация нитрат-иона изменятся от 0,1 мг/л до 206 мг/л, при среднем значении 17,9 мг/л. Содержания NH_4^+ варьируют в пределах от 0,05 мг/л до 6,4 мг/л при среднем значении 0,1 мг/л. Концентрации NO_2^- изменяются от 0,01мг/л до 4,29 мг/л при среднем значении 0,02 мг/л [5].

Методика исследований.

В настоящее время процедура оценки риска является главным механизмом моделирования и согласования управленческих решений любого уровня во всех государствах мира, а также международных организациях. Согласно Руководству по оценке риска Р. 2.1.10. – 1920–04 [3], «оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов среды обитания на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции. Экспозиция, в свою очередь, определяет взаимодействие организма с химическим веществом. Полученная стандартизованная во времени и массе тела экспозиция называется «поступление». Расчет поступления предполагает количественное установление экспозиций для каждого химического вещества при определённых путях воздействия».

Средняя суточная доза при пероральном потреблении химических веществ с питьевой водой рассчитывалась по следующей формуле:

$$I = \frac{C \times V \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365},$$

где I – среднесуточная доза поступления химического вещества в течение жизни, мг/(кг × день); C – концентрация вещества в воде, мг/л; V – величина водопотребления, 2 л/сут; ED – продолжительность воздействия, 30 лет; EF – частота воздействия – 350 дней/год; BW – масса тела человека, 70 кг; AT – период усреднения экспозиции – 30 лет; 365 – число дней в году [3].

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчёта коэффициента опасности по формуле:

$$HQ = \frac{I}{RfD},$$

где RfD – референтная (безопасная) доза, которая для нитратов, согласно руководству [3], составляет 1,6 мг/(кг × день)).

Так, согласно руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [3], если рассчитанный коэффициент опасности не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна, и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если же HQ>1, вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению значения этого коэффициента.

Осуществлённые в ходе настоящей работы расчёты показали, что для 19-ти из 131-ой точек опробования значение коэффициента опасности превышает единицу, т.е. существует риск развития неканцерогенных эффектов при поступлении нитратов в организм человека с питьевой водой. Значения полученных индексов опасности изменяются от 0,0017 до 3,53. Максимальный коэффициент опасности зафиксирован в районе водораздела между реками Ганьцзян и Сюшуй, в то время как минимальный относится к району устья р. Ганьцзян.

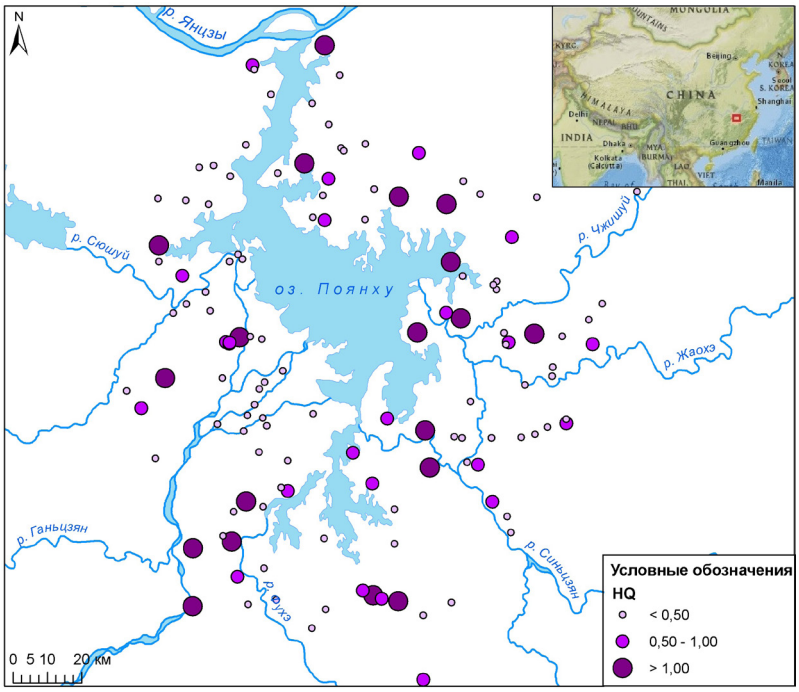


Рис. Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия нитратов, содержащихся в грунтовых водах, по территории района оз. Поянху

Полученные значения коэффициента опасности были проранжированы в зависимости от их величины и вынесены на карту (рис.). Точки опробования, индекс опасности в которых превышает единицу, распространены практически повсеместно в районе оз. Поянху. Однако стоит выделить некоторые области, где существует наибольшая вероятность развития неканцерогенных эффектов у населения в связи с потреблением грунтовой воды, загрязненной нитратами. Среди них – левобережье р. Фухэ, район междуречья рр. Синьцзян и Фухэ и устье р. Синьцзян, т.е. преимущественно территории, примыкающие к южной, широкой, части ложа оз. Поянху. Наиболее благополучными районами в отношении риска развития неканцерогенных эффектов, связанных с потреблением нитратов с питьевой водой, можно назвать устье р. Ганьцзян и территорию, относящуюся к северной оконечности оз. Поянху.

Литература

1. Еделев Д.А., Роева Н.Н., Василиевич Н.В., Шарипова С.Г., Воронич С.С. Нитраты как контаминанты-загрязнители растительного происхождения и их специфические особенности // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 1. – С. 128 – 130.
2. Солдатова Е.А., Ван Г., Шварцев С.Л., Гусева Н.В. Химический состав подземных вод водосборной площади озера Поянху (Китай) // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 389. – С. 235 – 245.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
4. Dong, Yanyan Contingent valuation of Yangtze finless porpoises in Poyang Lake, China : diss. … Doktor der Wirtschaftswissenschaft / Yanyan Dong. – Leipzig, 2010. – 268 p.
5. Shvartsev S.L., Shen Z., Sun Z., Wang G., Soldatova E., Guseva N. Evolution of the chemical composition in the Poyang Lake catchment, China // Environmental Earth Sciences. – 2016. – Vol. 75 : 1239.
6. 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 : Scientific Journal. – 2014. – Vol. 8. – P. 113 –118.

ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОЛЕНЫХ ОЗЕРАХ КУЛУНДИНСКОЙ РАВНИНЫ С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ

[1]В.И. Евграфова, [1,2]М.Н. Колпакова

Научный руководитель профессор С.Л.Шварцев

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

[2]Институт геологии и минералогии им, В,С, Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Изучение особенностей распределения форм миграции химических элементов в природных водах является важным аспектом исследования формирования их состава. Наибольший интерес в этом свете представляют воды соленых озер, содержание элементов в которых, делает их перспективным гидроминеральным источником.

В целях выявления этих закономерностей в качестве объекта были выбраны соленые озера Кулундинской равнины Алтайского края (рис.1). Данная территория характеризуется наличием большого количества бессточных минерализованных озер, что связано с условиями лесостепной и степной ландшафтно-климатической зоны.



Рис. 1. Карта-схема точек опробования.

Данные, используемые в работе, получены в ходе экспедиции 2015г. Определение химического состава вод осуществлялось в ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» ТПУ. Расчеты форм миграции химических элементов выполнялись с использованием программного комплекса Visual MINTEQ 3.1, для температуры 25 °С и давления 0,1 Мпа. В качестве исходной информации использовался основной макро- и микроэлементный состав вод, а также были учтены физико-химические параметры (Eh, pH) и содержания органического вещества.

Исследуемые озера, по величине общей минерализации относятся к соленому и рассольному классу вод, химический состав представлен в таблице 1. Примечательно, что для наиболее минерализованных озер, характерны наименьшие значения pH. Преобладающим анионом в большинстве изученных озер является хлор (содержание меняется от 0,6 до 170 г/л), редко карбонат- и гидрокарбонат-ионы (от 0,07 до 25 г/л), на втором месте сульфат-ион (от 0,1 до 35 г/л). В составе катионов доминирующим является натрий, его концентрации меняются от 1 до 120 г/л. Вторым по значимости (вслед за натрием) выступает магний с концентрациями от 0,07 до 7 г/л, затем – кальций (0,06 – 3 г/л). Содержание калия нередко превышают значения кальция и меняются от 0,02 до 4 г/л.

Таблица 1

Макрокомпонентный состав, pH, Eh и Сорг соленых озер Кулундинской равнины, Алтайского края

Название озера		Танатар-4	Танатар-6	Петухово	Жира	Кулундинское	Малое Яровое	Кучукское	Малиновое
№ п/п / Ед.изм.		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
pH	мг/л	9,3	9,8	9,8	8,8	8,3	7,7	7,6	7,7
Eh		245	228	-200	212	261	238	258	48
CO_3^{2-}		534	15300	17850	29	12	н.о.*	н.о.	н.о.
HCO_3^-		2104	6558	7472	46	1372	537	595	702
SO_4^{2-}		120	2663	1398	8384	23860	9660	41030	34300
Cl^-		590	10570	10300	17990	59320	132760	146130	177120
Ca^{2+}		6	12	5	17	77	166	393	160
Mg^{2+}		31	7	31	1098	3185	7049	7057	5300
Na^+		1335	16044	16560	13371	43175	75549	98307	121121
K^+		22	135	207	48	235	89	456	316
Br		2	40	41	28	138	298	285	222
Mn		0,010	0,001	0,002	0,008	0,007	0,44	0,285	0,118
As		0,02	0,36	0,54	0,01	0,15	0,07	0,11	0,20
B		3	37	103	10	26	18	43	59
Si		4,5	5,4	1,8	1,7	0,6	1,4	1,8	2,6
Fe		0,13	0,35	0,65	0,03	0,13	0,07	0,45	0,08
Al		0,10	0,09	0,05	0,03	0,08	0,07	0,73	0,07
ФК*		25,7	23,8	15,7	8,4	10,9	3,9	19,7	10,6
ГК*		н.о.	2,1	1,1	н.о.	0,7	0,8	н.о.	н.о.
$C_{орг.}$*		50	111	60	34	70	131	134	212
Мин.*	г/л	5	51	54	41	131	226	294	339

Примечание: Мин.* – общая минерализация, ФК и ГК – фульвовая и гуминовая кислоты соответственно, н.о. – не обнаружены.

Необходимость гидрохимической характеристики озер при изучении особенностей распределения форм миграций элементов очевидно является важным вопросом. В связи с этим, принимая во внимание классификацию соленых вод [1], и учитывая ряд критериев, предложенных в работе [2], среди изучаемых нами озер, были выделены два химических типа. К содовым озерам относятся -Танатар-4, Танатар-6 и Петухово, преобладающим анионом в которых выступает карбонат-ион, значения pH>9,0. хлоридные представлены озерами – Жира, Кулундинское, Малое Яровое, Кучукское и Малиновое, pH<9,0 и среди анионов доминируют хлориды. Данные по основным формам миграции элементов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные формы миграции элементов в соленых озерах Кулундинской равнины, Алтайского края (мольные %)

Форма миграции	1*	2	3	4	5	6	7	8
Ca^{+2}	70,1	35,4	35,5	47,9	18,8	10,4	5,6	4,5
$CaCl^{+}$	1,2	7,0	6,9	16,1	34,3	74,8	55,5	64,5
$CaSO_4$	3,1	8,9	4,6	35,5	44,4	13,8	38,1	30,0
$CaHCO_3^{+}$	16,1	43,1	49,2	0,2	2,2	0,9	0,7	0,8
Mg^{+2}	72,5	37,2	38,2	47,0	17,1	7,4	4,5	3,4
$MgCl^{+}$	2,0	11,7	11,7	25,0	49,3	84,2	70,7	77,8
$MgSO_4$	2,5	7,4	3,9	27,6	31,9	7,8	24,3	18,1
$MgHCO_3^{+}$	13,4	36,5	42,7	0,1	1,6	0,5	0,4	0,5
Na^{+}	97,5	85,9	86,1	85,2	68,3	56,0	50,4	47,3
NaCl	0,5	5,3	5,2	9,0	22,5	41,7	41,6	46,8
$NaSO_4^{-}$	0,2	2,0	1,0	5,8	8,9	2,2	7,9	5,8
K+1	98,8	91,5	92,9	83,8	66,8	55,7	49,4	46,6
KCl	0,5	5,7	5,6	8,9	22,0	41,5	40,7	46,0
KSO_4^{-}	0,3	2,7	1,4	7,3	11,2	2,8	9,9	7,4
Br^{-}	100	100	100	100	100	100	100	100
Mn^{+3}	100	100	100	100	100	100	100	100
FA2-**Fe**	100	100	99,9	100	100	100	100	100
FA2-**Al**	99,6	99,8	99,7	99,9	99,9	100	93,8	100
H_4SiO_4	99,8	99,3	99,5	98,4	98,2	99,5	99,0	99,3
H_3BO_3	99,2	98,7	98,6	98,6	97,6	96,5	96,2	95,9
H_3AsO_3	99,2	99,0	99,0	99,0	98,9	99,0	99,0	99,0

Примечание: * - номера проб даны в соответствии с табл.1, FA1-Me, FA2-Me – Органический комплекс элемента с растворенной фульвокислотой. Цифры 1 и 2 относятся к карбонильным и фенольным функциональным группам, соответственно.

Каждому типу озер свойственны особенности в поведении химических элементов, однако, существуют и схожие черты. К примеру, такие элементы как Si, B, As преимущественно мигрируют в форме иона типа $H_kMeO_n^{m-}$; Br и Mn, напротив, только в ионной форме. Для Al и Fe преобладающей формой является комплекс с органическим веществом, рост которого происходит соответственно росту общей минерализации озер.

Что касается основных катионов, то наблюдается следующее – по мере увеличения минерализации, доля ионной формы миграции элемента уменьшается, все чаще образуются комплексы с преобладающим, в данном типе озер, анионом. Так, в содовых озерах растет содержание $CaHCO_3$, в среднем форма миграции комплекса составляет 36% от общей суммы ионов; $MgHCO_3$ – 31%. В то же время Na и K продолжают накопление в растворе и мигрируют преимущественно в ионной форме (более 90%). В условиях повышенной минерализации озер хлоридного типа, доля комплексов с хлор-ионом в большинстве случаев возрастает. Помимо широкого распространения таких соединений как CaCl и MgCl, процентное содержание которых в водах составляет в среднем более 50%, так же наблюдается рост комплексов NaCl и KCl. Содержания таких комплексов в водах увеличивается до 32 %.

Таким образом, на территории Кулундинской равнины Алтайского края развиты озера хлоридного типа, преимущественной формой миграции при этом, являются комплексы, образованные с хлор-ионом.

Литература

1. Валяшко М.Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М.: Изд-во МГУ. 1962. 397 с.
2. Колпакова М.Н., Борзенко С.В., Исупов В.П., Шацкая С.С., Шварцев С.Л. Гидрохимия и геохимическая типизация соленых озер степной части Алтайского края // Вода: химия и экология. 2015. № 1. С. 11-16.

РОДНИКИ ДОЛИНЫ РЕКИ САДОВОЙ ООПТ «СИБИРСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД» (Г.ТОМСК)

А.В. Еремина

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Накануне года экологии России удалось частично восстановить в пределах особо охраняемой природной территории Сибирского ботанического сада (далее ООПТ «СибБС») НИ ТГУ исторически важный ландшафтный элемент – водную артерию р. Садовая с 2 озерками (Рисунок).



Рис. Садовая ландшафтно-родниковая зона (ООПТ СибБС НИ ТГУ)

Архивных данных по характеристике гидрогеохимических и гидродинамических условий р. Садовая пока не удалось обнаружить.

В основу работы положен фактический материал, предоставленный доцентом кафедры ГИГЭ А.Д. Назаровым, который провел основные полевые работы и предварительное благоустройство Садовой ландшафтно-родниковой зоны. Анализы ионно-солевого состава родниковых вод были выполнены в лицензированной гидрогеохимической научно-исследовательской лаборатории НОЦ «Вода» ИПР НИ ТПУ в 2016 году.

Со слов Александра Дмитриевича, в 1960-е годы вдоль границы «СибБС» и НПО «Вирион» среди кустарников и высоких трав журчала небольшая речушка с 3 притоками и 2 озёрами. В нижнем озере водились мелкие рыбки [1].

В 2015 году речная долина напоминала непроходимую, заболоченную, заросшую, заваленную травой, ветками, брёвнами, илом и бытовым мусором городскую свалку.

Перед проведением гидрогеологических исследований на участке 30х 120 м пришлось убрать более 30 водопроводных труб длиной 1- 5 м, эмалированную ванну, плиту с электромотором, десятки кирпичных и бетонных блоков размерами 50-60 см, вёдра и посуду, сапоги, костюмы, рубашки и другую одежду, матрасы, подушки и простыни, более 500 брёвен (длиной 2-5 м и в диаметре 5-25 см), 350 чурок (высотой до 50 см и в диаметре до 60 см), очень много веток, травы и особенно ила. Эстетическая утилизация такого разнообразного мусора была проведена в виде 3 поперечных бревенчато-земляных валов (в центре вала поставлены брёвна, укреплённые с обеих сторон засыпанными илом чурками). Ил и ветки использовались также для планировки местности и дорожек. Очистка русел производилась только граблями. В целях безопасности глубина выемок не превышала 60 см, а толщина слоя воды в них колебалась в пределах 20-40 см (в зависимости от осадков). Через русла были переброшены 4 мостика и 4 земляные (пешеходные) перемычки. В общей сложности образовалось 4 водных зоны и 10 небольших прудов. Ввиду подпора водного потока дебиты родников и расходы речек определить не удалось. Но общий расход реки не превышает 0,4-0,5 л/сек.

В верхней (устьевой) зоне на фоне полукруглого суффозионного цирка выявлено 3 узловых выхода подземных вод, оформленных в виде прудовых каптажей разной конфигурации. Глубина прудов составляет 60-90 см. Судя по заметным (до 40 см) летним колебаниям уровней воды, просматривается грунтовое питание водоносного горизонта. Бурение мелких (до 3 м) скважин выявило площадное (предположительно, по всей ложбине стока и

даже под зданием «Вириона») развитие супесчано-глинистого водоносного горизонта плывунного типа. Толщина слоя более 3 м. Самый верхний пруд **«GIGE»** треугольной формы с размерами 2,5х2,5х0,8 м характеризуется наибольшими колебаниями уровней воды (до 60 см) и одним заметным выходом родника. **«Сергеев»** пруд округлой формы (диаметром до 3 м) расположен чуть ниже пруда «GIGE», имеет с ним гидравлическую связь, 2 заметных родниковых выхода, глубину 60 см, слой воды 20-50 см и посередине кустарниковый островок (диаметром 1,2 м). Трапецеидальный пруд **«NAD»** размерами 5х3х0,85 м расположен севернее «Сергеева» пруда и характеризуется 3 заметными выходами родников и резкими колебаниями уровней воды (особенно после дождей). Последнее вызвано разгрузкой в него ливневых вод. Несколько лет на стыке оград «СибБС» и «Вирион» из кожуха теплотрассы круглогодично вытекал техногенный родник **«Ливнёвка»** с заметным (около 0,3 л/сек) дебитом. Для эстетического сброса воды был проложен водопадный каскад из 5 лотков (12,5 м). 17 июня 2016 года (во время ремонта теплотрассы) родник исчез и стал проявляться лишь во время дождей.

Второй водный блок (30х30 м) включает в себя 3 водных русла (от устьевых родников). Северный **«Ксенин»** пруд размерами 25х0,8х0,6 м гидравлически связан с прудом «NAD», хотя и со стороны «Вириона» слабо просматривается его боковое питание. Толщина слоя воды в русле составляет 20-40 см. Средний **«Татьянин»** пруд размерами 25х1х0,6 м гидравлически связан с «Сергеевым» прудом. Толщина слоя воды в нём изменяется летом в пределах 10-40 см.

Треть водораздельного участка между прудами «Ксенин» и «Татьянин» покрыта слоем воды до 5-7 см.

Южный **«Менделеевский»** пруд размерами 25х(1,1-1,8 м)х0.6 м гидравлически связан с «Сергеевым» прудом и имеет 2 ярко выраженных родниковых выхода. Динамику руслового потока определяет родник «Менделеевский» с дебитом около 0,4 л/сек. Благодаря ему толщина слоя воды в пруду летом сохраняется в пределах 30-40 см. Родник **«Морякинский»**, выходящий из-под тополя, имеет дебит около 0,1 л/сек.

Третий водный блок включает в себя озеро-пруд **«СибБС»** размерами сторон 25х20х15х7х10х13 м (2 прямоугольника), куда разгружаются ручьи из 2 блока. Толщина слоя воды в пруду составляет 10-50 см (не до конца углублён). Летние колебания уровня воды очень заметны (вплоть до осушения некоторых блоков дна).

Четвёртый водный блок включает в себя 2 вытекающих из озера русловых потока и 1 родник. Северный **«Зинин»** пруд размерами 13х(1,1-0,5)х0,7 м имеет форму бутыли и слой воды 30-40 см. Прибрежная закустаренная часть сильно заболочена. Южный **«Физин»** извилистый закустаренный русло-пруд размерами 25х(0,5-0,9)х(0,05-0,25) м, летом в межень сильно осушается (до 20 см по ширине). С юга в данный пруд Г-образно разгружается родник **«Витте»** размерами 19х0,25х0,07 м дебитом около 0,1 л/сек.

Остальная часть водной артерии пока не изучена и не преобразована. Водные потоки сливаются в одно русло и впадают в нижнее заросшее озеро. Вода теряется в русловых наносах. Замерить расход невозможно.

Фактически уровень воды в прудах (руслах) отражает уровень воды в водоносном горизонте. Русловой поток упирается в искусственную дамбу и через водоносный слой разгружается на пограничных склонах в виде многочисленных линейных и точечных родников вблизи Университетского озера. Следует отметить, что фактически на всём протяжении русла реки с южного и северного склонов слабо прослеживаются выходы подземных вод вплоть до появления временных потоков после обильных дождей. На разгрузку подземных вод указывают также и заметные отличия значений минерализации вод, особенно в период дождей. Так во время одного дождя минерализация воды в верхних зонах опустилась до 0,64-0,72 г/л, а в нижнем озере, куда стекала вся вода, значение минерализации сохранялось около 1 г/л.

По усреднённому химическому составу вода по минерализации относится к типу пресной, по pH к слабо щелочной. По составу вода является гидрокарбонатно-кальциевой (таблица).

Таблица

Усредненный ионно- солевой состав вод родников

Показатели	pH	Минера-лизация	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
Ед. изм.	ед.	мг/л							
Содержание	7,4	750	409	51	39	16	122	18	36

Формула Курлова имеет следующий вид:

$$M\ 750\quad \frac{HCO_3^-\ 73{,}4\ \ Cl^-\ 12\ \ SO_4^{2-}\ 10{,}7\ \ NO3\ 2{,}8}{Ca^{2+}\ 66{,}5\ Na^+\ 17{,}1\ Mg^{2+}\ 16{,}4}\quad pH=7{,}4$$

Таким образом, появилась возможность восстановления важнейшего созерцательного ландшафтного элемента ООПТ «СибБС» - озёрно-прудовой и родниковой водной артерии. Некоторые осложнения вызывает быстрая водорослевая эвтрофикация водоёмов и опасность оплывания берегов при чрезмерном углублении русел рек.

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].

ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ АЛМАТЫ

Ерлан Амир

Научный руководитель преподаватель А.Н. Сарсенбаева
РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов Республики Казахстан», г. Алматы, Казахстан

Термоминеральная вода – (франц. Thermal-теплый), подземные воды земной коры с температурой от 20^0 С и выше. Глубина залегания изотермы 20^0С в земной коре от 1500-2000м. Термальные воды выходят на поверхность в виде многочисленных горячих источников. [1]. Горячие источники - термальные источники - это подземная вода, которая выходит из под земли и имеет температуру выше среднегодовой температуры в данной местности. Все минеральные источники делятся на тёплые - температура воды у которых 20-37 градусов, горячие 37-50 градусов и гипотермальные очень горячие с температурой от 50 градусов и выше. [2]. Говоря об использовании источников, нужно иметь в виду, что эти воды применимы не только в бальнеологических целях, но и для теплофикации. То, что минеральные воды часто имеют высокую температуру, довольно широко распространенное явление. Это объясняется тем, что процессы формирования химического состава подземных вод подчас не отделимы от процессов увеличения температуры.

Произведено обобщение, анализ имеющихся материалов по термальным водам Казахстана, выделены перспективные районы. Одним из них является Алматинский артезианский бассейн.

Геотермальные воды Алматинского артезианского бассейна считаются наиболее изученными, и они признаны минеральными и используются для бальнеологических целей. На их базе построены и функционируют различные санатории и дома отдыха. Здесь ранее проведенными геологоразведочными работами были оценены эксплуатационные запасы термоминеральных вод по 7 участкам: «Коктем», «Алатау», «Казахстан (МВД)» и т.д. По химическому составу эти геотермальные воды характеризуются как слабоминерализованные и минерализованные. Минерализация геотермальных вод Алматинского артезианского бассейна изменяется от 0,8 г/дм3 до 14,2 г/дм3, а химический состав от хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого до хлоридного натриево-кальциевого. В воде установлены, мг/дм3: фтор – 4,07; йод –6,79; бром – 13,19; бор – 50. В Алматинском артезианском бассейне обследованию подверглись всего 10 скважин - №№ 8/85, 23/89, 8т, 2/83, 3т, 1/78, 5т. 2/80, 3/82, 17/87, расположенных в пределах города Алматы и в его окрестностях. [4].

Подземные воды в Алматинском артезианском бассейне приурочены к отложениям четвертичным, неогеновым, палеогеновым и меловым. Их состав, величина минерализации и температура в пласте зависти от условий залегания.

Использованием подземных вод и дальнейшими перспективами, являются области применения геотермальных вод, основные направления и сферы использования геотермальных ресурсов: теплоснабжение, горячее водоснабжение; теплоснабжение животноводческого комплекса; обработка шерсти и кожевенного сырья; производство ланолина; производство комбикормов; производство мясомолочной продукции; завод по производству патоки, крахмала и глюкозы из кукурузы; тепличный комплекс по выращиванию цветочной продукции; переработка плодово-ягодной и овощной продукции; рыборазведение; поля орошения; производство упаковочных материалов; получение электроэнергии из геотермальных месторождений; создание лечебно-оздоровительных комплексов в бальнеологических целях; развитие туризма; розлив лечебно-столовой минеральной воды. [3].

Вода обогащенная полезными микроэлементами и минеральными солями помогает в лечении и профилактике многих болезней внутренних органов, суставов, опорно-двигательной системы, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, укрепляет иммунитет, ускоряет обмен веществ, стимулирует выработку эластина и коллагена, улучшает структуру кожи и помогает сохранить её молодость. Посещение термальных источников в разное время года создает разный эффект на здоровье и ощущение в целом. [1].

Лечебно-оздоровительный комплекс «**АЛАТАУ**» это многопрофильный санаторий, расположенный в предгорьях Тянь-Шаня близ города Алматы у целебного минерального источника на высоте 800 метров над уровнем моря.

Минеральная вода, используемая в лечебно-оздоровительном комплексе «Алатау», добывается из собственных скважин, расположенных на собственной территории комплекса. Она относится к хлоридным натриево-кальциевым водам со средней минерализацией. Минеральная вода используется в виде общих и местных ванн, ингаляций, микроклизм, орошений, тюбажей и питьевого лечения. Применяется при лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта, периферической нервной системы, гинекологических, урологических и кожных заболеваний. Минеральная вода, воздействуя на механизмы регуляции гастродуоденальной системы, а также желчеобразования и желчевыведения нормализует секрецию и моторно-эвакуаторные функции пищеварительного тракта, снижает агрессивность желудочного сока, усиливает репаративные процессы, нормализует функции печени и поджелудочной железы. Минеральные ванны (в т.ч. кислородные, углекислые, йодобромные, жемчужные) являются своеобразным раздражителем, действующим на рецепторы кожи температурным, гидростатитическим и химическим факторами, вызывая в организме сложные приспособительные реакции образования биологически активных веществ, за счет чего повышаются физиологические возможности организма, восстанавливаются нарушенные функции, ослабляются патологические процессы, улучшается общее самочувствие. Продолжительность процедуры 10-15 минут, температура 36-37 градусов по Цельсию (рис.1).. [5].

Санаторий **КОКТЕМ** имеет свой источник минеральной воды, выведенный в 1990 году на его территории из глубинных водоносных слоев (2350 метров). Минеральная вода по составу является азотной слабоминерализированной щелочной гипертермии (42-44 гр.) стабильного хлоридно-сульфатно-натриевого состава, обогащенной кремниевой кислотой и фтором. Благодаря сложности состава и щелочной «мягкости», вода уникальная, оказывает многогранное и эффективное действие на организм при лечебном питье, орошении желудочно-кишечного тракта и наружном бальнеолечении.

Ион натрия в сочетании с сульфатами и хлором оказывает желчегонное и послабляющее действие, улучшает процессы уродинамики в организме, способствует выведению песка, мелких камней и предотвращает их появление, активизирует работу желез внутренней секреции. Кроме того, сульфат-ионы выводят из организма радионуклиды, шлаки и улучшают функции печени, что особенно ценно при лечении дегенеративных и дистрофических изменений в печени при профессиональных отравлениях.

Кремниевая кислота является активным бальнеофактором, оказывающим антитоксическое, седативное, противовоспалительное и болеутоляющее действие, что обуславливает эффективное лечение целого ряда заболеваний, в том числе кардиологических и кожных заболеваний, органов пищеварения и травматических повреждений согласно перечню показаний к бальнеолечению на курортах с азотными, кремнистыми, термоминеральными водами.

Наличие фтора положительно влияет на нормальный рост и пигментацию зубов (заболевания десен, зубов и другие).

Органические вещества смешанного битуминозногумусового типа, содержащиеся в минеральной воде в оптимальных для питья количествах, определяя биостимулирующие и бактерицидные свойства воды, значительно увеличивают ее лечебную значимость.

Щелочные воды положительно действуют на желчеотделение, при диабете, восстанавливая пониженную резервную щелочность крови.

Важным моментом является термальность воды (42-44°С). Температурный фактор оказывает существенное влияние на терморегуляционные процессы различных органов и систем (сердечно-сосудистая, нервная и др.) (рис.2).

Лечебные ванны, души, плавание в бассейне и орошения из такой минеральной воды оказывают противовоспалительное и успокаивающее действие, вызывая положительные изменения состояния гемодинамики, обмена веществ, эндокринной системы, мышечного тонуса, улучшая клинические и биохимические показатели крови. [6].



Рис. 1 – Минеральный бассейн санатория Алатау



Рис. 2 – Минеральный бассейн санатория Коктем

Исходя изданных, можно сказать, что термоминеральные подземные воды имеют большое значение в промышленности. На базе термальных вод можно организовать горячее водоснабжение, сеть бальнеолечебниц, построить бани, прачечные, плавательные бассейны, теплично-парниковые хозяйства и др.

Например, минеральная вода, используемая в санаториях, добывается из собственных скважин, расположенных на собственной территории комплекса. Она относится к хлоридным натриево-кальциевым водам со средней минерализацией.

Исходя из данных, можно сказать, что термоминеральные подземные воды имеют большое значение в промышленности.

Литература

1. Ахмедсафин У.М., Шлыгин В.Ф. и др. Илийский артезианский бассейн. Изд. «Наука» КазССР, 1980г.
2. Подземные термальные воды Казахстана / Мухамеджанов С.М., Сыдыков Ж.С., Бондаренко Н.М., Канн М.С., Айтуаров Т.Т., и др. Алма-Ата, 1990. – 90 с.
3. Евтушенко Н.Р., Сазонов В.И. – Отчет о предварительной разведке минеральных вод с целью выяснения перспектив получения и использования их для санатория матери и ребенка «Коктем» в районе г. Алма-Аты. Кок-Мойнок, 1985.
4. http://geology.gov.kz/ru/presstsentr/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstana/podzemnye-vody/item
5. alatau-spa.kz
6. www.sanatoriy-koktem.kz

АНОМАЛИИ БОРА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ В РАЙОНЕ Г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

М. С. Зарипов

Научный руководитель профессор Р. Х. Сунгатуллин;
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Город Набережные Челны — второй по численности в Республике Татарстан (более 500 тыс. жителей), расположен на левом берегу Нижнекамского водохранилища. В настоящее время водоснабжение Набережных Челнов практически полностью (более 99 %) осуществляется за счет поверхностных источников из водохранилища. Подземные воды отбираются только ведомственными водозаборами. В условиях интенсивного антропогенного воздействия, оказываемого на бассейн р. Кама и Нижнекамское водохранилище со стороны промышленно-урбанизированной инфраструктуры города (КАМАЗ, сброс промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, транспортные перевозки, плоскостной смыв и др.), экологическое состояние поверхностных вод ухудшается. Поэтому обеспечение города Набережные Челны качественной питьевой водой из подземных источников — одна из наиболее актуальных геологических и социальных задач. По результатам гидрогеологических работ (Поляков и др., 2004, Марущин и др. 2009) определена перспективность выявления питьевых подземных вод на участке Прибрежный, который расположен к востоку от г. Набережные Челны (рис. 1). Качество воды в скважинах здесь соответствует питьевым стандартам [3], за исключением высоких содержаний бора, предельно допустимая концентрация (ПДК) которого в питьевых водах не должна превышать 0,5 мг/л.

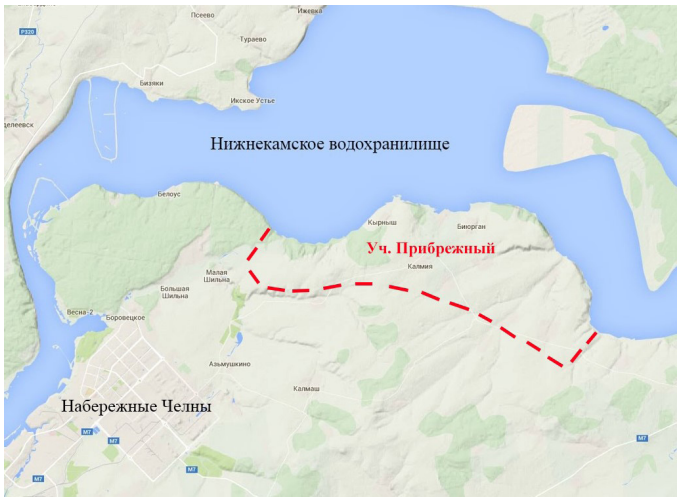


Рис. 1. Границы участка Прибрежный

Бор является показателем качества питьевых вод по санитарно-токсикологическому признаку вредности. Отрицательное санитарно-токсикологическое воздействие повышенных концентраций бора при поступлении в организм человека с питьевой водой вызвано его раздражающим влиянием на желудочно-кишечный тракт, расстройствами репродуктивной функции, нарушениями углеводного обмена [2].

Ранее [5] на левобережье Нижнекамского водохранилища выделена зона распространения борных вод, приуроченная к нижнеказанскому и шешминскому водоносным комплексам (табл.). Пермский разрез анализируемой территории представлен переслаиванием глин, проницаемых песчаников и известняков, которые не выдержаны по простиранию. Средние содержания бора в осадочных породах пермской формации на прилегающей Нижнекамской площади составляют (г/т): песчаники – 41, карбонаты – 15, глины – 83 [4]. Глины, алевролиты и мергели составляют более 60 % мощности разреза наиболее водообильного нижнеказанского комплекса. С учетом высоких содержаний бора в глинистых породах, можно предположить, что стратиграфический и литологический факторы отвечают за повышенные концентрации бора в подземных водах.

Статистическая обработка результатов гидрохимических анализов выявила, что увеличение содержаний бора зависит от степени минерализации вод, концентраций сульфатов, натрия, калия и кальция. Довольно устойчивые корреляционные связи также прослеживаются между бором и общей жесткостью, Mg, Li, H_2S и F. Отсутствует связь бора с Cl. Из этого следует, что бор не имеет глубинного происхождения, т. к. не связан с хлоридными водами глубокозалегающих горизонтов. Поэтому повышенные концентрации бора отвечают, по-видимому, условиям формирования водовмещающих пород.

Таблица

Содержания основных химических компонентов в подземных водах участка Прибрежный, мг/л

Индекс возраста	Минера-лизация	Ca	Mg	Na+K	Fe	Cl	SO_4	HCO_3	B
Q	578,23	96,19	26,75	96,37	0,52	7,18	35,88	622,2	0,09
P_2kz_1	712,63	72,14	38,91	125,12	0,19	43,06	254,31	341,6	**1,52**
P_2kz_1	762,31	84,17	41,34	127,19	0,10	39,15	275,71	275,7	**1,79**
$P_1šš$	2019,01	220,59	68,61	289,11	1,01	63,29	1190,1	170,8	**3,73**
$P_1šš$	1095,29	132,26	48,64	165,83	0,15	37,19	541,53	329,4	**2,75**

Примечание: жирным шрифтом выделены превышения бора относительно ПДК [3].

Авторами проведены химический и изотопный анализы проб воды, отобранных на участке Прибрежный в 2016 г. Подземные воды данной территории относятся к гидрокарбонатным и сульфатно-гидрокарбонатным, кальциево-натриевым и кальциево-магниевым с минерализацией 232-537 мг/л. Значения изотопов $\delta^{18}O$ и $\delta^{2}H$ в подземных водах расположены рядом с глобальной линией метеорных вод (ГЛМВ), что свидетельствует об их метеорном генезисе (рис. 2).

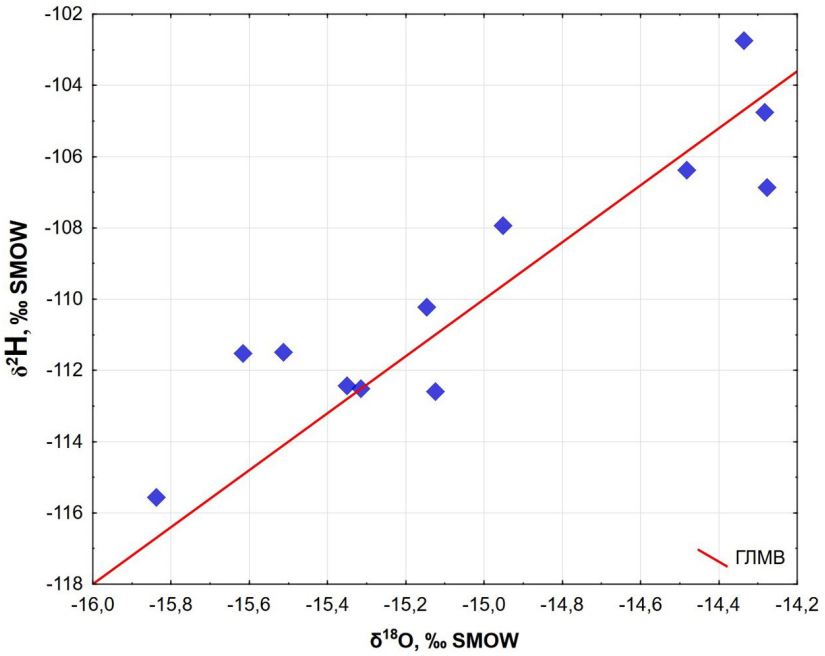


Рис. 2. Соотношение стабильных изотопов в изучаемых подземных водах

В настоящее время отдельные недропользователи проводят специальную водоподготовку. Например, ПАО «КАМАЗ» использует баромембранную технологию очистки подземных вод от бора при розливе бутилированной воды «Совушка». Мембранными методами, одновременно с ионами солей, задерживается до 40% бора. Учитывая ПДК бора в питьевой воде, содержание данного элемента в исходной воде не должно превышать 0,7 мг/л, что в 4,7 раза ниже среднего содержания бора в подземных водах анализируемой площади.

Применение для очистки подземных вод комплексообразующих ионитов с высокой избирательной способностью к боркислородным соединениям в настоящее время является наиболее приемлемым. Данный способ очистки воды от анионов солей бора основан на ионном обмене с применением высокоселективных смол. Ряд активности борселективной смолы следующий: $Cl < SO_4 < HCO_3 < B(OH)_4$ [1]. Отсюда следует, что в первую очередь на смоле будут осаждаться анионы солей бора. При этом химический состав воды по главным компонентам практически не изменяется, что позволит использовать всю подаваемую воду в питьевых целях.

Концентрация бора в подземных водах зависит от многих факторов, учет которых в настоящее время представляется сложной проблемой. На текущем этапе работы авторы склоняются к литолого-фациальной причине возникновения аномалий бора на левобережье Нижнекамского водохранилища.

Литература

1. Алексеев Л. С. Ивлева Г. А., Аль-Амри З. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора // Вестник МГСУ. – М., 2011. - №8. – С. 312-315.
2. Закутин В. П., Вавичкин А. Ю., Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. - № 1. – С. 30-39.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001. - 62 с.
4. Сунгатуллин Р. Х. Комплексный анализ геологической среды (на примере Нижнекамской площади). - Казань: Мастер-Лайн, 2001. – 140 с.
5. Сунгатуллин Р. Х. Минеральные питьевые воды Республики Татарстан // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. - 2010. - Т. 152, кн. 3. - С. 223-237.

ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АЗОТНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ

Е.В. Зиппа

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Выявление форм миграции химических элементов в подземных водах позволяет правильно интерпретировать и прогнозировать процессы их миграции и распределения с течением времени взаимодействия воды с горными породами. Разные соединения одного и того же химического элемента имеют различные термодинамические и физико-химические параметры и характеристики, например, свободные энергии Гиббса. Установление миграционных форм химических элементов позволяет правильно оценить степень насыщенности подземных вод по отношению к минералам водовмещающих пород [3].

Основной целью настоящей работы является расчет форм миграций химических элементов. В основу исследования положены результаты химического анализа азотных термальных вод провинции Цзянси, родники которых были опробованы при непосредственном участии автора статьи в 2015 г. Общий химический и микрокомпонентный анализ проделаны в аккредитованной лаборатории НОЦ «Вода» (НИ ТПУ). Результаты химического анализа показали, что азотные термальные воды провинции Цзянси являются слабоминерализованными (324-421 мг/л), при этом кислотно-щелочные свойства всегда слабо щелочные или щелочные (pH 8,50-9,25). По химическому составу термы относятся, преимущественно, к гидрокарбонатному натриевому типу, иногда к HCO_3-SO_4-Na типу. Для них характерны повышенные концентрации Na^+, HCO_3^-, Si и F^-, на фоне низких концентраций Ca^{2+}, K^+ и Mg^{2+} [2, 4]. В предыдущих работах [2, 4] химический состав азотных терм провинции Цзянси описан более подробно.

Основные формы миграции элементов зависят не только от свойств самого элемента (катионы, элементы-гидролизаты или анионы), но и от внешних факторов миграции, например, pH среды [3]. В этой связи, для расчета форм миграции выбраны точки, характеризующиеся минимальным, максимальным и приближенным к среднему значениями pH. Химический состав азотных термальных вод выделенных родников представлен в табл.1.

Таблица 1

Данные по составу азотных термальных вод провинции Цзянси, использованные в расчетах

№	T	pH	Мин.	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	SiO_2	F^-	Mn	Fe	Al	Li	Be	B	Ni
	°C		мг/л											мкг/л						
1	83	8,50	375	18,3	94	44	3,9	59	6,4	0,14	4,49	134	10,3	6, 7	9,6	32,0	240,4	0,78	70	0,10
2	38	8,70	324	12,2	127	17	6,2	72	3,8	0,02	1,98	68	15,6	1,5	43,5	17,0	240,9	0,32	55	0,06
3	41	9,25	356	30,5	67	56	6,0	66	2,4	0,03	3,06	110	14,6	0,4	7,1	10,2	210,6	0,24	128	0,01
№	Cu	Zn	Ga	Br	La	Rb	Sr	Zr	Nb	Mo	Cd	Cs	Ba	Se	Ce	W	Tl	Pb	Th	U
	мкг/л																			
1	0,09	1,8	2,7	4,7	0,02	30,4	66,9	0,03	0,02	19,4	0,12	34,8	4,71	0,05	0,06	29,9	0,13	0,05	0,02	0,158
2	0,32	1,0	1,6	5,5	0,04	14,7	132,7	0,03	0,02	33,9	46,5	26,6	5,37	1,09	0,09	95,6	0,02	0,07	0,03	0,004
3	0,04	0,2	6,0	6,3	0,01	30,9	24,2	0,03	0,02	23,7	0,02	27,0	2,52	0,28	0,01	47,0	0,03	0,03	0,01	0,096

Расчет концентраций различных форм миграции элементов в азотных термальных водах провинции Цзянси производился автором с применением программного комплекса HydroGeo [1]. Результаты расчета форм миграции основных макро- и микрокомпонентов без учета элемент-органических форм представлены в табл. 2.

Как известно [3], химические элементы в подземных водах находятся в виде взвесей, коллоидов и в истинно растворенном состоянии. Растворенное состояние химических элементов в водах чрезвычайно разнообразно. Среди истинно растворенных форм элементов различают нейтральные молекулы, простые и комплексные ионы.

Результаты расчетов показали, что макрокомпоненты мигрируют, преимущественно, в ионной форме Na^+, Mg^{2+} ,Ca^{2+}, K^+, Cl^-, $(SO_4)^{2-}$, $(HCO_3)^-$, $(CO_3)^{2-}$, как правило, их доля составляет более 95 %, за редким исключением, более 75 %. Кроме того, отмечена миграция кальция в форме комплексного соединения, а именно $CaCO_3$ (10-22 %). Наряду с макрокомпонентами, азотные термы содержат высокие концентрации кремния, который, в свою очередь, мигрирует в форме SiO_2 (25-53%) и H_4SiO_4 (27-51 %).

Среди микрокомпонентов в ионной форме мигрируют Li^+, Mn^{2+}, Br, Rb^+, Sr^{2+}, Ba^+ и Cs^+, доля которых составляет более 85 %. Большая часть микрокомпонентов мигрирует в виде комплексных соединений. Так, с участием гидрокомплексов мигрируют Be, B, Ni, Zn, Tl, Pb, и Th, в оксидной форме мигрируют Ga, Br, Se, Nb, Mo, W, Cd, U.

Обращают на себя внимание элементы, фигурирующие в растворе в разных формах. К числу таких элементов относится Fe (II), которое мигрирует в форме карбонатного комплекса $FeCO_3$ (47-54 %) и гидрокомплекса $FeOH^+$ (16-37 %). Алюминий в растворе находится в равной степени в форме $(AlO(OH)_2)^-$ и $(AlO_2)^-$, доля которых

соответственно составляет 38-42 % и 34-56%, в меньшей степени в форме $Al(OH)_6SiO^-$ (22-25%). Одновалентная медь присутствует в растворе, преимущественно, в форме гидрокомплекса $(Cu(OH)_2)^-$несколько меньше в карбонатной форме $CuCO_3$ (56-87 %).

Среди микроэлементов явно выделяется Zr, который отмечен тремя формами миграции, доля которых явно коррелирует с величиной pH. Если при минимальном, для рассматриваемы азотных терм, pH цирконий мигрирует в основном в форме $(HZrO_3)^-$ (77 %), в меньшей степени $(Zr(OH)_5)^-$ (23 %), то по мере роста pH форма миграции резко меняется на фторидную ZrF_4, доля которой составляет около 100 %.

Таким образом, расчеты форм миграции химических элементов показал, что в азотных термальных водах провинции Цзянси основные химические элементы солевого состава мигрируют преимущественно в ионной форме, реже в форме комплексных соединений. Микроэлементы, в свою очередь, в основном мигрируют в виде комплексных соединений, среди которых ведущими являются гидрокомплексы и оксиды, в меньшей степени в ионной форме.

Таблица 2

Формы миграции химических элементов в азотных термальных водах провинции Цзянси

Хим. элемент	Точка	1	2	3	Хим. элемент	Точка	1	2	3
	Форма миграции	Мольные % от суммы 1 иона				Форма миграции	Мольные % от суммы 1 иона		
Na	Na^+	98,69	99,10	97,82		$ZnOH^+$	73,27	54,74	43,08
Mg	Mg^{2+}	82,18	89,98	77,69	**Zn**	$Zn(OH)_2$	12,07	11,14	32,23
	$(MgHCO_3)^+$	1,44	1,66	0,90		$ZnCO_3$	4,47	29,94	12,65
	$MgCO_3$	4,71	4,47	9,13	**Ga**	$(GaO_2)^-$	100,00	100,00	100,00
Ca	Ca^{2+}	77,97	85,97	72,64	**Br**	BrO^-	74,83	66,26	88,25
	$CaCO_3$	16,77	10,72	22,01		Br^-	99,98	99,98	99,98
K	K^+	99,68	99,76	99,53		HSe^-	100,00	100,00	100,00
Cl	Cl^-	99,94	99,95	99,94	**Se**	$(SeO_4)^{2-}$	100,00	100,00	100,00
SO_4	$(SO_4)^{2-}$	97,99	98,58	98,81		$(SeO_3)^{2-}$	96,21	97,22	99,23
HCO_3	$(HCO_3)^-$	92,83	94,89	85,79	**Rb**	Rb^+	99,53	98,69	97,47
CO_3	$(CO_3)^{2-}$	4,12	3,54	12,17	**Sr**	Sr^{2+}	85,26	92,29	89,79
F	F^-	99,88	99,93	99,94		$(HZrO_3)^-$	77,04	0,04	0,04
Si	SiO_2	53,24	34,35	25,45	**Zr**	$(Zr(OH)_5)^-$	22,81	0,04	0,03
	H_4SiO_4	27,60	51,15	35,70		ZrF_4	0,00	99,92	99,93
	$(HSiO_3)^-$	9,08	6,31	17,57	**Nb**	$(NbO_3)^-$	97,03	97,86	99,40
	$(H_3SiO_4)^-$	8,98	6,09	17,25	**Mo**	$(MoO_4)^{2-}$;	99,99	100,00	100,00
Mn	Mn^{2+}	62,96	93,30	76,00		$Cd(OH)_2$	27,43	3,80	18,11
	$MnOH^+$	35,84	6,65	23,29	**Cd**	$CdCO_3$	59,36	76,97	52,67
Fe	Fe^{2+}	14,41	34,57	15,55		$(Cd(CO_3)_2)^{2-}$	10,43	17,48	28,47
	$FeCO_3$	47,48	48,15	53,85	**Ba**	Ba^{2+}	94,33	94,25	90,50
	$FeOH^+$	37,01	15,78	29,66	**Cs**	Cs^+	99,98	99,51	99,26
Al	$(AlO(OH)_2)^-$	42,32	37,92	39,80		CeO^+	16,94	8,88	29,11
	$(AlO_2)^-$	56,01	34,25	36,16	**Ce**	CeO_2H	82,34	2,73	41,46
Li	Li_2CO_3	76,25	94,31	95,53		$(CeCO_3)^+$	0,17	84,61	28,36
	Li^+	99,58	98,99	98,85	**La**	LaO_2H	78,15	0,12	5,03
Be	$(Be(OH)_3)^-$	100,00	100,00	100,00		$(LaCO_3)^+$	2,81	95,72	88,19
B	$(H_2BO_3)^-$	6,80	2,42	4,31	**W**	$(WO_4)^{2-}$	100,00	100,00	100,00
	$(B(OH)_4)^-$	26,47	21,64	35,81	**Tl**	TlOH	100,00	100,00	100,00
Ni	Ni(OH)2	31,17	4,51	25,14		PbO	72,96	3,71	17,00
	$NiCO_3$	67,46	91,49	73,11	**Pb**	$PbOH^+$	19,21	73,75	66,29
Cu	Cu^+	9,60	22,87	1,92		$PbCO_3$	3,55	20,75	11,40
	$(Cu(OH)_2)^-$	90,39	77,03	98,07	**Th**	$(ThCO_3(OH)_3)^-$	94,57	99,05	98,29
	$CuCO_3$	56,00	87,40	67,00	**U**	UO_2	99,76	99,89	99,65

Литература

1. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для реше-ния гидрогеологических задач // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – № 6. – С. 348–356.
2. Зиппа Е.В. Химический состав термальных вод провинции Цзянси // Труды XX Международный научный симпозиум имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» 4-8 апреля 2016 г. – Томск, 2016.– С.2.
3. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
4. Sun Z., Shvartsev S.L., Borzenko S.V., Gao B., Tokarenko O., Zippa E.V. Thermal water of Jiangxi Province (China): geochemistry, equilibrium, formation, genesis. // App. Geochemistry, 2016

К ВОПРОСУ ОБЪЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БОЛОТ

Т. В. Лапина

Научный руководитель заведующий отделом А.П. Носаль
Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, г. Екатеринбург, Россия

Действующим законодательством предусмотрено проведение государственного мониторинга водных объектов (ГМВО), который осуществляется на всех видах водных объектов (водотоки, водоемы, болота и др.). В то же время имеющиеся нормативно-методические документы ориентированы преимущественно на водотоки и водоемы. Мониторинг болот ввиду их природной специфики имеет практические затруднения по выполнению всех частей мониторинга (гидрохимия, морфометрия, водный режим и т.д.), а значительные пробелы в методической базе и их произвольное толкование на практике привели к тому, что мониторинг болот проводится в ненадлежащей мере. Применительно к болотам стандартные требования по мониторингу не всегда выполнимы и целесообразны именно из-за специфики болот. Особенно недостатки проведения мониторинга на болотах проявляются при регламентировании хозяйственной деятельности и при нормировании негативного воздействия. Мониторинговые наблюдения на болотах, подвергнутых антропогенному воздействию, осуществляют преимущественно непосредственные водопользователи, т.к. проведение наблюдений является обязательным условием всех разрешительных документов, дающих право пользования водным объектом. При этом очевидно, что возможности водопользователей в специализированном мониторинге объективно ограничены и не могут охватывать широкий спектр мониторинговых исследований, проводимых при научных исследованиях.

В настоящее время основным документом, регламентирующим проведение мониторинга на болотах, является «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 8.», согласно которых программа исследований на болотах должна включать 17 видов наблюдений (за уровнями болотных вод, стоком воды, химическим составом болотных вод, изменением природных ландшафтов и т.д.) [3]. Но даже в период расцвета науки на специализированных болотных станциях Росгидромета наблюдения проводились выборочно.

Требования мониторинга водных объектов по «Положению об осуществлении ГМВО» [4] достаточно кардинально отличаются от видов наблюдений по «Наставлению…» [3]. Это обусловлено, с одной стороны, спецификой болота как водного объекта, а, с другой стороны, тем, что состав наблюдений по «Наставлению…» определен преимущественно научными интересами и не увязан с водохозяйственной практикой использования и охраны водных ресурсов. Наблюдения водопользователей касаются динамики изменения состояния болота, в том числе морфометрических характеристик и гидрохимического состава болотных вод, т.е. связан с его непосредственной деятельностью, за что водопользователь прямо или косвенно вносит платежи в бюджеты различного уровня. Исходя из рационального подхода, в программу наблюдений по болотам для водопользователей достаточно включить наблюдения только показателями, которые отражают степень его воздействия на болото: 1) за гидрохимическим составом болотных вод в характерных точках контроля; 2) наблюдения за уровнями болотных вод в характерные сезоны.

Проблематичным вопросом является выбор репрезентативной точки для наблюдений за гидрохимическими характеристиками на болотном участке. Применительно к водотокам и водоемам расположение створов наблюдений однозначно регламентируется «Методикой разработки НДС веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей»: створ для определения фона должен располагаться выше выпуска сточных вод на расстоянии, гарантирующем отсутствие влияния сточных вод на качество вод водных объектов, но не менее 500 м [2]. Механический перенос данного положения на болота невозможен из-за совершенно других размеров водного объекта.

В ходе выполнения работ с водопользователями ФГБУ РосНИИВХ выработаны определенные подходы к назначению контрольных и фоновых точек на болотных массивах, учитывающие тип болота, условия залегания, наличие связи с другими водными объектами, пути фактической миграции транзитных сточных вод.

В отличие от водотоков или водоемов направление миграции (транзита) сточных вод в торфяной толще не очевидно, поэтому необходимо учитывать фактическое положение сетки линий стекания, зависящее от типа болота, фазы его развития и геоморфологических особенностей размещения, а также наличию/отсутствию внутриболотной гидрографической сети (естественной или искусственной). Учитывая замедленное движение болотных вод, расстояние в 500 м является ориентировочными. Более значимым фактором является наличие безопасного доступа к точке (створу) отбора проб в течение всего года, отсутствие необходимости создания для прохода к створу масштабных искусственных сооружений, влияющих на режим и условия стекания с болотного массива (гать и пр.), общая репрезентативность положения, подтвержденная при рекогносцировке.

Размещения точек контроля предлагается обосновывать по схемам питания и стекания вод в I и III фазах развития болот по классификации мезоландшафтов К. Е. Иванова [1]. Классификация мезоландшафтов следующая: замкнутые котловины; сточные котловины; сточные лога; проточные котловины; проточные лога; пологие склоны; подножия склонов; дельтовые; приозерные и речные поймы; речные плёсы; старичные. Ниже приведены описания принципиальных схем обоснования расположения пунктов гидрохимического мониторинга на болоте (установление фоновых и контрольных створов). При сбросе сточных вод на болото оголовок выпуска обычно расположен на краю болотного массива или даже на части суходола, достигая болото по промытому земляному руслу. Это объясняется сложностью прокладки коллектора (открытого или закрытого) вглубь болота

по торфяной залежи.

Болота класса *замкнутых котловин* I фазы характеризуются стеканием вод к центру внутри мезоландшафта, что совпадает с направлением внешнего питания. При расположении выпуска на краю массива течение сточных вод будет осуществляться к центру массива, а значит и контрольный створ должен располагаться в месте, наиболее подверженном влиянию стоков, т.е. в центре мезоландшафта самой обводненной части. Фоновый створ располагается на противоположном краю массива, что в принципе должно исключить влияние сточных вод на значения фоновых концентраций. Но замкнутая котловина практически бессточная, что в перспективе означает накопление загрязнений в толще болота и разнос по всей акватории. Временной промежуток зависит от площади болот, объемов и режима сброса сточных вод. Противоположная ситуация наблюдается при третьей фазе, когда рельеф выпуклый. Стекание вод происходит от центра, а значит точкой, не подверженной влиянию сточных вод, должен считаться центр. Однако в центре питание идет только за счет атмосферных осадков, тогда как на периферии, где осуществляется сброс, питание комбинированное и движение транзитного потока пойдет по линии стекания, связанной с периметром. Целесообразнее в этом случае расположить фоновый створ в противоположной от выпуска стороне на периферии болотного массива. Контрольный створ в этом случае следует установить возле выпуска, но не далее 500 м. Следует отметить, что все расстояния в метрах условны и корректируются в зависимости от условий безопасного подхода. Для *сточных котловин* характерно истечение поступающих на поверхность массива вод централизованным потоком, например, ручьем. Наиболее подверженное влиянию сточных вод место будет считаться исток этого ручья, в таком случае рельеф (фаза I и III) для определения контрольного створа не играет роли. Если рельеф вогнутый, т.е. первая фаза, то, как и в случае замкнутых котловин, сток поверхностных вод на болоте перед тем, как попасть в ручей, осуществляется к центру котловины, значит фоновый створ необходимо установить аналогично. При выпуклом рельефе (третья фаза) расположение фонового створа схоже с случаем замкнутых котловин аналогичной фазы. При сбросе сточных вод в болото, занимающее *сточный лог*, наблюдается концентрация стока поверхностных вод болота по тальвегу лога. Створы наблюдений устанавливаются по потоку: фоновый створ – выше выпуска, контрольный – ниже. В случае, если рельеф выпуклый, то расположение створов желательно на периферии, возможны варианты. Пример расположения створов представлен на рисунке.

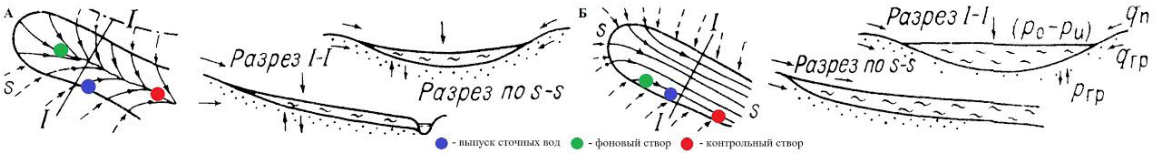


Рис. Расположение выпуска и створов наблюдения для сточных логов при фазе I (А) и фазе III (Б)

Для *проточных котловин и логов* в первой фазе развития створы следует установить на протоке по направлению ее течения: фоновый – выше выпуска, контрольный – ниже, т.к. основной сток с прилегающей поверхности будет осуществляться по неявно выраженному руслу. В случае, если болото в проточной котловине достигло третьей фазы развития, то сток поверхностных вод будет направлен от центра к периферии. Существующая протока в зависимости от отметок рельефа периферии может разделиться, обтекая возвышенный центр с двух сторон или с одной. Фоновый створ устанавливается на периферии в существующей протоке выше выпуска, а контрольный створ – ниже выпуска также в протоке. На болотах *пологих склонов* контрольный створ располагается по направлению общего стока с поверхности массива ниже выпуска. Расположение фонового створа зависит от расположения выпуска. Если выпуск расположен таким образом, что сток болотного массива начинается с него, то фоновый створ рекомендуется расположить рядом на одной отметке высот, таким образом исключается вероятность влияния сточных вод на фоновые концентрации. Если же сточные воды сбрасываются на периферии и выше по склону всё же существует болотный массив, то и фоновый створ рекомендуется установить также выше по склону, а значит выше выпуска. Аналогичное расположение створов относительно выпуска сточных вод характерно и для *болот у подножий склонов*.

В условиях выпуска сточных вод в *болото речной поймы* поверхностный сток состоит из атмосферных осадков и речных вод и имеет направление, идентичное водам болот пологих склонов и подножий склонов. Направление поверхностного стока *болот речных плесов* схоже с направлением у болот речных пойм. Однако в этом случае, сточные воды, перетекая через болото, в итоге попадут в реку. Поэтому фоновый и контрольный створ следует установить на водотоке, принимая реку конечным водоприемников и предполагая, что болото осуществляет дополнительную очистку сточных вод. Болота *приозерных пойм* схожи по направлению поверхностного стока с болотами замкнутых котлов.

Фоновым створом для выпуска, расположенного на *дельтовом болоте* будет являться зона вклинивания реки. Контрольный створ расположен на периферии болотного массива ниже выпуска по направлению общего поверхностного стока. *Болота старичного класса* мезоландшафтов принимают поверхностный сток с прилегающей территории, при этом поверхность самого болотного массива не является выпуклой, а значит в пределах болота направление стекания вод определяет уклон местности, на которой оно расположено.

Правильное назначение контрольного и особенно фонового створа позволит получать достоверную информацию, отражающую специфику болотных вод и пригодную для учета при назначении нормативов допустимых сбросов и иных видов регламентирования.

Литература

1. Иванов К. Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л:, Гидрометеоиздат, 1975. -281 с.
2. «Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей», утв. приказом Минприроды России № 333 от 17.12.2007
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Л.; Гидрометиздат, 1990 г. -360 с.
4. «Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов», утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 219 от 10.04.2007.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИТЬЕВЫХ ВОД СЕЛА СЕВЕРНОЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Ликаровская

Научный руководитель профессор С.Л.Шварцев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Питьевая вода – это неотъемлемая часть жизни каждого человека и поэтому качество воды напрямую связано со здоровьем целого населения. Основными источниками питьевых вод являются поверхностные, подземные воды, которые очищают и обеззараживают муниципальные службы в данном регионе.

На территории с. Северногодля изучения химического состава отбирались пробы воды в 20 точках в пределах села. Из них 9 из поверхностных вод, в том числе из болота, а 11 из хозяйственно бытовых скважин.

Район расположен на северо-западе Новосибирской области. Граничит с Кыштовским, Венгеровским, Куйбышевским и Убинскими районами Новосибирской области, а также Томской областью. По территории района протекают реки Тара и Тартас [1].

Климат с.Северное континентальный и характеризуется продолжительной холодной зимой с поздним наступлением тепла и ранними заморозками. Теплый период – апрель – октябрь, а холодный период – ноябрь – март [1].

В геоморфологическом отношении Северный район расположен в пределах Омь-Тартасского геоморфологического района Восточно-Барабинской денудационно-аккумулятивной низменной равнины.

В геологическом строении участвуют протеразойские, палеозойские образования, мезозойские, неогеновые и четвертичные отложения. Наиболее древними отложениями являются палеогеновые, представленные темно-серыми глинами мощностью 10-38 м.

Территория района характеризуется сильной заболоченностью, особенно в северной, северо-восточной и юго-восточной частях.

В гидрогеологическом отношении с. Северное расположено на весьма слабодренированной территории, сложенной с поверхности на всю глубину активной зоны слабоводопроницаемыми легкими глинами с близким залеганием к земной поверхности уровнем подземных вод.

По условиям формирования, режиму и гидродинамическим характеристикам вскрытый водоносный горизонт относится к типу порового безнапорного горизонта грунтовых вод [2].

Питание водоносного горизонта грунтовых вод в основном местное и происходит преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков.

По данным мониторинга средняя многолетняя амплитуда сезонного колебания уровня грунтовых вод составляет 2,2 м. Наиболее высокие уровни в годовом ходе наблюдаются в конце мая – июня, самые низкие в феврале – марте.

В периоды весенне – летних максимумов возможно повышение уровня грунтовых вод на 0,4-0,6 м от замеренного при изысканиях, 119,4-119,7 м [2].

Село Северное располагается на левом берегу реки Тартас. Река Тартас берет начало в болотах Васюганской равнины, протекает по территории Новосибирской области и на 585 км впадает справа в реку Омь. Длина реки — 566 км, площадь водосборного бассейна — 16 200 км². Ширина водоохраной зоны р. Тартас в соответствии действующему Водному Кодексу Российской Федерации равна 200 м [1].

На территории района расположен государственный ландшафтный заказник федерального значения «Васюганский», территория на которой производился отбор проб входит в пределы заказника.

Исследование питьевых вод проводилось на территории Северного района Новосибирской области. Одной из основных задач является изучение химического состава различных типов питьевых вод.

Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». На точке отбора проб измерялись параметры изменяющихся компонентов: pH,Eh, температура воздуха и воды, $Fe_{общ}$,Fe^{3+},NH_4, NO_2,HCO_3. Анализ изменяющихся компонентов проводился при помощи полевой комплексной лаборатории НКВ «ПС 100-82182574-15»;

На территории Северного района были отобраны 20 проб воды. Из них 9 из поверхностных источников, а 11 из хозяйственно-бытовых скважин села.

Таблица 1

Химический состав питьевых вод села Северное

Параметр	pH	CO_2	HCO_3	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	$Fe^{общ}$	NH_4^+	NO_3^-	Общ. жест.	Минерализация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ед. изм.	-	мг/л											мг-эквив/л	мг/л
Поверхностные воды														
1	7,5	5,3	134	7,61	20,6	36	9,7	20,62	0,31	1,94	0,23	1,01	2,60	228,8
2	7,4	7,9	159	7,41	22	37	14	26,25	0,45	1,7	0,26	0,9	3,00	266,1
3	7,9	7,9	378	17,29	14	80	33	29,24	1,85	1,8	0,32	0,95	6,70	553,4
4	8,17	2,6	378	17,21	15,5	88	30,5	30,18	1,73	3,5	0,31	0,91	6,90	561,1
5	8,7	< 3	158	16,72	17,7	47	8,5	12,92	13,6	2,85	0,63	0,19	3,05	288,9
6	7,75	2,6	128	11,12	4,4	34	2,4	1,89	10,5	2,9	0,99	0,22	1,90	3,28
Подземные воды														
7	7,4	17,6	525	3,71	0,92	90	47,6	7,6	2,19	0,47	0,38	< 0,1	8,40	677
8	7,3	22	512	3,13	2,2	100	36,6	8,59	2,63	1,79	0,46	< 0,1	8,00	665,2
9	7,4	13,2	317	37,7	24,4	142	28	9,61	1,47	55,6	06,4	31,7	9,40	560,2
10	7,3	17,6	476	7,49	85,2	112	56,1	9,42	2,77	3,91	0,5	< 0,1	10,20	749
11	7,3	26,4	500	25,48	5,2	140	23,2	11,54	0,6	1,99	0,26	< 0,1	8,90	706
12	7,35	22	488	42,4	162	250	25,6	30,81	2,53	2,34	0,335	80,3	14,60	1001
13	7,5	13,2	494	14,32	46,1	122	44	7,46	2,22	2,6	0,75	0,21	9,71	730,1
14	8,3	< 3	464	11,12	88,5	100	63,4	8,34	2,18	2,31	1,02	0,15	10,20	741,1
15	8,18	24	451	5,11	17,7	100	31,7	6,09	3,37	3,78	0,69	0,26	7,60	639
16	7,4	< 3	323	7,91	67,4	114	39	8,74	2,71	5,14	2,48	0,2	8,90	562,8
17	7,95	< 0,1	403	2,88	35,5	94	31,7	7,14	2,1	4,44	1,9	< 0,1	7,30	576,3
18	7,4	< 3	433	35,73	98,7	190	43	0,39	5,36	0,55	0,4	119,4	13,02	806,2
19	7,35	< 3	561	35,07	69,2	146	67	8,26	3,29	3,43	0,58	0,26	12,79	889,8
Болото														
20	7,08	< 3	329	5,43	3,7	88	9,7	4,17	2,12	6,2	0,13	6,35	5,20	442,1

На сегодняшний день в районах Новосибирской области подземные воды являются практически единственным источником для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для водоснабжения потребителей Северного района эксплуатируются преимущественно неглубокозалегающие неогеновые водоносные горизонты. В районе действуют 184 скважины с общим водоотбором 3,1 тыс.м^3/сут.

Речная сеть района довольно хорошо развита и принадлежит бассейну Иртыша, формирующая сток с массивов Васюганских болот. Русла рек извилисты, в верховьях их плохо выраженные долины, не имеющие четких границ. На территории Северного района находится гидротехническое сооружение – водозащитная дамба, протяженностью 5 км, расположенная на левом берегу р.Тартас вокруг села Северного. На состояние водных объектов основное негативное воздействие оказывают животноводческих фермы и предприятия, размещающие отходы производства на необорудованных площадках. С наступлением весны талые поверхностные воды с органическими веществами поступают в водные объекты [2].

В поверхностных водах pH изменяется от 7,5 до 7,8, что позволяет характеризовать их как слабощелочные. Температурный показатель воды приближен к температуре воздуха. Содержание компонентов SO_4^{2-},Cl^-, Ca^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ низкое. Общая минерализация колеблется от 3,28 до 561,1 мг/л, что позволяет характеризовать воды как пресные (согласно ГОСТ Р 54316-2011). По показателю общей жесткости воды средней жесткости. Питание поверхностны вод происходит за счет поверхностного стока атмосферных осадков, а так же разгрузке подземных вод.

Глубина подземных вод 22-33 м. Подземные воды территории исследований являются нейтральными, наибольшее значения pH имеет вода отобранная из колодца. Наиболее холодная вода в хозяйственно бытовых скважинах от 7 до 12,5 °С. Содержание компонентов $Fe_{общ}$, SO_4^{2-},Cl^-, Ca^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ низкое, наибольшее содержание NO_2 и NO_3 характерно для хозяйственно-бытовых скважин.По химическому составу (согласно М.Г.Курлова) воды гиднокарбонатные кальциевые, иногда гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые. По минерализации воды характеризуется как пресные, по величине pH-нейтральные, средней жесткости, местами жесткие. По химическому составу (по классификации О.А.Алекина) класс вод-гидрокарбонатные, группа-кальциевые,тип-II. По степени жесткости воды являются очень жесткими.

Характерная особенность территории – её исключительно высокая заболоченность, наибольшая в области. Удельный вес болот в земельном фонде района равен 43% [2].

Болотные воды территории исследования являются нейтральными: общая минерализация 444,1 мг/л, гидрокарбонатно кальциевые. Содержание компонентов SO_4^{2-},Cl^-, Ca^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ низкое.

Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 содержание SO_4^{2-},Cl^-, Ca^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ в поверхностных и подземных водах не превышает ПДК. Качество питьевой воды, подаваемой системой водоснабжения, полностью соответствует требованиям санитарных правил [3].

Литература

1. Официальный интернет-портал Администрации Северного района Новосибирской области. Режим доступа: http://www.severnoe.nso.ru/
2. Схема территориального планирования Северного района Новосибирской области выполнена ОАО «СибНИИградостроительства» в рамках Муниципального контракта №8 от 05.06.2008 по заказу администрации Северного района.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ЗАСТРАЕВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.А. Михайлова

Научный руководитель доцент А.А. Хващевская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время происходит активное планирование и застройка территорий, относящихся раннее к сельскохозяйственным угодьям и используемых для выращивания различного рода сельскохозяйственных культур. Для повышения их урожайности и борьбы с вредителями на этих территориях используются сельскохозяйственные технологии агрогенных воздействий:

- внесение стандартных минеральных удобрений; внесение почвенных мелиоратов (раскисителей, гипса, торфа, песка или глины);
- проведение водной мелиорации (осушение или орошение);
- обработка территории инсектицидами, фунгицидами, гербицидами, дефолиантами
- обработка почвы, сопровождающаяся ее уплотнением, взаимодействием с истирающимися элементами орудий ее механической обработки и с выхлопами транспортных средств [4].

Указанные особенности эксплуатации сельскохозяйственных территорий могут значительно изменить содержание ряда компонентов состава грунта, что может вызвать их агрессивное действие по отношению к строительным материалам и конструкциям, воздействуя на последние растворенными солями или выщелачивая их составные части. Реальная опасность некоторых химических компонентов грунта определяется не столько их валовым содержанием, сколько количеством в грунтовых растворах, так как усиливается вынос компонентов в подчиненные ланшафты сельскохозяйственных территорий, изменяется физико-химическая обстановка в грунтах, прежде всего кислотно-основные показатели [4]. В этой связи изучение химического состава грунтов территорий используемых ранее для отличных от строительных нужд целей является актуальным при проведении инженерных изысканий под строительство зданий различного функционального назначения.

Цель работы – изучить химический состав водной вытяжки грунтов и возможную их агрессивность на территории Томского района, проектируемой для строительства жилого микрорайона.

Объектом исследований являются грунты сельскохозяйственных угодий, на которых выращивались различные корнеплоды - морковь, капуста, свекла и ряд зерновых культур. Отбор образцов грунта проводился согласно требованиям ГОСТ 28168-89 [2] с глубины 0-12 м. Подготовка водной вытяжки осуществлялась по процедуре, изложенной в [1] и включала 5 - минутное взбалтывание подготовленного грунта с водой при отношении грунта к воде 1:5. Всего отобрано и проанализировано 11 проб.

Для оценки агрессивности грунтов по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля в водной вытяжке из грунта определялось содержание нитрат-иона, хлорид-иона и иона железа, органического вещества и значение pH. [3]. Для определения агрессивности грунтов по отношению к бетону в водной вытяжке определялись следующие компоненты: сульфат-ион, показатель pH, бикарбонатная щелочность, агрессивная углекислота, ионы магния, аммония, натрия, хлора, нитрата [5].

Химический анализ водной вытяжки проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Результаты химического анализа представлены в таблице.

Таблица

Результаты химического анализа водной вытяжки грунта территории Томского района

Компонент	**Содержание, мг/кг**										
Номер пробы	**Т1**	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**	**Т6**	**Т7**	**Т8**	**Т9**	**Т10**	**Т11**
Глубина отбора пробы, м	0-1,0	1,0	1,0-2,0	1,0-2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0-3,0	5,0	12,0
pH, ед. pH	6,83	7,55	6,5	6,83	6,5	6,5	7,0	7,7	7,83	7,8	7,6
УЭП, мкСм/см	22,3	130	14	28,2	16	11,4	42	101	108	111	132
Органическое вещество*, мгO_2/кг	20,4	16,2	24,6	31,2	8,3	-	9,6	7,5	9,4	-	-

Продолжение таблицы

Компонент	**Содержание, мг/кг**										
Номер пробы	**Т1**	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**	**Т6**	**Т7**	**Т8**	**Т9**	**Т10**	**Т11**
NO_3^-	2,8	0,9	16	2,53	0,45	3,3	1,6	1,55	4,2	2,24	2,85
$CO_2^{св}$	24,2	26,5	26,5	26,4	13	53	13	13	22	26,5	26,5
HCO_3^-	122	427	30,5	122	30,5	30,5	61	335	240	354	457
CO_3^{2-}	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
SO_4^{2-}	48	38,5	102,5	17,3	56,5	-	71	20	82	-	<10
Cl^-	12,9	6,5	4,35	22	3,9	3,5	16,5	11	35,5	19,5	11
ОЖ, °Ж	0,23	1,5	0,12	0,48	0,12	0,2	0,4	1,16	1,05	1,2	1,3
Ca^{2+}	12,5	135	10	30	8	10	36	110	87,5	110	120
Mg^{2+}	6,1	6	1,2	10,7	2,45	6	2,4	3,65	10,7	6	6
Na^++K^+	8,9	17	31,5	9,4	15	12,9	21,5	9,5	21,3	14,8	35,5
NH_4^+	0,73	0,65	2,25	0,62	0,4	1,8	0,55	0,6	0,57	1,1	12,4
$Fe^{общ}$	8	2,35	6,25	8,4	3,2	3,9	5,6	2,3	8,7	3,25	4,25
CO_2агрессивная	88	22	121	102	99	27,5	110	37,5	79	8,8	8,25

****-по величине перманганатной окисляемости; - нет данных***

Анализ представленных данных показал, что по величине pH выделяются водные вытяжки как слабощелочные, так и нейтральные, с преобладанием последних.

Удельная электропроводность водных вытяжек, дающая представление об общем содержании в грунте растворимых в воде органических и минеральных соединений, в исследованных образцах колеблется от 10 мкСм/см до 132 мкСм/см. При этом высокие значения этого параметра характерны для образцов отобранных как с глубины 1.0 м, так и с глубины 2,0 м, 5,0 и 12 м.

Содержание органического вещества в вытяжках грунта, определяемое по величине перманганатной окисляемости, колеблется от 7,5 мгO_2/кг до 31,2 мгO_2/кг и как видно из данных таблицы не связано с глубиной отбора проб грунта. Возрастание этого компонента в исследуемых образцах возможно связано с внесением почвенных мелиоратов, например торфа, а так же бытовых отходов в почву бытовых отходов при ведении сельскохозяйственной деятельности.

Азотсодержащие вещества в вытяжках в виде нитрат-иона в основной выборке образцов находятся в незначительных количествах и варьируют от 0,9 до 8,9 мг/кг, за исключением точки Т3, где содержание азота нитратного составляет 16 мг/кг. Одновременно с высоким содержанием нитратов водная вытяжка в этой точке наблюдения содержит и повышенное по сравнению с другими пунктами количество азота амонийного 2,25 мг/кг при минимальном его количестве 0,4 мг/кг в пункте Т5.

Компоненты карбонатной системы в водных вытяжках наблюдаются в разных количествах и уровень их содержания не связан с глубиной отбора проб. Так, двуокись углерода колеблется в пределах 12,0 - 26,5 мг/кг при единичном максимальном значении 53 мг/кг (проба Т6). Количество карбонат-ион в почвах не велико и повсеместно на данной территории составляет менее 15 мг/кг. Гидрокарбонат-ион содержится в данных почвах в количестве от 61 мг/кг до 457 мг/кг. Двуокись углерода агрессивная установлена на уровне 8-120 мг/кг.

Разнообразно среднее содержание сульфат-иона в характеризуемой почве. Его количество колеблется в пределах двух порядков от следовых количеств (менее 10 мг/кг) до сотен миллиграммов на килограмм почвы. Наиболее низкие содержания компонента в грунте, возможно, связаны с его интенсивным вымыванием в процессе проведения водной мелиораций почвы. Максимально установленное значение этого компанента в пробе Т3 сопровождается повышенным уровнем иона аммония, что может быть связано с проведением мелиоративных мероприятий на данном участке территории с внесением минеральных удобрений, в том числе содержащих в составе сульфат аммония, который часто используется при выращивании свеклы, капусты, картофеля.

Незначительно количество хлорид-ион в грунтовом растворе изучаемой территории и находится в пределах от 3,5 до 35,5 мг/кг. Этот некоторый размах значений может быть следствием внесения в почвы минеральных удобрений в пределах данных точек опробования, и в первую очередь, с избыточным внесением калийных удобрений.

Общая жесткость грунта в среднем колеблется от 0,12 до 1,5 °Ж. Участки с максимальным уровнем жесткости характеризуются макимальным. количеством кальция в вытяжке от 110 до 135 мг/кг.

Среднее суммарное содержание ионов натрия и калия на данной территории составляет от 9 до 36 мг/кг. В значительной степени здесь выделяются пробы Т3 и Т11, суммарное содержание ионов натрия и калия в которых почти в 2 раза превышает среднее значение.

Оценка степени агрессивности исследуемых почв к различным материалам при сравнительном анализе значений нормативно установленных параметров с их количеством в исследуемых образцах показала, что данные образцы почв имеют наиболее высокую степень агрессивности по отношению к свинцовой оболочке кабеля, что обуславливается в первую очередь высоким содержанием в них нитрат-иона. По отношению к алюминиевой оболочке кабеля в различных точках опробования почва проявляет себя как слабоагрессивной так

и среднеагрессивной. В данном случае проявляющая агрессивность связана с показателем pH. По отношении к бетону в зависимости от его марки грунт может быть как неагрессивный, так и слабоагрессивный. Основными параметрами, влияющими на степень агрессивности грунта, по отношению к бетону является агрессивная углекислота.

Таким образом, проведенные исследования химического состава водной вытяжки из почв сельскохозяйственной территории Томского района показали, что почвы этой территории имеют некоторую агрессивность по отношению к строительным материалам. Данные обстоятельства должны учитываться при проектировании зданий и проведении мероприятий по их защите от коррозии.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
2. ГОСТ 28168 – 89 Почва. Отбор проб. – М.: Издательство стандартов, 2008. – 7 с.
3. ГОСТ 9.602 – 2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Стандартиформ, 2006. – 59 с.
4. Летувниикас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 290 с.
5. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М.: Изд-во ФАУ ФСЦ, 2012. – 93 с.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД С. ПОДГОРНОЕ

Ю.А. Моисеева

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Подземные воды являются важным природным ресурсом, который служит в качестве основного источника воды для хозяйственно-бытовых целей, сельского хозяйства и промышленности для всех стран мира.

Для обеспечения населения Томской области питьевой водой используются подземные воды. Общее количество прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по Томской области составляет 39 млн. м^3/сут, при общей потребности населения в питьевой воде 0,33 млн. м^3/сут [6]. Точные оценки пополнения запасов подземных вод имеют важное значение для эффективного управления грунтовых вод не только для Томской области, но и особенно, когда их запасы ограничены, как во многих засушливых и полузасушливых районах.

Понимание того, как гидрогеологические (ландшафтные, геолого-гидрогеологические и др.) условия региона и климат влияют на формирование подземных вод, являются предметом интереса как для научных исследований, так и для эффективного управления водными ресурсами региона.

Главной целью исследования является анализ изменений уровней подземных вод в с. Подгорное и выявление причин наблюдаемых изменений. В настоящее время изучение этой проблемы авторами находится на начальном этапе, поэтому в работе произведен анализ изменений уровней подземных вод только для одной скважины и изменений параметров климата на близлежащей метеостанции в с.Бакчар. Объектом исследования является скважина с. Подгорное (94р), водоносный горизонт которой приурочен к четвертичным отложениям (aQ_{2tb},) верхнего гидрогеологического этажа Западно-Сибирский артезианского бассейна. Питание подземных вод осуществляется, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков на приподнятых участках междуречных пространств и склонах речных долин. Следовательно, их изменения наиболее зависимы и синхронны с климатическими и гидрогеологическими факторами.

В работе проведен статистический анализ многолетних изменений уровней подземных вод и климатических параметров. Данные по уровням подземных вод послужили данные, полученные с середины 1960-х гг. по 1995 г. Томской геолого-разведочной экспедицией (ТГРЭ), а с 1996 по 2015 гг. специалистами АО «Томскгеомониторинг» на режимных скважинах государственной наблюдательной сети в рамках ведения мониторинга геологической среды на территории Томской области [3-6]. Для исследования величины возможных многолетних изменений характеристик метеорологических величин материалом исследований послужили специализированные массивы (температура воздуха и количество атмосферных осадков) данных метеостанций с. Бакчар и с. Александровское за период с 1965 по 2015 гг.

Статистический анализ заключался в проверке нулевых гипотез о: 1) случайности с помощью критерия Питмена 2) однородности рядов наблюдений с помощью критериев Стьюдента S и Фишера F. Вывод о неслучайном изменении или нарушении однородности рядов делался при уровне значимости α=5 % в случае, когда расчетная статистика (S, F, π) по модулю превышала соответствующее критическое значение.

Согласно [1, 2], за период с 1965-2005 гг. в скважинах по Томской области обнаружено значимое увеличение среднемноголетних уровней, которое составило 0,21 м/год, в том числе было выявлено неслучайное изменение, связанное с увеличением, у с. Подгорное.

В результате статистического анализа за период с 1965 по 2015 в с. Подгорное выявлено продолжающее

увеличение уровней подземных вод в среднем составляющее 0,033м/год. График изменения уровня грунтовых вод в абсолютных отметках представлен на рисунке 1.

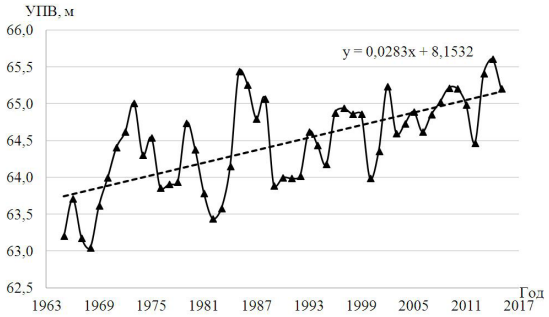


Рис.1. Изменение уровней грунтовых вод в с. Подгорное, 1965-2015 гг.

В результате статистического анализа климатических параметров обнаружено увеличение среднегодовой температуры воздуха (в среднем на 0,04°С/год), а также в мае (0,06°С/год) и октябре (0,05°С/год) на метеостанциях с. Бакчар и с. Александровское. Изменения количества атмосферных осадков в с. Бакчар не выявлено, а в с. Александровском наблюдается положительный тренд в марте и декабре месяцах.

В работе также проведен статистический анализ изменение границ гидрологических сезонов, где датой установления снежного покрова считается дата установления отрицательных среднесуточных температур, а датой начала снеготаяния – дата установления среднесуточных положительных температур, следовательно, интервал времени между ними – это количество дней с положительными температурами. В ходе исследования вышеназванных показателей, статистически достоверный линейный тренд на уровне значимости 0,05 выявлен для периода дней с положительными температурами и направлен на увеличение (рис.2), а для показателя – дата начала снеготаяния тренд направлен на уменьшение, то есть дата установления среднесуточных положительных температур становится более ранней, что подтверждает ранее выявленные результаты в работах [2, 4, 7] для Томской области.

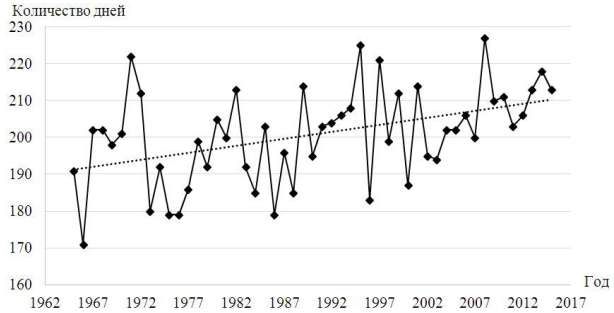


Рис. 2. Изменение количества дней с положительными температурами в с. Бакчар, 1965-2015г.

Многими учеными ранее для территории Западной Сибири было обнаружено изменение границ гидрологических сезонов, что оказывает влияние на изменение гидрогеологического режима вод, то есть начало зимней межени смещается на более поздние сроки, а снеготаяние начинается раньше, вследствие чего продолжительность зимней межени дополнительно уменьшается.

В результате проведенных исследований выявленное продолжающееся увеличение среднегодовых уровней подземных вод объясняется смещением сроков установления снегового покрова и снеготаяния, даже при отсутствии изменений годового атмосферного увлажнения (с. Подгорное).

Литература

1. Льготин В.А., Савичев О.Г., Макушин Ю.В. Камнева О.А. Многолетняя изменчивость химического состава подземных вод томской области // География и природные ресурсы – 2012. – №1. – С. 74-79
2. Савичев О.Г., Камнева О.А. Пространственно-временные изменения минерализации подземных вод в бассейне Средней Оби // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 11. – С. 67–70.
3. Савичев О.Г., Льготин В.А., Макушин Ю.В. Многолетние изменения среднесезонных и среднегодовых уровней и температуры подземных вод верхней гидродинамической зоны в Томской области // Геоэкология. – 2010. – № 1. – С. 23–29.
4. Савичев О.Г., Макушин Ю.В. Многолетние изменения уровней подземных вод верхней гидродинамической зоны на территории томской области // Известия Томского политехнического университета – 2004. – Т.307. – № 4. – С. 60-63
5. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2014 г.: Информационный бюллетень / под ред. В.А. Льготина. – Вып. 20. – Томск: ОАО “Томскгеомониторинг”, 2015. – 84 с
6. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2015 г.: Информационный бюллетень / под ред. В.А. Льготина. – Вып. 21. – Томск: ОАО “Томскгеомониторинг”, 2016. – 80 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД МАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА

А.И. Нургалиева[1], Ю.М.Чепкий[2]

Научный руководитель профессор Н.А. Харитонова

[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

[2]Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Минеральные воды – это такие природные воды, которые обладают лечебными свойствами. Еще на начальном этапе исследования минеральных вод, в начале XIX в., было установлено, что лечебные свойства этих вод обусловлены их химическим составом и температурой [1].

На территории полуострова Камчатка минеральные воды широко распространены, и в настоящий момент выявлено более 150 минеральных источников. Наиболее крупным месторождением холодных минеральных вод на территории полуострова является Малкинское месторождение, которое было открыто в 60-тесятых годах прошлого века.

Минеральные воды месторождения очень популярны среди местного населения, активно бутылируются и широко используются для лечения группы хронических заболеваний органов пищеварения.

Малкинское месторождение углекислых минеральных вод расположено в Елизовском административном районе Камчатского края, РФ. Естественные выходы этих минеральных вод находятся в основании восточного склона г. Зеркальце – одной из высот юго-восточных отрогов Срединного хребта. В геологическом отношении это южная оконечность Центрально-Камчатской депрессии. Площадь месторождения составляет около 7 км^2.

В региональном структурно-тектоническом плане месторождение приурочено к западному крылу крупной грабен-синклинальной структуры, а основным коллектором для минеральных вод месторождения являются интенсивно дислоцированные верхнемеловые терригенно-осадочные породы Кихчинской серии (K_2kh) мощностью примерно 2000 – 3000 м. Терригенно-осадочные отложения прорваны многочисленными интрузиями и дайками различного состава и возраста [2]. В местах циркуляции минеральных вод – водовмещающие породы сильно карбонатизированы и серицитизированы, а в местах разгрузки вод водовмещающие породы практически нацело изменены и превращены в кварц-серицит-карбонатный рыхлосвязанный агрегат. Часто обнаружены железистые травертины в местах естественных выходов углекислых вод [2] .

Температура воды находиться в диапазоне значений 7,5 – 12,0° С на изливе. По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией от 3,8 до 32,7 г/л. В пределах месторождения минерализация вод варьирует по глубине: наибольшая минерализация (до 32,7 г/л) вод фиксируется на глубине 652 м. pH изменяется от нейтральных до слабокислых.

Уровень концентраций многих элементов достаточно высок, например $Fe_{общ}$. (до 44,1 мг/л), Cr (до 20,8 мкг/л), Ni (до 19,9 мкг/л), Zn (до 56,9 мкг/л), Pb (до 5,7 мкг/л), Bi (до 6,1 мкг/л), Ge (до 28,1 мкг/л), Li (до 11,7 мг/л), Cs (до 40,8 мкг/л) и Sb (до 13,1 мкг/л). Кроме того, обнаружены повышенные содержания Sr (до 11 мг/л) и Ba (до 5,3 мг/л).

Спонтанный газ месторождения представлен главным образом CO_2, содержание которого незначительно варьирует от скважины к скважине, но находится в диапазоне 91-100 об.%. В составе прочих газов выявлены: азот (0,5 – 0,8 об.%), метан (0,005-0,27 об.%), кислород (менее 0,1 об.%) и незначительное количество углеводородов (C_2H_6 и C_3H_8). Рассчитанное парциальное давление углекислого газа составляет 1,5 атм, а его дебит - около 1,7 т/сут.

Значения δD и $\delta^{18}O$ углекислых минеральных вод характеризуются широким диапазоном значений: дейтерий (δD) изменяется от -47 до 109 ‰, а кислород ($\delta\ ^{18}O$) – от -2 до 14,1 ‰.

Отчетливо выделяются две группы вод: 1) воды, имеющие отчетливое метеорное происхождение, со значениями $\delta^{18}O$ варьирующими от -13,3 до -15,3‰ и δD – от -77 до -116‰; 2) воды, обогащенные изотопами O^{18} и D, в которых фиксируется отчетливый сдвиг вправо от линии метеорных вод (рис.1).

К первой группе вод относятся минеральные воды невысокой минерализации (2-5 г/л), гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые воды, а ко второй высокоминерализованные (до 26 г/л) хлоридно-гидрокарбонатные натриевые (рис.1).

На рис.1 ромбами показаны значения содержаний стабильных изотопов кислорода и водорода в минеральных углекислых водах первой группы, а треугольниками – второй группы, квадраты с проходящими через них линию – локальная линия метеорных вод.

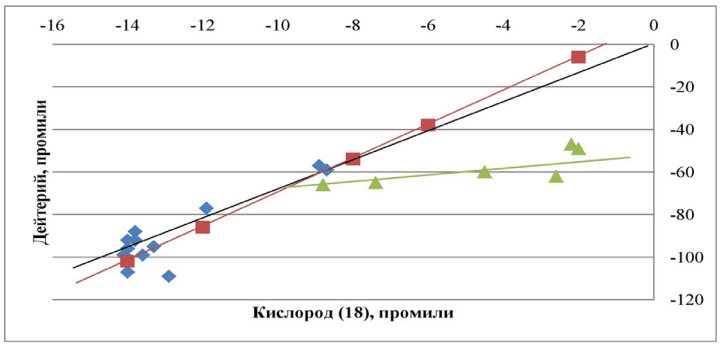


Рис. 1. График зависимости дейтерия (δ D) и кислорода (δ ^{18}O) в изученных водах

Корреляционная зависимость ионов натрия и хлора представленная на рис. 2 также свидетельствует о существовании двух химических типов углекислых минеральных вод на месторождении. Для первого типа вод невысокой минерализации характерно соотношение Na/Cl с коэффициентом корреляции равным 1.7, а для второго типа, к которому принадлежат высокоминерализованные воды, фиксируется практически прямая зависимость натрия от хлора (Na/Cl = 1). На рис. 2 красной линией визуализируется первый тип вод, а черной линией – второй тип углекислых минеральных вод.

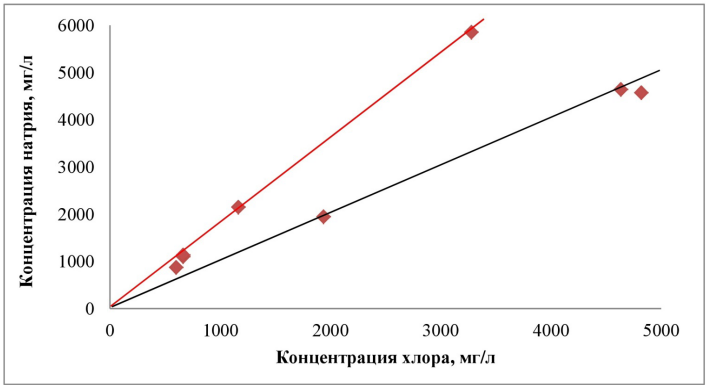


Рис. 2. График зависимости концентрации натрий-иона от хлор-иона по результатам исследования углекислых минеральных вод Малкинского месторождения Камчатского края

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в пределах Малкинского месторождения холодных углекислых минеральных вод сосуществуют воды двух типов: 1) минеральные воды невысокой минерализации (2-5 г/л), Na-HCO_3-Cl типа, которые имеют метеорное происхождение; 2) высокоминерализованные (до 26 г/л) Na-Cl-HCO_3 типа имеющие предположительно седиментационное происхождение. Отчетливый сдвиг в сторону обогащения кислородом (рис.1) указывает на фракционирование изотопов кислорода между водной фазой и водовмещающей породой в условиях затрудненного водообмена. Высокая газонасыщенноть минеральных вод увеличивает скорость и интенсивность реакций растворения водовмещающих пород и в ряде случаев способствует самоизливу газоводяной смеси.

Литература

1. Куликов Г. В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР: Справочник. М.: Недра, 1991,—399 с.
2. Харитонова Н.А., Челноков Г.А., Асеева А.В. Минеральные воды месторождения Малкинское (Камчатка): условия формирования и эволюции состава. В сборнике: Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 294-298.

ВЛИЯНИЕ МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА КАЧЕСТВО ГРУНТОВЫХ ВОД ГОРОДА ПЕРМИ

Н.В.Патрушев

Научный руководитель доцент И.М.Тюрина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Родниковая вода издавна используется человеком для питьевых целей. В силу устоявшихся стереотипов о чистоте и особых благоприятных свойствах родниковой воды многие люди употребляют её без предварительной очистки и подготовки. В связи с постоянно увеличивающейся техногенной нагрузкой употребление таких вод становится небезопасным, особенно в пределах урбанизированных территорий.

Город Пермь с населением свыше одного миллиона человек является одним из крупнейших динамично развивающихся промышленных центров Западного Урала, протягивается вдоль р. Камы на 60 км, охватывая значительную площадь. Здесь развиты такие виды промышленности, как нефтеперерабатывающая, химическая, машиностроительная, целлюлозно-бумажная, металлургическая и другие. По периферии активно развивается малоэтажная частная застройка.

Поэтому наиболее существенное влияние на формирование и режим подземных вод из техногенных факторов оказывает промышленное и бытовое загрязнение.

Гидрогеохимическое районирование показало, что площадь распространения подземных вод с нарушенным и сильно нарушенным гидрогеохимическим режимом значительно увеличилось по сравнению с 1960-ми годами [1].

Цель работы: оценить изменение потенциального риска во времени для здоровья населения города Перми, связанное с потреблением воды из различных родников.

Исследуемые родники широко используются местным населением. Они расположены в разных районах и в пределах разных бассейнов рек, протекающих по территории города Перми. Родник в м/р Закамск является выходом грунтовых вод водоносного локально-слабоводоносного аллювиального четвертичного горизонта на правом берегу р. Камы в основании II надпойменной террасы. Родники в бассейне р. Ивы, р. Егошихи и р. Данилихи являются выходами грунтовых вод слабоводоносного локально-водоносного шешминского терригенного комплекса [1].

Согласно гидрогеологическому районированию исследуемая территория относится к Восточно-Русскому сложному бассейну пластовых вод [2].

Основой работы является изучение концентраций микроэлементов в родниковой воде (Li, Be, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, W, Hg, Pb, Fe) за 2014 и 2016 гг.

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводилась согласно руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [3]. Она заключалась в расчете коэффициентов опасности и выявлении на основании этих расчетов приоритетных веществ и поражаемых органов и систем.

Коэффициент опасности (КО) – это отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия. Если рассчитанный коэффициент не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна и такое воздействие характеризуется как допустимое [3].

В результате расчетов за 2014 г. было установлено, что по всем родникам наблюдается довольно схожая картина. К приоритетным веществам, которые вносят наибольший вклад в суммарную величину коэффициента опасности, относятся хром, мышьяк, сурьма, барий, железо, стронций, никель (рис.).

Общий суммарный риск развития неканцерогенных эффектов при регулярном употреблении воды из родника в м/р Закамск равен 0,69, из родника в бассейне р. Ивы – 1,19, из родника в бассейне р.Егошихи – 1,61, из родника в бассейне р.Данилихи – 1,42.

В 2016 г. установлена, в основном, схожая картина по приоритетным микрокомпонентам по всем родникам, как и в 2014 г. (рис.). В родниках в бассейнах рек Егошихи и Данилихи коэффициент опасности по хрому превышает единицу, что указывает на явное ухудшение качества воды.

Общий суммарный риск развития неканцерогенных эффектов при регулярном употреблении воды из родника в м/р Закамск равен 0,86, из родника в бассейне р. Ивы – 1,45, из родника в бассейне р.Егошихи – 2,08, из родника в бассейне р.Данилихи – 1,90.

При воздействии компонентов, содержащихся в грунтовых водах, на одни и те же органы и системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация [4].

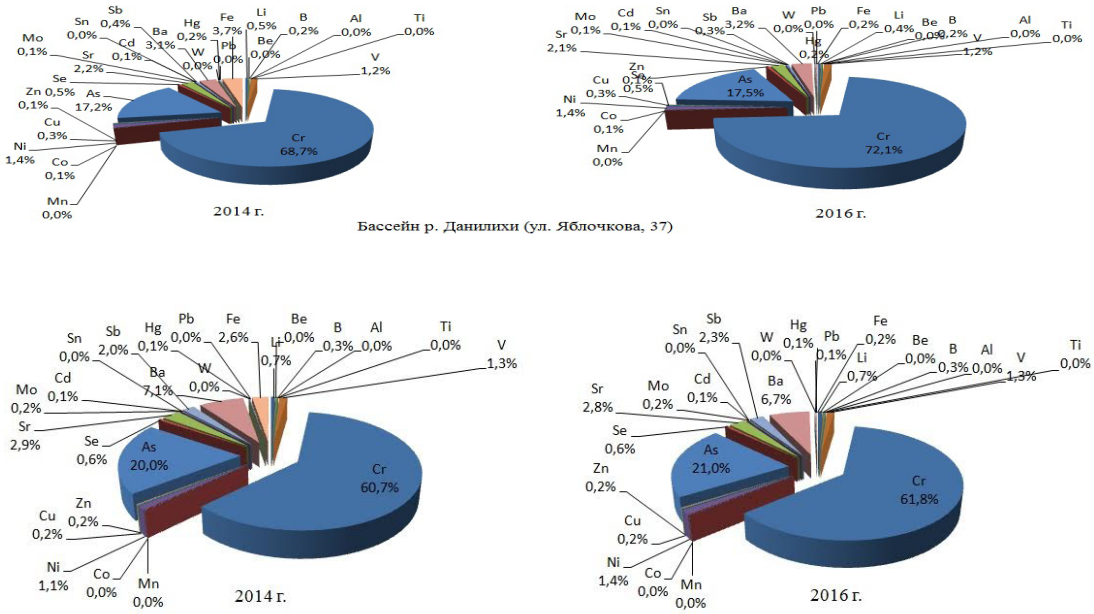


Рис. Доля микрокомпонентов в суммарной величине коэффициента опасности

Итак, в 2014-2016 годах в общей структуре поражаемых органов и систем в результате употребления родниковой воды в первую очередь преобладает опасность поражения желудочно-кишечного тракта (табл.).

Таблица

Суммарные коэффициенты опасности и поражаемые органы и системы

Поражаемые органы и системы	Местоположение родников							
	м/р Закамск		Бассейн р. Ивы		Бассейн р. Егошихи		Бассейн р. Данилихи	
	2014 г.	2016 г.	2014г.	2016г.	2014г.	2016г.	2014г.	2016г.
Почки	0,33	0,39	0,70	0,95	1,10	1,43	1,02	1,44
Желудочно-киш.тракт	0,54	0,71	0,95	1,24	1,34	1,79	1,26	1,76
Репрод. сист.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ЦНС	0,22	0,32	0,25	0,28	0,32	0,44	0,24	0,33
Печень	0,31	0,38	0,70	0,95	1,02	1,35	1,01	1,43
Система крови	0,03	0,01	0,06	0,01	0,05	0,01	0,06	0,01
Костная сист.	0,02	0,02	0,07	0,09	0,05	0,06	0,03	0,04
Серд.-сос. сис.	0,27	0,38	0,30	0,35	0,45	0,61	0,31	0,42
Слиз. покров	0,31	0,35	0,72	0,91	1,02	1,29	1,03	1,37
Кожа	0,25	0,33	0,31	0,29	0,37	0,45	0,30	0,35
Иммун.сист.	0,25	0,33	0,30	0,29	0,37	0,45	0,30	0,34

Таким образом, выявлено увеличение коэффициентов опасности по микрокомпонентам во времени, что указывает на ухудшение качества грунтовых вод. Это подтверждает тезис о повсеместном возрастании техногенной нагрузки в пределах урбанизированных территорий.

Литература

1. Катаев В.Н., Щукова И.В. Подземные воды города Перми. Пермь, 2006. 142 с.
2. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Пермь, 2006. 464 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 273 с.
4. Янкович К.С. Влияние особенностей химического состава родниковой воды на здоровье человека // Геология в развивающемся мире. Пермь, 2015. Т.2. С. 335-338.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АГЛОМЕРАЦИИ ГОРОДА ГОРНО-АЛТАЙСКА

В.А. Ситникова

Научный руководитель директор АРУ «Экология» Ю.В. Робертус
Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, Россия

Основной урбанизированной территорией Республики Алтай является агломерация ее административного центра г. Горно-Алтайска и сельских пригородов, где на площади 30 км^2 проживает 85 тыс. чел. или 40 % населения республики. Антропогенная нагрузка в пределах агломерации ложится на экосистему реки Майма, в которую поступают без очистки сточные воды ливневой канализации, а также нормативно-очищенные стоки очистных сооружений города.

Автором в 2015 г. был предварительно изучен химический состав сточных вод ливневой канализации (9 проб) и очистных сооружений (1 проба), а также атмосферных осадков (10 проб) на территории города. Анализ полученных данных указывает на близость химического состава дождевой и снеготалой воды, однако состав их поверхностного стока, поступающего в р. Майма, для изученных параметров отличается на 1-2 порядка (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав атмосферных осадков и сточных вод в г. Горно-Алтайске (мг/дм^3)

Типы вод (стоков)	pH	Ca^{2+}	Na+K	NH_4^+	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	ОМ	ХПК	НП	ВВ
Дождевая вода	6,05	1,6	4,8	0,68	7,5	1,7	0,02	0,6	24,8	1,4	–	–
Снеготалая вода	6,52	1,6	1,1	0,95	1,8	2,3	0,08	0,6	12,9	4,2	–	–
(Ливневые стоки)	8,22	27,0	16,5	0,42	16,2	12,2	1,51	3,4	179,0	9,6	1,20	525
(Стоки очистных)	7,38	104,2	51,6	3,87	56,4	75,4	14,34	54,7	730,2	23,8	–	–
ПДК водоемов*	–	180	120	0,5	100	300	0,08	40	–	5-8	0,05	–

ОМ – общая минерализация, ХПК – химическое потребление кислорода, ВВ – взвешенные вещества, НП – нефтепродукты; * – ПДК и ОБУВ воды рыбохозяйственных водоемов; прочерк – нет данных

Столь резкое отличие состава стоков ливневой канализации от химического состава выпадающих в пределах агломерации атмосферных осадков говорит об их кардинальной трансформации. Это выражается в виде их подщелачивания, многократного увеличения содержания всех катионов и анионов (кроме иона аммония), а также величины минерализации, жесткости, химического и биологического потребление кислорода. Значения большинства из перечисленных показателей приближается к их уровню для поверхностных вод на территории города [1].

Таким образом, даже относительно кратковременный «контакт» дождевых осадков с почвами приводит к коренной перестройке их химического состава и, как следствие, к их максимальному загрязнению среди всех типов природных вод. Следовательно, экологическое состояние почв является главной причиной формирования химического состава ливневых стоков, концентрирующих загрязняющие вещества и выступающих в качестве одного из факторов санации загрязнения почвенного покрова на территории агломерации г. Горно-Алтайска [2].

В стоках ливневой канализации отмечены максимальные концентрации ряда изученных загрязнителей антропогенного происхождения (нитриты, фосфаты, нефтепродукты и др.), которые превышают ПДК и ОБУВ для вод рыбхозводоемов и местный фон. Однако более значительное превышение действующих эколого-гигиенических регламентов характерно для нормативно-очищенных сбросных вод очистных сооружений, в частности, по соединениям минерального азота и фосфатам – основным составляющим перерабатываемых жидких коммунальных отходов (табл. 2). По нашему мнению, это свидетельствует о низкой эффективности их очистки.

Таблица 2

Максимальное содержание загрязняющих веществ в сточных водах (ед. ПДК, фона*)

Источники сбросов	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	*PO_4^{3-}	НП	*ВВ
Ливневая канализация	0,2	2,4	0,2	0,2	0,1	7	4,5	30
Очистные сооружения	9,7	179,2	1,4	0,6	0,2	45	–	–

Таким образом, в результате проведенного исследования впервые установлена высокая степень химического загрязнения ливневых стоков на территории агломерации г. Горно-Алтайска. С учетом больших объемов их образования представляется необходимым строительство очистных сооружений на водовыпусках ливневки в

р. Майма. Это позволит заметно улучшить качество речной воды, которое в последние годы отвечает категории очень грязных вод 3"Б" (УКИЗВ в пределах 3,05-3,96).

Литература

1. Робертус Ю.В., Кивацкая А.В., Ситникова В.А. Химический состав природных вод на территории агломерации Горно-Алтайска // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2015. – № 1-2. – С. 93-97.
2. Ситникова В.А. Обзор антропогенного загрязнения природных сред на территории агломерации г. Горно-Алтайска // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2014. – № 1-2. – С. 73-77.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИД-ИОНА В ВОДАХ ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

О. Н. Смышляева

Научный руководитель доцент Е. Ю. Пасечник
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томское месторождение подземных вод открыто в междуречье р. Оби и р. Томи сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Рассказовым Н.М. и Удодовым П.А. в 1963 г. В настоящее время воды палеогенового водоносного горизонта данного месторождения эксплуатируются с 1973 г. Томским водозабором в объеме 149,32 тыс. м^3/сут (рис.1), а также двумя водозаборами г.Северск, расположенными на правом берегу р.Томи, производительность которых 60 тыс. м^3/сут [3].

Эксплуатация Томского месторождения подземных питьевых вод в течение первого десятилетия обозначились небольшие изменения в качестве вод, что вполне естественно, учитывая происходящие гидродинамические изменения. Помимо изменений в макрокомпонентном составе вод эксплуатируемого горизонта, на некоторых участках были отмечены тенденции к изменению макрокомпонентного состава, и даже геохимического типа подземных вод (с гидрокарбонатно-кальциевого на хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый за счет «подтягивания» из нижележащих горизонтов хлоридно-натриевых минерализованных вод) [1].

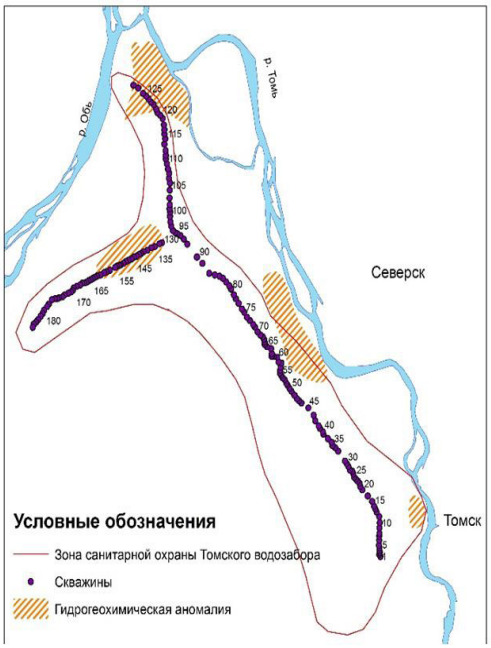


Рис. 1. Схема расположения территории исследований с нанесением данных по зоне распространения хлоридно-натриевых гидрогеохимических аномалий М: 1:500000

Целью работы является исследование распределения хлорид-иона в водах Томского месторождения подземных вод.

Эксплуатация подземных вод на территории Обь-Томского междуречья привела к значительной деформации фильтрационного потока в эксплуатируемом палеогеновом водоносном комплексе. Дренирующее воздействие водозабора также сказалось на режиме уровней подземных вод. В эксплуатируемом водоносном комплексе палеогеновых отложений присутствуют гидрогеохимические аномалии. Площадное их расположение согласуется с границами распространения вод меловых отложений с повышенной минерализацией, приуроченных к зоне замедленного водообмена, где, вероятно, происходит формирование вод за счет миграции их по глубинным разломам из фундамента. Появление наблюдаемых аномалий во времени отчетливо увязывается только с эксплуатацией Томского и Северского водозаборов, так как до начала их эксплуатации по всем разведочным скважинам, пробуренным здесь в 1966-1974 гг., отмечены только фоновые содержания компонентов, в том числе

и хлорид-иона, в подземных водах рассматриваемого палеогенового водоносного комплекса [2].

По характеру развития аномалии имеют локальное распространение по площади с почти неизменными границами во времени. Такое их развитие возможно только за счет перетока подземных вод из меловых отложений в результате изменения граничных условий в вертикальном разрезе пластов, за счет резкого снижения напоров в эксплуатируемом водоносном комплексе палеогеновых отложений Томским водозабором [2].

Содержание хлорид-ионов в палеогеновом водоносном комплексе на большей части Обь-Томского междуречья невелико и находится в пределах от 1 до 10 мг/дм^3 (рис.2). За годы эксплуатации подземного водозабора содержание хлорид-ионов несколько повысилось, но продолжает оставаться на уровне фоновых значений. Максимальные значения содержания хлорид-иона в пределах гидрогеохимических аномалий достигают 416-461 мг/л (рис.3).



Рис.2. Содержание хлорид-иона в водах некоторых эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора

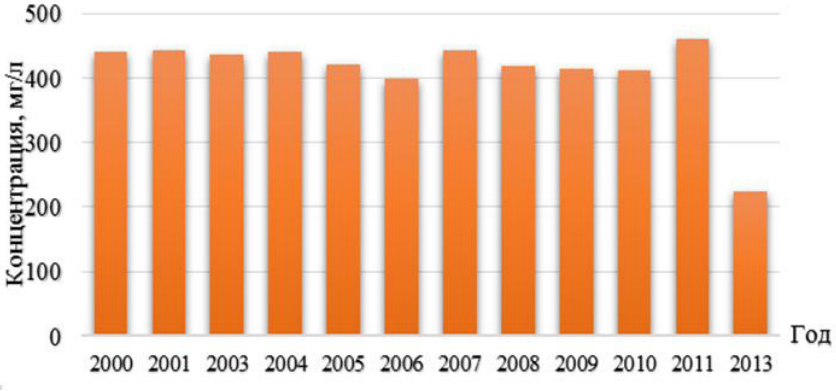


Рис.3. Изменение содержания хлоридов (скв.127) [АО Томскгеомониторинг]

Имеющиеся на сегодня данные не позволяют однозначно объяснить причину этого явления. Особые геохимические условия сформировали на этих участках специфический хлоридно-натриевый тип естественного генезиса. На современном этапе, когда интенсивный водоотбор активизировал процессы массообмена, вызванные необходимостью восполнения водных запасов эксплуатируемого водоносного комплекса, это повлекло за собой развитие новых техногенных геохимических процессов. В качестве возможных вариантов можно назвать вертикальные и горизонтальные перетоки из смежных водоносных горизонтов, изменение условий растворимости горных пород и минералов, в контакте с которыми находится подземная вода [2].

Литература

1. Колоколова В. О. Геохимия подземных вод района Томского водозабора (Томская область): канд. геол-минер. наук. – Томск, 2003. – 197 с.
2. Попов В. К. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, Изд-во «Печатная мануфактура», 2002. – 143 с.
3. Попов В. К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского архитектурно – строительного университета, 2003. – 174 с.

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД СТАРИЧНЫХ ОЗЁР ПОЙМЫ РЕКИ ТОМЬ (ТОМСКИЙ РАЙОН)

А.А. Соколова

Научный руководитель доцент А.Л. Архипов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Загрязнение водных объектов Томского района с каждым годом принимает всё более серьёзный характер. В связи с этим становятся актуальными проблемы изучения степени антропогенного и техногенного воздействия на водные объекты и необходимости разработки критериев оценки состояния окружающей среды. Несмотря на всесторонние исследования различных водных объектов Томского района – родников, рек, озёр, болот [1, 3, 4 и др.], проблеме экологического состояния слабопроточных водоёмов уделено значительно меньше внимания и только в последнее время, например, в работах С.Л. Шварцева, О.Г. Савичева и А.Ю. Иванова [2, 5].

В полевой сезон 2016 года автором было отобрано 16 проб природных вод из старичных озёр поймы Томи: озёра Тартма, Полой и Белое, с озера расположенного около населённых пунктов Казанка и Коларово, также отобраны с озёр, расположенных вблизи Левобережной магистрали: Кривое, Линёво и Беленькое. Антропогенная нагрузка на исследуемых территориях проявляется в наличии мест отдыха населения, а также расположенных вблизи автомобильных трасс и магистралей. Также, около озёр Тартма, Полой и Белое расположены сельскохозяйственные угодья. Расстояние от русла реки Томь до изучаемых объектов не превышает пяти километров: озеро около деревни Казанка – 0,4 км, вблизи деревни Коларово – 1,2 км, озеро Тартма – 1,5 км, озеро Белое – 1,6 км, озеро Полой – 1,8 км, озеро Беленькое – 2,4 км, озеро Линёво – 2,6 км, а до озера Кривое – 3,9 км. При этом, озёра Линёво, Кривое и Беленькое расположены на левом берегу реки Томь и к западу от города Томска. Их площади составляют примерно 0,05 км^2 для озёр Линёво и Беленькое, а для озера Кривое значительно больше – 0,17 км^2. Остальные озёра расположены выше по течению на правом берегу реки Томь, юго-западней города Томска. Площадь озёр Полой, Белое и озёр, расположенных вблизи деревень Коларово и Казанка около 0,08 км^2, а площадь озера Тартма – 0,17 км^2. В каждой точке наблюдения были отобраны по две пробы: с придонного и приповерхностного слоя воды при мощности водного слоя примерно 0,6 м.

Количественный анализ следовых содержаний примесей в отобранных пробах проводился в Центре коллективного пользования "Аналитический центр геохимии природных систем" (Национальный исследовательский Томский государственный университет) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на следующий ряд элементов: Be, Sc, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, La, Ce, Hf, Ta, Th, U (Таблица).

Таблица

Микроэлементный состав природных вод старичных озёр поймы реки Томь (мкг/кг)

	Оз. около д. Казанка*		Оз. около д.Коларово		Оз. Тартма		Оз. Белое		Оз. Полой		Оз. Беленькое		Оз. Линёво		Оз. Кривое	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Be	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
Sc	8,6	8,5	9,6	9,0	8,3	7,6	8,4	8,4	8,8	8,6	12,9	8,7	8,6	9,1	8,7	7,5
Ti	11,8	4,5	36,5	5,4	10,8	5,8	33,8	5,2	8,8	4,3	136,9	7,3	37,4	7,1	19,9	6,4
V	13,6	10,5	11,3	9,0	11,4	12,0	13,1	9,3	12,6	9,3	20,1	11,3	16,2	11,2	16,5	10,5
Cr	37,9	38,0	39,2	36,9	34,0	42,0	38,7	38,6	39,0	38,9	44,2	47,2	48,0	41,9	40,7	40,4
Co	0,9	0,6	0,6	0,5	1,1	0,3	0,7	0,6	0,6	0,4	1,8	0,7	1,2	0,7	0,9	0,5
Ni	5,9	6,3	5,6	4,5	7,7	7,6	5,0	6,6	7,3	5,6	9,6	6,2	8,9	9,4	7,7	6,5
Cu	29,3	31,6	27,4	23,2	34,7	35,0	27,7	41,6	29,6	34,3	29,0	31,8	33,9	39,5	48,2	31,0
Zn	46,9	26,8	49,1	61,0	66,5	65,5	27,5	54,9	35,5	19,7	93,8	58,9	69,0	47,7	71,1	39,2
Ga	0,1	0,02	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,02	1,8	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
Rb	11,5	9,5	11,6	7,2	11,5	10,0	9,6	9,1	13,0	9,3	17,4	9,9	16,4	13,6	14,2	11,7
Sr	36,1	24,7	174,0	172,4	250,7	12,6	7,7	15,3	14,1	12,5	73,1	74,7	137,4	102,5	24,2	15,2
Y	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,05	0,2	0,2	2,1	0,2	0,5	0,1	0,5	0,1
Zr	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	9,6	0,3	0,5	0,2	1,0	0,1
Nb	0,02	0,0	0,02	0,01	0,1	0,02	0,3	0,2	0,1	0,02	0,4	0,02	0,1	0,02	0,05	0,0
Cs	0,5	0,6	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	1,2	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7
Ba	9,9	4,2	15,5	12,6	26,2	5,3	4,0	2,8	4,3	2,9	23,8	9,0	15,4	7,8	7,1	2,6
La	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,04	0,3	0,1	1,7	0,3	0,5	0,1	0,3	0,2
Ce	0,6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,1	3,4	0,3	1,0	0,2	0,9	0,4
Hf	0,1	0,1	0,1	0,03	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,03	0,2	0,03	0,03	0,1
Ta	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,0	0,0	0,1	0,02	0,1	0,03	0,03	0,0
Th	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,6	0,03	0,2	0,1	0,1	0,05
U	0,3	0,5	0,5	0,7	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2

Примечание: 1 – проба отобрана с придонного слоя воды, 2 – проба отобрана с приповерхностного слоя воды.

Для изучения распределения химических элементов в толще воды был подсчитан для каждого озера коэффициент равный отношению содержания химического элемента в приповерхностном слое воды к содержанию того же химического элемента из придонного слоя. В результате данных подсчётов все микроэлементы можно разделить на три группы:

1 группа – микроэлементы с рассчетным коэффициентом значительно меньше единицы во всех исследуемых озёрах, что свидетельствует о концентрации химических элементов в придонном слое воды. К таким элементам относятся Ti, Co, Ga, Rb, Y, Zr, Nb, Ba, Ce.

2 группа – элементы, распределение которых в толще воды происходит равномерно и подсчитанный коэффициент варьирует от 0,5 до 1,5, и в эту группу элементов относятся Sc, V, Cr, Ni, Cs.

3 группа – все оставшиеся элементы, коэффициенты которых для вод разных озёр сильно варьируют.

Для элементов третьей группы выявлены повышенные концентрации в придонном слое только в некоторых из исследуемых озёр, в остальных случаях, распределение по водной толщи более равномерное:

- Zn – в озере возле деревни Коларово (1,2), в озере Белое (2,0);
- Sr – в озере Белое (2,0);
- Ta – в озере возле деревни Коларово (1,5), в озере Белое (2,0), в озере возле деревни Казанка (3,0);
- La – в озере Тартма (1,1);
- Hf – в озере Тартма (1,3), в озере Полой (1,5), в озере Кривое (3,0);
- Be – в озере Тартма Be (2,0);
- U – в озере возле деревни Коларово (1,2), в озере возле деревни Казанка (1,5), в озере Белое (3,6);
- Th – в озере Полой (1,2).

Таким образом, при дальнейших исследованиях данных озёр нужно учитывать, что содержания Ti, Co, Ga, Rb, Y, Zr, Nb, Ba, Ce значительно выше в придонном слое, содержания Sc, V, Cr, Ni, Cs равномерно распределены по всей толще воды во всех озёрах, а при исследовании озёр на состав химических элементов, таких как Be, Zn, Sr, La, Hf, Ta, Th и U, следует обратить особое внимание, так как их содержания в некоторых озёрах распределены неравномерно.

Литература

1. Бракоренко Н. Н., Пасечник Е. Ю. Загрязнение грунтовых вод городских территорий нефтепродуктами (на примере города Томска) // Экология урбанизированных территорий – Москва, 2015. - № 3. – С. 50 – 55.
2. Иванов А. Ю. Закономерности распределения химических элементов в вертикальном профиле донных отложений слабопроточных водоемов Томского района // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2016. – № 12. – С. 88 – 101.
3. Парначёв В. П., Архипов А. Л. О некоторых геохимических особенностях родниковых вод окрестностей города Томска // Роговские чтения: проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий – Томск, 2015 – Т. 1 – С. 49 – 51.
4. Семёнова Н. М., Назаров А. Д., Сидорина Н. Г., Тишин П. А. Исследование и охрана радоновых источников в окрестностях г. Томска // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2016. – № 7. – С. 22 – 34.
5. Шварцев С. Л., Савичев О. Г. Качество речных вод и проблемы управления водопользованием в бассейне реки Томи // Вычислительные технологии – Новосибирск, 2006. – № S6. – С.67 – 78.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЙМЫСОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Т.С. Спиридонов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При эксплуатации месторождений Каймысовской нефтегазоносной области используются воды апт-альб-сеноманских и верхнеюрских отложений, причем наилучшими свойствами обладают воды апт-альб-сеноманских отложений, что подтвердила длительная практика их использования на месторождениях Западной Сибири. Ограничений к использованию вод данного типа нет в связи с их значительными запасами в пределах районов нефтедобычи. При эксплуатации месторождений стоит проблема оценки качества вод с позиции возможного солеобразования[2,3]. Отрицательным геохимическим следствием разработки месторождений методом заводнения, является отложение неорганических карбонатных солей на нефтепромысловом оборудовании. Кроме того, разработка многих месторождений Каймысовской нефтегазоносной области достигла поздних заключительных стадий, когда складываются благоприятные условия для усиления коррозии нефтепромыслового оборудования и ухудшения состояния призабойной зоны нагнетательных скважин. В связи с этим, оценку качества вод необходимо рассматривать с позиции разработки методики оценки склонности вод к отложению неорганических солей на основе расчетов химического равновесия в системе вода-порода [4].

Изучение геохимии подземных вод Западно-Сибирского мегабассейна началось в середине 50-х годов. Большой вклад в исследование данной проблемы внесли Н.Н. Ростовцев, А.А. Розин, М.С. Гуревич, В.Б. Тороговцева, О.В. Равдоникас. В дальнейшем геохимией подземных вод занимались А.Э. Конторович, Н.М. Кругликов, Г.П. Богомяков, Б.П. Ставицкий, Л.М. Зорькин, Ю.Г. Зимин, П.А. Удодов, В.М. Матусевич, С.В. Егоров, С.Л Шварцев, И.И. Нестеров, А.Д. Назаров, В.Ф. Никонов, Г.Д. Гинзбург, В.Г. Иванов и многие другие ученый. В результате проведенных исследований изучен химический состав подземных вод, а также геохимия отдельных элементов бассейна, были выявлены вертикальная и латеральная геохимическая зональности.

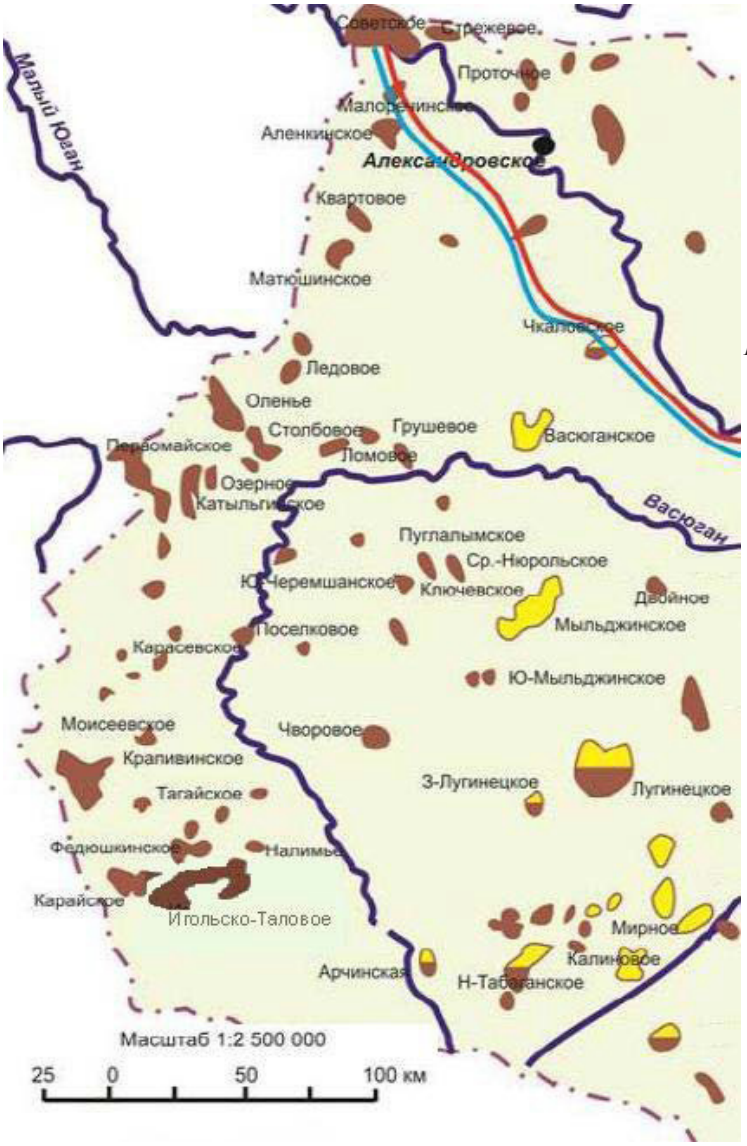


Рис. Обзорная карта месторождений Каймысовской нефтегазоносной области

Объектом наших исследований являются воды нефтяных месторождений Каймысовской нефтегазоносной области Западной Сибири (рис.) апт-альб-сеноманского и верхнеюрского водоносных комплексов. Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс характеризуется наличием горизонтальной гидрогеохимической зональности, типичной для региона в целом. Это, прежде всего, увеличение минерализации, содержания макро- и микрокомпонентов в северо-западном направлении. Минерализация изменяется от 7,25 до 21 г/л, но на большей части исследуемой территории составляет 16-20 г/л. В пределах верхнеюрского комплекса прослеживается аналогичная тенденция увеличения минерализации с 4-6 г/л до 20-22 г/л в том же направлении (табл. 1). Преобладающим типом вод является хлоридный натриевый. В пределах верхнеюрского комплекса также встречен хлоридный натриево-кальциевый тип вод. Содержание хлор-иона изменяется от 92 до 99 %-экв., натрий-иона – от 77 до 90%-экв., кальций-иона – от 4 до 15 %-экв. Воды апт-альб-сеноманского комплекса характеризуются, в основном, слабокислой реакцией (pH колеблется в пределах 6,3-6,6), крайне низким содержанием или отсутствием сульфат-иона. В то время как значения pH вод верхнеюрского комплекса является нейтральным или слабощелочным (pH в пределах 7,3-7,5). В водах апт-альб-сеноманского и верхнеюрского комплексов установлен широкий спектр микрокомпонентов. Среднее значение брома 39,4 мг/л и 40,1 соответственно. Среднее содержание йода по комплексам изменяется от 0,3 до 3,0 л/л и от 0,5 до 3,6 л/л соответственно. Кроме того, в водах обнаружен бор, среднее содержание которого изменяется от 9,8 мг/л в апт-альб-сеноманском комплексе до 12,7 мг/л в

верхнеюрском. Содержание в водах кремния по комплексам варьирует от 12,7 до 17,3 мг/л. В целом, изменение содержания микрокомпонентов в водах апт-альб-сеноманского и верхнеюрского комплексов соответствует изменению их минерализации. Степень насыщенности подземных вод вторичными минералами устанавливалась по величине индекса неравновесности. Расчеты проводились с использование программного продукта HydroGeo (таблица 2).

Таблица 1

Химический состав подземных вод Каймысовской НГО

Показатели	Ед. измерения	Гидрогеологические комплексы	
		Апт-альб-сеноманский	Верхнеюрский
Свита	-	покурская	васюганская и ее возрастные аналоги
Пласт	-	$ПК_{1-24}$	$Ю_1$
Мощность	м	800-1350	50-500
Т воды	◦С	15-75	70-114
Р пласта	МПа	4-23	24-46
Солевой состав вод (по С.А. Щукареву)	-	Cl-Na, Cl-HCO_3-Na	Cl-Na, Cl-Na-Ca, Cl-HCO_3-Na
Химический состав подземных вод*			
pH	-	6,2-6,3(6,25)	7,3-7,5(7,4)
М(среднее)	г/л	7,2-20,5(13,9)	15,4-31,1(22,8)
Ca^{2+}	мг/л	255-287(271)	609-663(638)
Mg^{2+}	“	58-72(65)	(65-80)73
Na^{+}	“	4320-4716(4518)	5604-5904(5754)
K^{+}	“	128-140(134)	174-204(189)
NH_4	“	15,4-25,8(20,6)	28,8-39,2(34,0)
Cl^{-}	“	7856-8118(7987)	12823-13049(12891)
SO_4^{-}	“	19-25(22)	38-46(42)
HCO_3^{-}	“	537-693(615)	824-1016(920)
Br	“	32,4-37,4(34,9)	35,3-44,9(40,1)
SiO_2	“	15,9-18,7(17,3)	17,1-31,5(24,3)
B^{2}	“	7,2-12,4(9,8)	10,2-15,2(12,7)
I^{-}	л/л	0,3-3,0(1,65)	0,5-3,6(2,05)

****Использована фондовая информация ФГУ ТФИ по Томской области и материалы кафедры ГИГЭ ТПУ***
****От-до (среднее)***

Таблица 2

Степень насыщения (L) подземных вод к карбонатным, сульфатным и хлоридным минералам

Водоносные комплексы	Равновесные (L > 0)	Близки к равновесию (0 > L > -5)	Умеренно недонасыщенные (-5 > L> -10)	Недонасыщенные (-10 >L >-15)
Апт-альб-сеноманский	$CaCO_3$к, $MgCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$	$CaCo_3$a, $FeCO_3$	NaCl, $CaSO_4$	NaCl
Верхнеюрский	$CaCO_3$к, $MgCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, $FeCO_3$	$CaCo_3$a, $SrCO_3$, $SrSO_4$	NaCl, $CaSO_4$	NaCl, $FeCO_3$

Таким образом, рассматриваемые воды юрских и меловых отложений являются слабощелочными хлоридными натриевыми и иногда хлоридными гидрокарбонатными натриевыми. В среднем минерализация подземных вод изменяется от 13,9 до 22,8 г/л. Выявлена закономерность постепенного повышения насыщенности вод с минералами вмещающих пород с увеличением глубины их проникновения. Оценка степени насыщенности подземных вод месторождений Каймысовской нефтегазоносной области проводилась по отношению к карбонатным, сульфатным и хлоридным минералам. Было выяснено, что с сульфатными и хлоридными минералами воды неравновесны. Из карбонатных минералов равновесие отмечается с кальцитом, доломитом, магнезитом и сидеритом. Исходя из гидрогеохимической характеристики комплексов, можно предположить, что в скважинах, на исследуемых объектах, бóльшую долю компонентов промысловых отложений будут составлять карбонатные минералы.

Литература

1. Ибрагимов Н.Г. Осложнения в нефтедобыче / Н.Г. Ибрагимов, А.Р. Хафизов, В.В. Шайдаков; под ред. Н.Г. Ибрагимова, Е.И. Ишемгужина. – Уфа: Монография, 2003. – 302с.
2. Кащавцев В.Е. Солеобразование при добыче нефти / В.Е. Кащавцев, И.Т. Мищенко. – М., 2004. – 432 с.
3. Крабртри М. Борьба с солеотложениями–удаление и предотвращение их образования / М. Кратбри, Д. Эслингер, Ф. Флетчер, М. Миллер // Нефтегазовое обозрение. – 2002. – № 2. – С. 52-73.
4. Шварцев С.Л. О равновесии артезианских вод Западно-Сибирского бассейна с горными породами / С. Л. Шварцев, С. А. Юшков, В. Г. Иванов // Геология, гидрогеология и инженерная геология Западной Сибири. - Тюмень, 1982. - С. 32-41. - Библиогр.: 40-41 (16 назв.)

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА МЕТОДОМ КАСКАДНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

А.С. Торопов

Научный руководитель: д.г.-м.н, профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность исследования форм нахождения радионуклидов в водных объектах бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) обусловлена фактическим отсутствием информации о том, как распределяются физико-химические формы техногенных радионуклидов и как они способны мигрировать с поверхностными водами в виде взвешенных веществ, псевколлоидной, коллоидной форме либо в виде растворенных веществ. Механизмы транспорта техногенных радионуклидов с водой исследованы недостаточно, что связано как с методическими трудностями, так и с объективной сложностью определения форм нахождения радионуклидов и элементов в водных системах из-за их ультранизких количеств. Форма нахождения радионуклидов определяет скорость и интенсивность их миграции вблизи радиационно-опасных объектов, а также влияние на состояние окружающей среды и здоровье населения. В данной работе были изучены формы нахождения искусственных радионуклидов в поверхностных водах СИП.

Всего было исследовано 3 водоисточника, где ранее были установлены суммарные активности радиоактивных элементов [1] и которые являются одними из наиболее загрязненных на СИП. Среди них 2 водотока штолен 177 и 503, а также искусственное озеро «Телкем-2».

Для изучения распределения форм нахождения радионуклидов в воде пробы подвергали каскадной фильтрации и выделяли следующие формы: грубое взвешенное вещество (1-10 мкм), тонкое взвешенное вещество (1-0,45 мкм), псевдоколлоиды (0,1-0,45 мкм), коллоиды высокомолекулярных веществ (0,1-100 кДа), органические коллоиды низкомолекулярных веществ (10-100 кДа) и растворенная (<10 кДа).

Радиохимические и спектрометрические анализы проводились в соответствие со стандартными методиками [2-4]. Определение ^{137}Cs и ^{241}Am проводили гамма-спектрометрическим методом на гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором из особо чистого Ge, производства ORTEC, ^{90}Sr – прямым измерением методом бета-спектрометрии с использованием жидкосцинтилляционного спектрометра TriCarb серии 2900, удельную активность $^{239+240}Pu$ определяли после предварительного радиохимического выделения с электроосаждением на металлическом диске методом альфа-спектрометрии с использованием спектрометрической установки Alpha Analyst, производства Canberra.

Величина pH воды штольни 177 площадки «Дегелен» составила 6,76±0,02, минерализация – 400±10 мг/л. Уровень pH в воде штольни 503 составил 7,02, величина минерализации – 420 мг/л. По основным физико-химическим параметрам, вода озера Телкем-2 относилась к щелочной (pH = 8,58±0,02), по степени минерализации – к классу соленых вод (6400±130 мг/л). Содержание органических веществ во всех изученных водных объектах было ниже предела обнаружения (<10 мг/л).

Результаты распределения форм нахождения в водных объектах СИП показаны в таблицах 1-3.

Таблица 1

Формы нахождения искусственных радионуклидов в воде водотока штольни 177, Бк/л

Фракция	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239+240}Pu$
<10 мкм	5,0±0,5	680±70	0,58±0,06
<1 мкм	5,0±0,5	690±70	0,53±0,05
<0,45 мкм	4,3±0,4	660±70	0,44±0,04
<0,1 мкм	3,7±0,4	680±70	0,40±0,04
<100 кДа	3,8±0,4	670±70	0,68±0,07
<10 кДа	3,6±0,4	720±70	0,32±0,03

Таблица 2

Формы нахождения искусственных радионуклидов в воде водотока штольни 503, Бк/л

Фракция	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239+240}Pu$
<10 мкм	<0,3	150±15	0,70±0,07
<1 мкм	<0,3	160±20	0,6±0,06
<0,45 мкм	<0,3	150±15	0,52±0,05
<0,1 мкм	<0,3	150±15	0,37±0,04
<100 кДа	<0,3	130±15	$(7,2\pm0,7)\cdot10^{-2}$
<10 кДа	<0,3	110±10	$(6,2\pm0,6)\cdot10^{-2}$

Таблица 3

Формы нахождения искусственных радионуклидов в воде озера Телкем-2, Бк/л

Фракция	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239+240}Pu$
<10 мкм	<0,4	190±20	0,35±0,03
<1 мкм	<0,4	170±20	0,24±0,02
<0,45 мкм	<0,4	170±20	0,26±0,03
<0,1 мкм	<0,4	160±20	0,30±0,03
<100 кДа	<0,4	160±20	0,11±0,01
<10 кДа	<0,4	160±20	$(4\pm0,4)\cdot10^{-2}$

Активность ^{137}Cs в воде водотока штольни 177 составила 5.0±0.5 Бк/л для самой крупной фракции, снижаясь до 3.6±0.4 Бк/л для растворенной формы (менее 10 кДа). Таким образом, порядка 30 % ^{137}Cs связано с частицами различного размера, находящихся в поверхностных водах. Активность данного радионуклида для воды водотока штольни 503 и озера Телкем-2 была ниже предела обнаружения.

Было установлено, что основной формой нахождения ^{90}Sr была растворенная форма для всех изученных водных объектов. Однако для воды водотока штольни 503 наблюдалось снижение остаточной активности после фильтрации через мембраны, отсекающие коллоидное вещество (10 и 100 кДа) порядка 25-30 % от начальной активности данного радионуклида.

Установлено, что $^{239+240}Pu$ способен находиться как во взвешенной форме, так и в коллоидах и растворенной форме. Так, например, для воды водотока штольни 503 активность $^{239+240}Pu$ изменялась ступенчато с 0,7 до $(6.2 \pm 0.6)\cdot 10^{-2}$ Бк/л, после фильтрации через мембрану с разрешением 10 кДа. Распределение форм нахождения следующее: мембрана 1 мкм удерживает 17% $^{239+240}Pu$, 0,45 мкм – 6%, 0,1 мкм – 21 %, 100 кДа – 43 % и 10 кДа – 1 %.

Для водотока штольни 177 выявлено, что более 50% $^{239+240}Pu$ находилось в растворенной форме.

Для озера Телкем-2 активность $^{239+240}Pu$ снизилась на один порядок с 0,35 to 0,04 Бк/л с максимумом задержания на мембранах, отсекающих коллоиды.

Соотношение между формами нахождения зависит в первую очередь от самого водоисточника и подвержено изменениям условий окружающей среды.

Обобщая результаты по определению форм нахождения радионуклидов в водных объектах СИП, выявлено, что для ^{90}Sr характерна растворенная форма нахождения, для $^{239+240}Pu$ свойственно нахождения в различных формах, с преобладанием коллоидных и растворенных, при этом соотношение форм нахождения зависит от изучаемого объекта. Для установления форм нахождения ^{137}Cs и ^{241}Am необходимы более детальные исследования.

Данные о формах нахождения техногенных радионуклидов в воде могут в дальнейшем послужить основой для разработки практических рекомендаций по оценке радиоэкологического состояния СИП, прогнозирования уровня содержания и миграции радионуклидов в компонентах экосистем на СИП и близлежащих территориях.

Часть работы проведена за счет поддержки Министерства образования и науки Республики Казахстан, номер гранта 0122/14 ПЦФ.

Литература

1. Aidarkhanova A.K. Lukashenko S.N. Investigation of character of distribution of radioactive contamination in the "water – sediments" system of Semipalatinsk Test Site and adjacent territories. // ENVIRA-2015 International Conference proceedings. Greece, 2015. P. PS3-43.
2. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре: МИ 2143-91. - Введ. 1998-06-02. - Рег. № 5.06.001.98. – М.: НПО ВНИИФТРИ, 1991. - 17 с.
3. Методика определения изотопов плутония–(239+240), стронция-90 и америция-241 в объектах окружающей среды (почвы, растения, природные воды). № 06-7-98 от 04.03.1998г. – Алматы: ГП "ЦСМС".
4. Методика определения содержания искусственных радионуклидов $^{239,240}Pu$, ^{90}Sr и ^{137}Cs в природных водах методом концентрирования. ИЯФ НЯЦ РК регистрационный №0307/3 от 5.04.2001.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

Е. С. Торопова, В. Е. Борисова

Научный руководитель профессор А. И. Гавришин
Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ) имени М. И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Воды каменноугольных отложений в Восточном Донбассе отличаются высокой неоднородностью химического состава: они изменяются от гидрокарбонатных кальциевых до хлоридных натриевых, минерализация колеблется от 0,2 до 57,2 г/л, содержания Cl^- – 0,012-35,6, Na^+ - 0,002-17,6 г/л и т.д. (таблица 1). Распределение содержаний компонентов не соответствует нормальной модели, и корреляционные связи могут быть криволинейными [1].

Химический состав подземных вод каменноугольных отложений ***Таблица 1***

Компонент	X	Me	X_{min}	X_{max}	S
pH	7.7	7.7	6.4	8.6	0.5
HCO_3^-	358	352	77	947	135
SO_4^{2-}	485	400	15	1427	405
Cl^-	2366	243	12	35636	7086
Ca^{2+}	337	153	20	4084	716
Mg^{2+}	140	82	4	11145	227
Na^+	1237	252	2	17582	3316
M	4729	1611	178	57419	11149
H	124	75.5	3	922	163

Примечание: во всех аналогичных таблицах X — среднее арифметическое, Me - медиана, X_{min} и X_{max} — минимальное и максимальное значения, S - стандартное квадратичное отклонение (компоненты в мг/л, H - глубина в м).

С помощью G-метода по компьютерной технологии AGAT в водах каменноугольных отложений по химическому составу было выделено 11 однородных геохимических типов (таблица 2). Уверенно выделяются две главные геохимические тенденции в изменении состава подземных вод каменноугольных отложений по глубине, которые отражают прямую и обратную вертикальную геохимическую зональность подземных вод. В таблице 2 геохимические типы располагаются по мере увеличения глубины залегания вод и по геохимическим тенденциям.

Таблица 1

Состав геохимических типов подземных вод каменноугольных отложений (мг/л и %-моль)

Тенденция	Вид	Н, м	pH	Компоненты						M
				HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	
1	1.6	40	7.1	404	355	46	111	47	134	900
				44	48	8	37	25	38	
	1.2	79	7.7	351	425	213	158	58	183	1200
				28	43	29	38	24	38	
	1.3	82	7.7	395	790	315	185	99	333	1900
				20	52	28	29	26	45	
	2.2	102	8.0	380	810	1180	275	168	660	3300
				11	30	59	24	25	51	
	2.1	106	8.0	387	1160	786	316	177	506	3010
				12	46	42	30	28	42	
	3.1	333	8.3	293	86	14700	1300	532	6920	24000
				1	0.4	98.6	18	11	71	
	A.1	730	8.4	290	73	33930	3500	1100	16000	55000
				0.5	0.2	99.3	18	10	72	
2	1.4	28	6.8	247	65	18	71	16	25	320
				68	24	8	59	22	19	
	1.1	50	7.4	382	114	57	65	41	82	550
				61	23	16	32	33	35	
	1.5	73	7.2	310	176	56	90	34	68	580
				49	36	15	44	28	28	
	1.7	100	7.6	372	450	173	98	118	128	1153
				30	46	24	24	48	28	
	4.1	380	7.8	548	418	1250	46	38	1100	3100
				17	16	67	4	6	90	

Первая тенденция является типичным представителем прямой вертикальной геохимической зональности, и она характеризуется по мере увеличения глубины залегания, закономерным переходом от маломинерализованных гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-сульфатных смешанного катионного состава вод к хлоридно-сульфатным и сульфатно-хлоридным смешанного катионного состава и далее к минерализованным хлоридным натриевым (таблица 2).

Главную роль в формировании химического состава вод каменноугольных отложений по первой тенденции играют Cl^- и Na^+, содержание которых возрастает с глубиной, растет так же величина pH вод и уменьшается содержаниеSO_4^{2}. Наглядно закономерности изменения состава вод с глубиной видны по уравнениям

Таблица 2

Состав геохимических типов подземных вод каменноугольных отложений (мг/л и %-моль)

Тенденция	Вид	Н, м	pH	Компоненты						M
				HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	
1	1.6	40	7.1	404	355	46	111	47	134	900
				44	48	8	37	25	38	
	1.2	79	7.7	351	425	213	158	58	183	1200
				28	43	29	38	24	38	
	1.3	82	7.7	395	790	315	185	99	333	1900
				20	52	28	29	26	45	
	2.2	102	8.0	380	810	1180	275	168	660	3300
				11	30	59	24	25	51	
	2.1	106	8.0	387	1160	786	316	177	506	3010
				12	46	42	30	28	42	
	3.1	333	8.3	293	86	14700	1300	532	6920	24000
				1	0.4	98.6	18	11	71	
	A.1	730	8.4	290	73	33930	3500	1100	16000	55000
				0.5	0.2	99.3	18	10	72	
2	1.4	28	6.8	247	65	18	71	16	25	320
				68	24	8	59	22	19	
	1.1	50	7.4	382	114	57	65	41	82	550
				61	23	16	32	33	35	
	1.5	73	7.2	310	176	56	90	34	68	580
				49	36	15	44	28	28	
	1.7	100	7.6	372	450	173	98	118	128	1153
				30	46	24	24	48	28	
	4.1	380	7.8	548	418	1250	46	38	1100	3100
				17	16	67	4	6	90	

Примечание: a_i- максимум в мг/л,b_i - расположение максимума по глубине (в lg H), c_i-крутизна линии регрессии, r_i - коэффициент криволинейной корреляции, H_{max} - глубина максимума в м.

Относительно генезиса первой геохимической тенденции, можно вполне уверенно констатировать, что с глубины 150-200 м начинает ослабевать доля инфильтрационного фактора в формировании химического состава подземных вод и нарастает роль седиментационного. Это сказывается на снижении содержаний в водах SO_4^{2-} и HCO_3^- и повышении Cl^- и Na^+; воды из II типа по О.А. Алекину переходят в III тип. В открытой части Восточного Донбасса переход к минерализованным хлоридным натриевым водам происходит на значительных глубинах около 1 км; в окраинных частях бассейна глубина залегания минерализованных вод значительно приближается к поверхности.

Вторая тенденция отражает обратную вертикальную геохимическую зональность состава подземных вод каменноугольных отложений, когда незначительное возрастание минерализации вод с глубиной сменяется на ее уменьшение и формирование вод содового типа. Указанные закономерности хорошо описываются криволинейной показательной функцией (таблица 3) с высокими коэффициентами корреляции (r_i). По параметрам уравнений регрессии хорошо видны следующие закономерности: максимальная минерализация достигается на глубинах 250-300 м; содержание HCO_3 – увеличивается с глубиной и где достигается максимум, надежно спрогнозировать не удается; содержание SO_4^{2-} и Cl^- максимальны на глубинах 200-350 м и глубже уменьшаются; содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} максимальны на глубинах 100-250 м и уменьшаются с глубиной [3].

Воды с глубиной переходят от гидрокарбонатных кальциевых к сульфатно-гидрокарбонатным и гидрокарбонатно-сульфатным смешанного катионного состава и далее к гидрокарбонатно-хлоридным и хлоридным натриевым (содовым) с минерализацией 2-3 г/л;второй тип вод сменяется на первый с повышенным содержанием HCO_3^- очень низкими Ca^+ и Mg_2^{2+}. Экстраполяция по указанным уравнениям позволяет предположить, что на глубинах более 1 км формируются гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией менее 1 г/л. Выделенные содовые маломинерализованные воды второй геохимической тенденции в Донбассе наиболее вероятно связаны с процессами конденсации водяных паров из водоуглеродной газовой фазы.

Литература

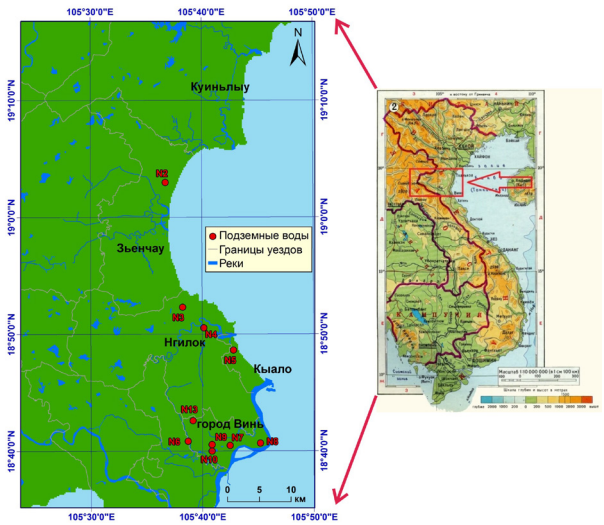
1. Гавришин А.И. Анализ информации о природных и антропогенных объектах, явлениях и процессах: учебное пособие / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. -Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016.- 50-67 с.
2. Гавришин А. И., Борисова В. Е., Торопова Е. С. О формировании химического состава грунтовых вод в шахтинском угленосном районе Восточного Донбасса // Успехи современного естествознания №5/2016. С. 111-115.
3. Гавришин А.И. Гидрогеохимические исследования с применением математической статистики и ЭВМ. М.: Недра, 1974. 146 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ПРОВИНЦИИ НГЕАН (ВЬЕТНАМ)

Чан Тхи Хыонг

Научный руководитель заведующая кафедрой Гусева Н.В

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия



На Земли имеется 23 мегаполиса, из них 16 располагаются на побережье, так как в большинстве случае в прибрежных полосах преобладают оптимальные условия для жизни людей и хозяйственной деятельности. Природные воды этих зон подвергаются загрязнению, высока вероятность их исчерпания и ухудшения качества.

Провинция Нгеан расположена в центральной области Вьетнама и является самой большой по площади (рис.). Большая часть населения провинции Нгеан также проживает в прибрежной зоне, здесь же располагаются промышленные предприятия и ведётся активная сельскохозяйственная деятельность. Все эти факторы, безусловно, оказывают негативное воздействие на состояние окружающей среды, в том числе и на природные воды.

Рис.1 Провинция Нгеан на карте Вьетнама и схема опробования подземных вод прибрежной зоны провинции Нгеан

Целью является оценка эколого-геохимического состояния подземных вод прибрежной зоны провинции Нгеан. Объектом исследования являются подземные воды прибрежной зоны провинции Нгеан. В основу работы положены материалы гидрогеохимических исследований, выполненных Центром мониторинга и инженерной экологии провинции Нгеан. В период с 2011 по 2014 гг. было опробовано 10 пунктов наблюдения за подземными водами. Опробование производилось 4 раза в год (рис 1).

Эколого-геохимическое состояние подземных вод оценивалось на основе двух показателей: коэффициент концентрации $К_С$ и коэффициент концентрации по ПДК – $К_{пдк}$.

Вычисление коэффициента концентрации химических элементов позволяет выявлять загрязнения подземных вод на более раннем этапе. Коэффициент концентрации показывает степень накопления элемента по сравнению с его фоновыми концентрациями. В рассматриваемых водах на протяжении всего периода исследования (2011-2014 гг.) отмечается наличие химических элементов, характеризующихся коэффициентом концентрации более 1. Фоновые концентрации химических элементов рассчитывались как среднее содержание с учетом закона распределения.

Характеристика комплексности аномальных элементов в водах каждого пункта представлена в таблице 1. Наиболее часто встречающимися аномальными элементами в рассматриваемых подземных водах являются марганец, фторид-ион, сульфат-ион и шестивалентный хром, мышьяк, кадмий, ртуть. Эти аномальные элементы в повышенных концентрациях зафиксированы в подземных водах 10 пунктов.

Таблица 1

Распространённость аномальных элементов в подземных водах (по величине Кс)

Количество пунктов наблюдения, где Кс >1	Аномальные элементы	N3	N8	N2	N5	N4	N7	N13	N10	N6	N9
10	Mn, F^-, As, Cd, Hg, SO_4^{2-}, Cr^{+6}										
9	Zn							–			
	NO_3^-								–		
	Pb			–							
8	Fe						–	–			
	Cu									–	–
7	CN^-								–	–	–
4	Cl^-				–	–	–		–	–	–
Количество аномальных элементов в каждом пункте наблюдения		14		13			12		11		

Из 10 пунктов опробования превышение концентраций цинка, свинца и нитрата-иона над фоном отмечается в 9 пунктах. Содержание Fe и Cu в подземных водах прибрежной зоны провинции Нгеан повышенно по сравнению с фоновыми концентрациями в восьми пунктах. В семи пунктах наблюдается повышенное содержание цианид-иона. Повышенное содержание хлорид-иона наблюдается лишь в четырёх пунктах: скважина в селе Нгиен уезда Нгилок (N3), скважина в окрестной зоне промышленного парка Баквинь города Винь (N13), колодец гражданина в деревне Хынгхоа города Винь (N8), колодец гражданина к север-востоку от промышленного кластера Зьенхонг (N2).

Сравнивая 10 пунктов наблюдения, приведённых в таблице 1, мы увидим, что подземные воды пунктов: частный колодец к северо-востоку от промышленного кластера Зьенхонг уезда Зьенчау (N2), скважина в селе Нгиен уезда Нгилок (N3) и колодец в деревне Хынгхоа города Винь (N8) являются наиболее загрязнёнными. Здесь количество аномальных элементов составляет 14. В остальных точках также количество аномальных элементов достаточно высоко от 11 до 13.

Превышение над фоновой концентрацией свидетельствует о непрерывном увеличении содержания перечисленных химических элементов в подземных водах прибрежной зоны провинции Нгеан. Несмотря на их повышенные концентрации относительно фона, превышений предельно допустимых концентраций химических элементов для питьевых вод, согласно требованиям [2], практически не отмечается. Исключение из этого правила составляют только такие элементы как, марганец, железо, хлорид-ион и медь.

Наиболее распространёнными загрязняющими веществами в подземных водах прибрежной зоны провинции Нгеан являются марганец (6 пунктов) и железо (5 пунктов) (табл. 2). Хлорид-ион является загрязнителем в 3 пунктах (N3, N8, N13). Существенное загрязнение медью отмечает в единственном пункте – скважина в селе Нгиен уезда Нгилок (N3).

Таблица 2

Распространённость аномальных элементов в подземных водах (по величине $К_{пдк}$)

Количество пунктов Ci>ПДК	Элементы	N3	N8	N13	N5	N10	N7	N6	N9	N2	N4
6	Mn							–	–	–	–
5	Fe	–		–	–	–	–				
3	Cl^-				–	–	–	–	–	–	–
1	Cu		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Число загрязняющих веществ		3		2			1				

Таким образом, анализируя набор аномальных элементов, величину Кс, периодичность возникновения аномальных концентраций и величину $К_{ПДК}$ наибольшему воздействию подвержены подземные воды в пунктах: скважина в селе Нгиен уезда Нгилок (N3), колодец в деревне Хынгхоа города Винь (N8) и скважина в окрестной зоне промышленного парка Баквинь города Винь (N13) (таб.2). Как показано выше, в пунктах N3 и N8 также отмечается наибольшее количество аномальных элементов (10 элементов). Загрязняющие химические вещества в подземных водах прибрежной зоны провинции Нгеан можно разделить на две группы: тяжёлые металлы (Mn, Fe, Cu) и хлорид-ион. Содержание тяжелых металлов в подземных водах превышают фоновые концентрации, поэтому можно исключать природное происхождение аномальных концентраций. Однако, как известно, в пределах уезда Нгилок разрабатываются многие месторождения полезных ископаемых, особенно месторождения железных и марганцевых руд, поэтому высока вероятность поступления указанных металлов в подземные воды с шахтными водами в процессе добычи полезных ископаемых. Содержание хлорид-иона также превышает фоновую концентрацию, но из-за близости моря следует рассматривать как природное, так и техногенное происхождение. Согласно мнению многих ученых, уровень моря постепенно поднимается и морские воды поступают в подземные воды. С другой стороны, интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к снижению уровней этих вод, что также благоприятствует поступлению в водоносные горизонты морских вод.

Литература

1. Плинк Н. Л. Концепция комплексного управления прибрежной зоной Санкт-Петербурга // Исследование и подготовка кадров в области морских наук. СПб., 2000. – 57 с.
2. QCVN 01:2009/BYT. Национальный технический регламент о качестве питьевых вод. Утвержден постановлением Министерством здравохранения от 2009 г. № 04/2009/TT – BYT г. Ханой. – 9 с.

ЛОКАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.В. Черникова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время среди последствий при осуществлении деятельности по освоению месторождений углеводородов большую роль играют геодинамические последствия, связанные с аномальными деформациями земной поверхности и различными повреждениями скважин. Как следствие, помимо экологических и социально-экономических последствий, серьезным последствием может быть изменение микроклимата нарушенной территории, так как на формирование микроклимата оказывают влияние неровности рельефа с колебаниями высот от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров, что напрямую обусловлено проседанием земной поверхности в результате эксплуатации месторождений и откачки подземных вод. Так же образуемая заболоченность оказывает большое влияние на формирование, как радиационного, так и водного балансов, на круговорот воды, определяя температуру, величину испарения, влажность воздуха.

Хорошо известны случаи аномальных (более 1 м) деформаций земной поверхности на длительно разрабатываемых нефтяных и газовых месторождениях в США, Венесуэле, на Северном море и в других регионах. Инструментально зарегистрированы значительные величины обширных просадок земной поверхности территорий разрабатываемых месторождений: нефтяное месторождение Willmington (США) - 8.8 м; нефтяное месторождение Сураханы (Азербайджан) - 3м; нефтяное месторождение Ekofisk (Норвегия) - 2.6 м; Северо-Ставропольское газовое месторождение - 0.92 м нефтяное месторождение Lagunillas (Венесуэла) - 4.1 м [1]. Экологические и социально-экономические последствия могут быть, как прямыми, к примеру, загрязнение подземных вод продуктами бурения, так и косвенными, к примеру, заболачивание территорий. Известно много примеров негативных последствий активизации суперинтенсивных деформационных процессов на нефтяных и газовых месторождениях. За счет данных процессов на месторождениях помимо деформаций земной поверхности с образованием осадочных форм микрорельефа в толще грунтов подстилающего слоя и как следствие формирование мульды оседания земной поверхности, происходят сильные деформации наземных сооружений, слом обсадных колонн, скважин, порывы трубопроводов, разрывы коммуникаций. Примером активизации суперинтенсивных деформационных процессов является месторождение Самотлор (Западная Сибирь), где отмечается аварийность скважин в зонах аномальной деформационной активности разломов [1].

Целью работы является выявление локальных географических последствий эксплуатации Самотлорского месторождения углеводородов, в том числе в результате отбора подземных вод, и возможного изменения пространственного распределения температуры и характеристик влажности на локальном уровне с учетом высотных изменений.

Исследования проводились в пределах Самотлорского лицензионного участка. Материалом исследований для оценки опускания дневной поверхности послужили данные геодинамического мониторинга [2, 3], а для анализа пространственной дифференциации метеопараметров использованы данные метеостанций: Сургут (59 м), Лобчинские (48 м), Ларьяк(55 м) о среднемесячной и годовой температуре и упругости водяного пара воздуха за период 1880-1981 гг. [4] и за период с 1961-1990 гг. [5].

Самотлорское месторождение расположено вблизи города Нижневартовска, на Западно-Сибирской равнине, в районе озера Самотлор. Рельеф местности слабо пересеченный и представляет собой моренную равнину, поверхность почти плоская с пологими положительными и отрицательными формами рельефа [6]. Абсолютные отметки составляют в среднем 80-90 м с понижениями в области речных долин до 45 -70 м. Территория района исследований располагается в умеренном климатическом поясе. Климат резко-континентальный с длинной суровой зимой с порывистыми ветрами, метелями и устойчивым снежным покровом и с непродолжительным дождливым, прохладным летом. Среднегодовая температура воздуха –3°С. Самым холодным месяцем является февраль, а самым теплым – июль. Господствующее направление ветров: западное, юго-западное – зимой и северное, северо-западное – летом. Режим увлажнения определяется количеством осадков, в среднем за год выпадает 590 мм осадков. Для данного района характерно преобладание испарения над осадками, избыточное увлажнение. Территория характеризуется обилием рек, озер, болот, гидрографическая сеть района принадлежит бассейну р. Обь. Площадь Самотлорского лицензионного участка расположена на водоразделе ее правых притоков – рек Ватинского Ёгана и Вах, медленное течение и слабый сток которых обусловили сильную заболоченность пойменных участков.

Для наблюдений за геодинамическими процессами, происходящими в недрах при добыче углеводородов, создан Самотлорский геодинамический полигон. Основной задачей геодинамического мониторинга является выявление количественных показателей горизонтальных и вертикальных сдвигов земной поверхности и условий формирования деформационных процессов. Для выявления возможного техногенного влияния добычи подземных вод на формирование деформаций земной поверхности авторами [3,4] выполнялись работы по анализу результатов гидрогеологического мониторинга. На Самотлорском месторождении для целей хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения эксплуатируются подземные воды алтым-новомихайловского горизонта. На территории действует 27 водозаборов (68 скважин в эксплуатации), каптирующих пресные подземные воды олигоценового водоносного горизонта. По состоянию на 01.01.2016 г. (за период 1997-2015 годы) извлечено более 20 млн.м^3, что свидетельствует о большой их практической значимости для целей нефтепромысла [4]. Авторами [4] по карте-схеме изолиний накопленного водоотбора подземных вод за период 1997-2015 гг., совмещённой с изолинией вертикальных сдвижений мульды оседания за 2002-2015 гг., установлено влияние забора вод на формирование современных деформационных процессов, выявлено наличие корреляционных связей площадей максимальных отборов с зонами максимальных оседаний, то есть максимальные значения изолиний добычи подземных вод (от 800 до 1400 тыс. м^3) входят в зону максимальных изолиний (от -50 до -80 мм) мульды оседания [4]. Таким образом, локальным последствием является оседание земной поверхности, усиление заболачивания территории и изменение ландшафта.

Изменение метеорологических величин, характеризующих температурно-влажностный режим приземного слоя атмосферы, также является одним из локальных последствий эксплуатации месторождений. Для анализа пространственной дифференциации метеопараметров был вычислен вертикальный градиент, который представляет собой изменение метеопараметра с высотой на единицу расстояния по вертикали (100м), взятое с обратным знаком. При исследовании пространственных распределений климатических характеристик и их изменений широко распространено использование высотных зависимостей [7, 8], которые позволяют при изменении рельефа местности вычислять климатические нормы, например, температуры и влажности воздуха.

Вертикальные градиенты температуры воздуха и упругости определялись по формуле $\gamma=-\Delta T/\Delta z*100$ и приводились к 100 м, где $\Delta T=T_2-T_1$, $\Delta z=z_2-z_1$ – приращение температуры (или упругости водяного пара) и высоты. По данным на метеостанциях Сургут и Лобчинские были рассчитаны вертикальные градиенты температуры воздуха и упругости водяного пара в приземном слое (таблица).

Таблица

Вертикальные градиенты температуры воздуха (t) и упругости водяного пара (e)

Метеостанции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, ºС/100 м	12,7	10,8	2	-9,3	0,2	6,9	2,9	3,2	-5,5	0,6	-14,2	-2,9
e, гПа/100м	2,1	2,1	-0,1	-4,9	-3,7	-2,3	-4,4	0,7	-5,4	-0,7	-1,9	1,1

Вертикальный градиент температуры воздуха рассчитанный по данным наблюдений на паре метеостанций равен в среднем за год 0,6ºС/100 м, что соответствует стандартному распределению температуры с высотой в реальной атмосфере. Максимальное изменение температуры с высотой характерны для большинства зимних месяцев и апреля (табл. 1). Причем повышение температуры с высотой (инверсия) отмечается в первой половине зимы (ноябрь -14,2*ºС*, декабрь -2,9*ºС*) и в центральные месяцы переходных сезонов года (апрель -9,32*ºС*, сентябрь -5,5*ºС*). В остальные 8 месяцев года наблюдается понижение температуры с высотой, ее колебание составляет от 0,2*ºС* в мае до 12,7*ºС* в январе, максимум приходятся на вторую половину зимы. В летний период температурных инверсий не наблюдается.

Вертикальный градиент упругости водяного пара равен в среднем за год -1,5гПа/100 м. Для территории характерны инверсионные явления, повышение упругости водяного пара с высотой, практически во все месяцы. В январе, феврале, августе и декабре упругость водяного пара уменьшается с высотой, ее колебание составляет от 0,7 гПа в августе до 2,1 гПа в январе. Изменение климатической нормы влажности с высотой практически совпадает с градиентами температуры воздуха, если наблюдается инверсия температуры, то влажность увеличивается с высотой.

Локальным географическим последствием эксплуатации Самотлорского месторождения является оседание земной поверхности, причем максимальное оседание наблюдается в зонах влияния многолетней работы

водозаборов. Вычисленные вертикальные градиенты температуры и влажности позволяют сделать вывод, что в настоящее время изменение температуры и влажности воздуха несущественное в пределах погрешности измерения из-за небольших опусканий. Более значимые изменения будут происходить, если поверхность опустится на большую величину. Например, по существующим прогнозам возможно опускание дневной поверхности на 15 метров, которое может повлечь снижение температуры на 2°С в январе. Возможно изменение влажностного режима подстилающей поверхности, водного и теплового баланса территории.

Литература

1. Кузьмин Ю.О., Никонов А.И.. Оценка геодинамических последствий разработки Бованенковского НГКМ// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. - Т. 1, № 2. - С. 10-15
2. Васильев Ю.В., Мимеев С.В. Техногенное влияние добычи пресных подземных вод на современные деформационные процессы Самотлорского месторождения // Академический журнал Западной Сибири. Том 12, №2(63),2016. С.12-15.
3. Васильев Ю.В., Вашурина М.В. Гидрогеологические исследования при геодинамическом мониторинге Самотлорского месторождения // Материалы XIX Всероссийского совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Тюмень, 2009. С.125-129
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 17. Тюменская и Омская области. Многолетние данные.– Л.: Гидрометеоиздат. 1998.
5. Российский гидрометеорологический портал. [Электронный ресурс]. – URL: http://meteo.ru/ (дата обращения 5.11.16)
6. Природные комплексы и компоненты рекреационных ресурсов Нижневартовского района [Электронный ресурс]. - URL: http://works.doklad.ru/view/nXKlqcYMuWw/3.html (дата обращения 5.12.16)
7. Николаева О.П., Сухова М.Г. Построение картографических моделей климатического фона бассейна р. Майма //Политематический сетевой электронный научный журналКубГАУ, №113(09), 2015
8. Севастьянов В.В., Дьячкова Л.П. О вертикальном градиенте температуры воздуха в Горном Алтае в летний период // Гляциология Алтая. -Томск. -1981. - Вьш. 15. - С. 73-77.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВА ВТОРИЧНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ФАЗЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ИЗ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШ-БЕЛДИР (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

Е. А. Шевченко

Научный руководитель заведующий кафедрой ГИГЭ Н. В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уш-Белдир является крупным месторождением азотных терм. Уш-Белдирские термы располагаются на крайнем востоке Тувинской Республики в Прихубсугульском нагорье у слияния р. Шишхид-Гола с реками Белином и Бусин-Голом (рис. 1.). Абсолютные высоты колеблются от 1120 м в месте выхода терм на берегу р. Шишхид-Гола до 2600-2800 м на вершинах горных хребтов. Ландшафт типично горно-таежный. Поросшие густым лесом горы имеют крутые склоны и обрамляют Белино-Бусинскую котловину.

Геологическая структура представляет собой громадные глыбовые блоки, разбитые системой региональных разломов. Главный Бусино-Белинский разлом протягивается в близком к меридиональному направлению вдоль рек Бусин-Гола и Белина, отделяя восточный приподнятый массив от опущенного западного крыла. Широтные разломы имеют подчиненное значение. Уш-Белдирские термы находятся в месте пересечения меридиональных и широтных разломов. Породы представлены метаморфическими толщами верхнего протерозоя (гнейсы, кварциты, сланцы) и синия (мраморы, сланцы и т.д.), а также прорывающими их нижнепалеозойскими (габбро, диориты, габбро-диориты) и девонскими (граниты, сиениты) интрузиями. Новейшие горообразовательные процессы в кайнозое сопровождались излияниями покровных базальтов. Бусино-Белинская впадина заложившаяся вдоль основного разлома, выполнена четвертичными осадками мощностью в несколько десятков метров[3].

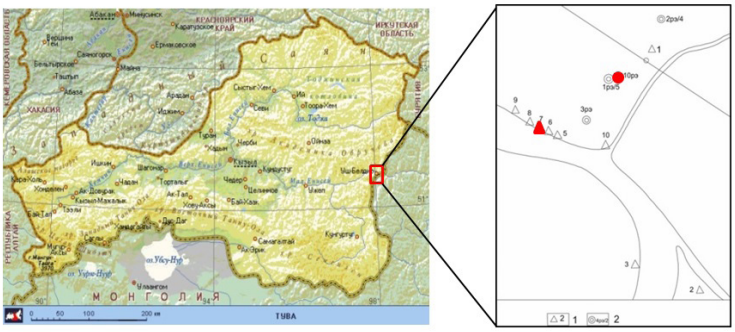


Рис. 1. Карта-схема размещения месторождения термальных вод Уш-Белдир (а) и смеха выходов термальных вод (б): 1- источник; 2- зондировочная скважина; цифра у водопункта – порядковый номер, красным обозначены пункты отбора проб

В пределах исследуемой территории располагается четыре разведочно-эксплуатационных скважины и восемь родников. Разгрузка термальных вод месторождения Уш-Белдир сопровождается процессами осаждения вторичной минеральной фазы на арматуре скважин и каптирующих устройствах родников (рис. 2).

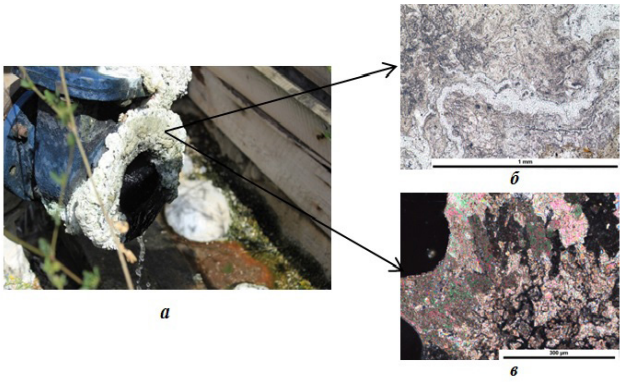


Рис. 2. Вторичная фаза на изливе вод скважины 10 рэ (а) и шлифы минералов при одном николе (б) и при скрещенных николях (в)

Для исследования условий формирования вторичной минеральной фазы и ее состава были отобраны пробы воды и образцы минералов на изливе скважины 10рэ и на выходе источника 7 (рис. 2 а). (табл.) и произведена оценка степени насыщенности термальных вод Уш-Белдирского месторождения вторичными минералами графическим и аналитическим способом.

Таблица

Результаты химического анализа термальных вод Уш -Белдирского месторождения

Место отбора	T	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Об.ж.	Si	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Мин.
	°C	ед. pH	мг/л				мг-э/л	мг/л					
Скважина 10 рэ	79,8	9,72	78,0	102,5	33,1	18,8	0,16	60	3,1	0,07	123,7	3,8	363,09
Источник 7	50,6	9,15	27,6	116,0	45,0	16,4	0,23	43	4,6	0,03	106,4	2,6	318,63

Рассматриваемые воды являются горячими, щелочными, пресными, гидрокарбонатными натриевыми. В водах отмечается низкая концентрация магния, которая значительно ниже концентрации калия. Особенностью вод как всех термальных вод является высокая концентрация кремния.

В составе образующейся вторичной фазы обнаружены в преобладающем количестве кальцит, отдельные агрегаты доломита и кремнистой массы (возможно опал-халцедоновой).

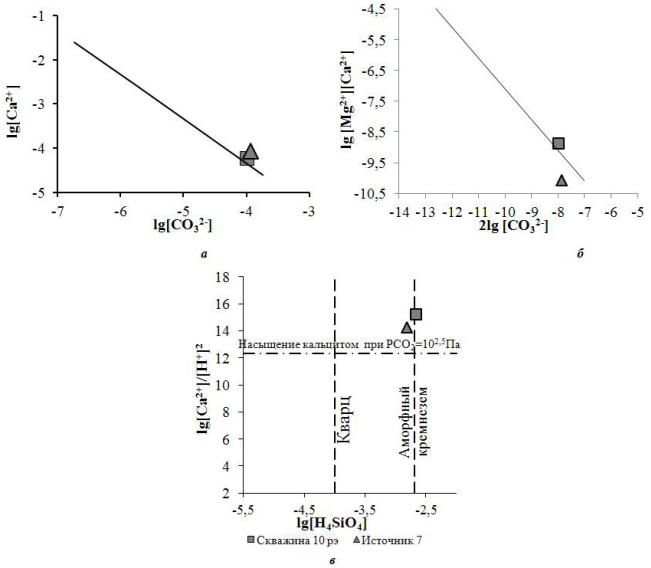


Рис. 3 Диаграммы равновесия вод с кальцитом (а), доломитом (б), кварцом и аморфным кремнезем (в)

На рисунке 3 представлены диаграммы равновесия вод с карбонатными минералами (кальцитом и доломитом) и кремнистыми минералами (кварцем и аморфным кремнеземом) с нанесением данных по составу вод месторождения Уш-Белдир. Положение точек выше линии равновесия свидетельствует о насыщенности вод скважины 10рэ и источника 7 рассматриваемыми минералами. Соответственно в водной среде складываются благоприятные геохимические условия для осаждения из вод кальцита, доломита, кварца и возможно опала, которые и обнаруживаются в исследованной вторичной фазе.

Литература

1. Гаррелс Р. М., Крайст Ч. Л. Растворы, минералы, равнвоесия. – М: Мир, 1968. – 62 с.
2. Методы минералогических исследований / Под. ред. А. И. Гинзбурга – М: Недра, 1985. – С. 345 – 403.
3. Пиннекер Е. В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Кызыл, 1968. – С. 20 – 27.
4. Шварцев С. Л. Общая гидрогеология. – М: Альянс, 2012. – С. 71.

ОЦЕНКА ГЛУБИННЫХ ТЕМПЕРАТУР ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШ-БЕЛДИР (ТУВА)

А.В. Шестакова

Научный руководитель зав. каф. ГИГЭ Н.В. Гусева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основными задачами геохимических исследований геотермальных систем является прогнозирование пластовых температур для понимания циркуляции термальных флюидов и получения информации об их происхождении. Основное предположение заключается в том, что концентрации многих компонентов в геотермальных флюидах отражают тепловые условия на глубине [3]. Использование геохимических исследований существенно снижает затраты на геотермальную разведку. Опираясь на предположение, что концентрация растворенных компонентов в термальных водах связана с температурой резервуара, многие авторы разработали геотермометры для исследования геотермальных флюидов при различных условиях, в основном, катионные и кремниевые. Геотермометры были успешно применены ко многим термальным водам и стали важным и необходимым инструментам геотермальной оценки. Тем не менее, в своей простоте геотермометры могут потерпеть неудачу, т.к. полуэмпирические корреляции, на которых они основаны, не всегда действительны для всех геохимических систем, а отсутствие информации о геохимических условиях на глубине резервуара затрудняет использование ионных геотермометров [6, 3]. Кроме того, геотермальные флюиды, восходящие к земной поверхности, как правило, подвергаются потери газа, смешиванию и/или разбавлению холодной грунтовой, маскируя свои истинные глубинные геохимические особенности. По этим причинам интерпретации результатов расчетов геотермометров является сложной задачей.

Существует и другой подход для определения температуры геотермального резервуара, предложенный Reed и Spycher (1984). Этот метод заключается в вычислении индексов насыщения вод потенциальными минералами в диапазоне температур, при этом группа минералов достигает равновесия при определенной температуре. Эту температуру, при которой максимальное количество минералов находятся в равновесии друг с другом и с геотермальной жидкостью, можно считать температурой пласта [5]. В связи с распространенностью геотермальных источников и наличием нескольких методов температурной оценки резервуара, выбор наиболее достоверного и надежного способа установления температуры является весьма актуальным. Целью данного исследования является определение глубинной температуры циркуляции термальных вод на примере месторождения Уш-Белдир (Тува).

На юго-востоке республики Тыва на границе с Монголией находится действующий лечебный курорт Уш-Белдир, представляющий собой крупное месторождение азотных терм. Источники располагаются в Прихубсугульском нагорье на абсолютной высоте 1120 м в месте слияния трех рек: Шишхид-Гол, Белин и Бусин-Гол. Месторождение насчитывает 10 термальных источников с температурой от 37 до 83 ºС, а также в 50-х годах 20 века было пробурено 4 разведочно-эксплутационных и 9 зондировочных скважин. Термальные воды используют для физиотерапевтических процедур, бытовых нужд и обогрева корпусов санатория.

В 1932 г. советский гидрогеохимик Левченко В.М. проводил изучение термальных вод Уш-Белдира, после чего через год здесь открыли небольшой курорт. Последующее изучение источников проводилось геологами, гидрогеологами и бальнеологами в 1945-1955 гг. (Обручев С.В., Архангельская В.В., Махин Г.В., Богородицкий К.Ф. и др.). В 1963-1966 гг. был произведен подсчет запасов термальных вод Центральным институтом курортологии и физиотерапии, результаты этих работ освещены Барабановым Л.Н. и Сидоровым В.Е. (1967 г.) [1]. Недавние работы по опробованию родников на Уш-Белдире проводились летом 2015 г сотрудниками ПНИЛ гидрогеохимии. В работе использовались данные по скважине 3 рэ с глубиной 63 м и самой высокой температурой.

В геологическом строении данной территории участвуют метаморфические породы верхнего протерозоя (гнейсы, кварциты, сланцы) и синия (мраморы, сланцы), а также прорывающие их нижнепалеозойские (габбро, диориты, габбро-диориты) и девонские (граниты, сиениты) интрузии. Здесь располагается обширное Восточно-Тувинское поле кайназойских базальтов [1]. С учетом уровня теплового потока на территории Тувы, а также средней теплопроводимости метаморфических и магматических пород в горных районах южной Сибири (2,5 Вт/м ºС), изменение геотермического градиента на Уш-Белдире составляет 2,7 ºС на каждые 100 м глубины.

По химическому составу подземные воды Уш-Белдира относятся к содовому типу вод, с высокой температурой воды при разгрузке – 83 °С, очень низким окислительно-восстановительным потенциалом -476 мВ, и щелочными условиями среды (pH 9,46). Воды гидрокарбонатные натриевые, пресные, с низким содержаниями основных макрокомпонентов и, соответственно, низкой минерализацией – 374 мг/л, также подземные воды Уш-Белдира характеризуются высокими значениями SiO_2 – 116 мг/л и F – 13 мг/л (табл.).

Таблица

Химический состав термальных вод Уш-Белдира

Номер скважины	Параметры													
	T	Eh	pH	CO_3	HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	K	SiO_2	F	Минерализация
	ºС	мВ		мг/л										
3 рэ	83	-476	9,46	87	110	26	21	2,1	0,6	111	3,4	116	13	374

Для оценки пластовых температур по методу Reed и Spycher (1984) в программном комплексе PhreeqC, используя химический состав вод, были рассчитаны индексы насыщения вод (SI) различными минералами в зависимости от температуры. Если индексы насыщения SI относительно нескольких минералов стремятся к равновесию (SI от 0 до ±0,5) при определенной температуре, эта температура соответствует наиболее вероятной пластовой температуре, или, температуре исходного водоносного горизонта для конкретной рассматриваемой воды [4]. Диапазон расчетных температур был выбран от температуры разгрузки до 200 ºС. Выбор минералов для построения графиков зависимости индексов насыщения вод от температуры основывался на определенном типе вод и предполагаемых для этого типа минералов гидротермальной системы.

Согласно расчетам индексов насыщения вод Уш-Белдира при температуре разгрузки 83 ºС наблюдается насыщение вод Уш-Белдира карбонатными минералами (кальцитом, магнезитом) и низкотемпературным смектитом, при этом воды далеки от равновесия с ангидритом, флюоритом и альбитом (Рис.). Линии индексов насыщения вод смектитом, воллостанитом, кварцем и халцедоном пересекаются в области близкой к нулю при температуре 120–140 ºС, что отражает пластовую температуру геотермальной системы.

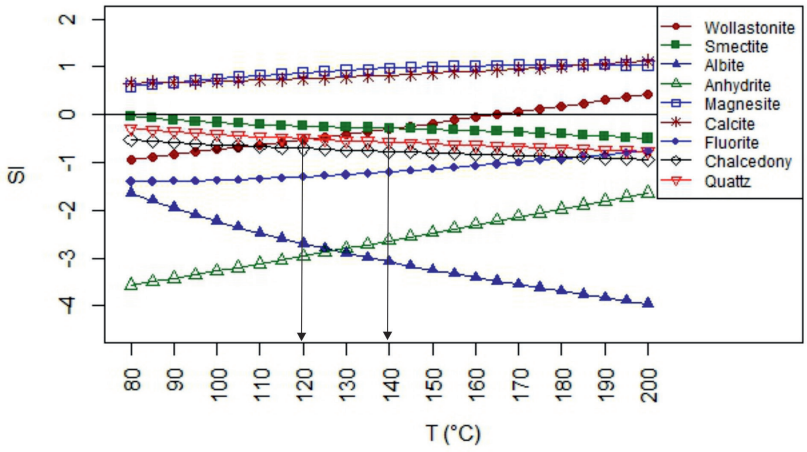


Рис. Диаграмма равновесий минералов для термальных вод Уш-Белдира

В предыдущих исследованиях оценка глубинных температур Уш-Белдира с помощью геохимических Na-K, кремниевого и Na-K-Ca геотермометров показала, что прогнозная температура резервуара составляет от 113 до 149 ºС. Оба метода показали хорошую сходимость результатов, разница температур составляет не более 20 ºС. С учетом геотермического градиента, глубины циркуляции подземных вод Уш-Белдира составляют около 5 км.

Согласно классификации выделения геотермальных районов, территория Уш-Белдира относится к нормальному классу, с температурным градиентом менее 40 ºС/км [2], а оцененные прогнозные пластовые температуры термальных вод Уш-Белдира составляют 120–140 ºС, при этом температура воды на выходе – 83 ºС. С точки зрения коммерческого использования, воды с температурой на глубине менее 150 ºС не представляют интереса для выработки электроэнергии. Однако для местного использования в качестве обогрева корпусов и физиотерапевтического лечения этой температуры достаточно и это подтверждает более чем 60-летний опыт эксплуатации данного месторождения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 16-35-00324).

Литература

1. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское книжное издательство. – 1968. – 105 с.
2. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
3. Battistel, M., Hurwitz, S., Evans, W., Barbieri, M., 2014. Multicomponent geothermometry applied to a medium-low enthalpy carbonate-evaporite geothermal reservoir. Energy Procedia 59, 359–365. doi:10.1016/j.egypro.2014.10.389
4. Gökgöz, A., Akdağoğlu, H. Hydrogeology and hydrogeochemistry of a coastal low-temperature geothermal field: a case study from the Datça Peninsula (SW Turkey) // Environ. Earth Sci. – 2016. – V.75. – P.1143.
5. Peiffer, L., Wanner, C., Spycher, N., Sonnenthal, E.L., Kennedy, B.M., Iovenitti, J., 2014. Optimized multicomponent vs. classical geothermometry: Insights from modeling studies at the Dixie Valley geothermal area. Geothermics 51, 154–169. doi:10.1016/j.geothermics.2013.12.002
6. Spycher, N., Peiffer, L., Sonnenthal, E., 2014. GeoT user ' s guide, a computer program for multicomponent geothermometry and geochemical speciation. Lawrence Berkeley Natl. Lab. Rep. Number LBNL-6172E 1–38.

СЕКЦИЯ 8

КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА КАРСАКПАЙ-УЛЫТАУСКОЙ ЗОНЫ ГЕОСУТУР И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НА ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Е.Ж. Маманов

Научный руководитель, профессор А.Б. Байбатша

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

В статье приведены результаты по материалам полевого геологического изучения и дистанционного зондирования Земли Карсакпай-Улытауской зоны, которые служат с одной стороны для прогноза перспективных на полезные ископаемые участков, а с другой – отражают особенности геологического строения площади.

Район характеризуется расположением его в зоне глубинных разломов, исходя из этого развитием линейных геолого-структурных формаций с особыми термодинамическими условиями. В геосутурной зоне обособляется Карсакпай-Улытауский пояс базит-ультрабазитов, маркирующий ее глубинность. Через эту зону проходит Западно-Улытауский глубинный разлом, который расположен по границе Улытауского антиклинория и Торгайской синеклизы. Он протягивается меридионально и субмеридионально узкой полосой протяженностью порядка 300 км[1,9,10].

Напряженность термодинамической обстановки обусловлена расположением зоны в геосутуре второй кольцевой структуры Казахстана [2] и выразилась в особом метаморфизме пород, развитии рудоконтролирующих метаморфо- и гидротермально-метасоматических образований [3]. Анализ показывает, что особенности геотектоники и геодинамики территории Казахстана хорошо согласуются с плюм-тектонической природой их формирования [4].

В геологическом отношении описываемая территории охватывает центральную часть Карсакпай-Улытауской тектонической зоны. Домезозойские отложения территории образуют крупные структурно-формационные зоны: Байконырскую, Улытау-Арганатинскую и Жезказганскую.

Байконырская зона прослеживается в западной части рассматриваемого пояса и характеризуется преимущественным распространением нижнепалеозойских образований. Улытау-Арганатинская зона охватывает центральную часть площади. В ее пределах обнажаются преимущественно древние, протерозойские толщи. Зона подразделяется на две подзоны: Майтобинскую (область распространения палеопротерозойских отложений) и Карсакпайскую (область преимущественного распространения мезо- и неопротерозойских или рифейских отложений). Жезказганская зона в пределах района работ охватывает западное крыло Жезказган-Сарысуской впадины [4]. Для нее характерно распространение верхнепалеозойских отложений.

Для прогноза перспективных на полезные ископаемые участков и приуроченности их к определенным рудоконтролирующим структурам по материалам дистанционного зондирования Земли составлены космоструктурные схемы 1:200 000 масштаба [3].

В результате выполнения работ выявлено значительное количество различных структурных элементов, которые с одной стороны отражают особенности геологического строения площади, а с другой – могут быть использованы в качестве критериев оруденения. В пределах участка Карсакпай основными выявленными элементами, имеющими рудоконтролирующее значение, по нашему опыту работ, являются:

– линейные структуры, которые представляют собой одиночные разрывные нарушения, зоны трещиноватости, участки развития кливажа;

– кольцевые и дуговые структуры, отражающие надинтрузивные участки разуплотнения пород, очаговые структуры гидротермально-магматогенного характера;

– интрузивные тела различного состава и ореолы магматогенно-термального воздействия на вмещающие породы.

Так, по металлогении площади, приводится мнение на возможные полезные ископаемые, основанное на общегеологических представлениях, общедоступных материалах по полезным ископаемым площади.

Исходя из этого, на изученной площади, в первую очередь следует ожидать гидротермально-магматогенные полезные ископаемые.

Следует отметить, что с телами ультраосновных и основных интрузивных пород может быть связано оруденение металлов платиновой группы, хромитов, железа и хризотил-асбеста. В этом случае наиболее перспективным участком нам представляется центральная часть площади, где на дневную поверхность выходит зона «малых» тел ультраосновных и основных пород.

С интрузиями кислого состава в западной части площади можно ожидать кварцево-жильные проявления золота, полиметаллов, олова, вольфрама. В этом случае, потенциально рудоносные участки могут контролироваться проницаемыми структурами (одиночными дизъюнктивами, узлами сопряжения разнонаправленных разрывных нарушений), расположенными в непосредственной близости от вскрытых эрозией интрузивных тел.

Дополнительным критерием прогнозирования рудоносности могут служить телескопированные системы

кольцевых структур. Многими геологами-исследователями отмечается пространственная связь месторождений золота, полиметаллов, вольфрама, олова и др. с кольцевыми и дуговыми структурами. В этом случае следует обращать особое внимание на узлы сопряжения дуговых сегментов кольцевых структур с разрывными нарушениями.

Рекомендуется при выделении локальных участков для постановки поисковых работ дополнительно использовать доступную геофизическую, геохимическую и минерагеническую информацию.

В результате выполнения работ в Улытауском районе также выявлено значительное количество различных космогеологических структур, которые с одной стороны отражают особенности геологического строения площади, а с другой – могут быть использованы в качестве критериев оруденения.

По нашему мнению на изученной площади в первую очередь следует ожидать магматогенные месторождения полезных ископаемых. В этом случае наиболее перспективным участком представляется весь западный фланг площади, где на дневную поверхность выходит большое количество «малых» тел ультрамафитов [5-8].

С кислыми интрузиями можно ожидать кварцево-жильные проявления золота, полиметаллов, олова, вольфрама. В этом случае потенциально рудоносные тела могут контролироваться проницаемыми структурами (дизъюнктивами, зонами повышенной трещиноватости, узлами сопряжения разнонаправленных разрывных нарушений), расположенными в непосредственной близости от вскрытых эрозией интрузивных тел, или в надкупольных частях слепых массивов [9-12].

Полевые геологические работы, проведенные в данном районе показали особую перспективность участка Караторгой в связи с малыми телами ультрабазитов и базитов, в которых обнаружено вкрапления сульфидов меди и никеля.

При планировании поисковых работ следует обратить особое внимание на кольцевые структуры, которые возможно контролируют локализацию масштабного медно-никелевого оруденения на глубине. В связи с этим следует проектировать картировочно-поисковые скважины для обнаружения в этих структурах глубокозалегающих очагов оруденения, которые следует комплексировать соответствующими геофизическими работами.

Литература

1. Байбатша А.Б., Плюм-тектоническая природа геологических структур и геодинамики территории Казахстана// ГеоБайкал 2016 - Иркутск, Россия, 22-26 августа 2016 г.
2. Байбатша А.Б. Маманов Е.Ж. Перспективы выявления поисковых геологических предпосылок по данным космического зондирования // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – Алматы. - 2015. - № 1. – С. 8-13
3. Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Маманов Е.Ж. О возможности детальных космогеологических работ для выявления скрытых геологических образований // Материалы МНК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан и стран СНГ».– Алматы, 2015. – С. 28-33.
4. Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. Геологическое строение Казахстана. – Алматы: Академия минеральных ресурсов РК, 2000. – 396 с.
5. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. - Т. 1. Глубинное строение и геодинамика. - Алматы, 2002. - 234 с.
6. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. - Том 2. Металлогения. – Алматы, 2002. – 272 с.
7. Baibatsha A.B. Connection geological structure and mineral resourses of Kazakhstan with plum // Gordon research conference. - Massachusetts, USA, 2015. – P.10.
8. Baibatsha A.B. Plum tectonic nature of geodynamical development of Kazakhstan // International conference on Geology. - Florida, USA, 2015. - P. 44.
9. Baibatsha A.B., 35th IGC. Geodinamic model of development and the tectonic structure of Kazakhstan from the standpoint plume tectonics//35th International geological congress 2016. 27 august-2 september, 2016. Cape Town, South Africa.
10. Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A., Mamanov E.Zh. Detection of deep ore-controlling structure using remote sensing // Report on the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. - Albena, Bulgary, 2015. - P. 113-118.
11. Baibatsha A.B., Dyusembaeva K.Sh., Mamanov E.Zh. Mineralogy of ores of copper-nickel ore occurrences “Karatorgai”//Известия АН РК. Серия геология и технические науки. – Алматы. - 2015. - №5 . – С. 90-95.
12. Baibatsha A.B., Mustapaeva S.N., Mamanov E.Zh., Dyussembayeva K.Sh. Mineralogy of copper-nickel ores in Ulytau zone (Central Kazakhstan) // Report on the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. - Albena, Bulgary, 2015. - P. 307-312.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Пушкарь
Научный руководитель: заведующий кафедрой, О.Н. Писецкая
Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра геодезии и фотограмметрии, г. Горки, Республика Беларусь

Спутниковые навигационные системы предназначены для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Современная спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными спутниками и потребителем. Это означает, что потребителю передается в составе навигационного сигнала информация о координатах спутников. Одновременно (синхронно) производятся измерения дальностей до навигационных спутников. Способ измерений дальностей основывается на вычислении временных задержек принимаемого сигнала от спутника по сравнению с сигналом, генерируемым аппаратурой потребителя[4].

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) в том виде, в котором они существуют и используются сейчас, зародились в начале 1970-х годов, когда Советский Союз и США практически в одно время начали разработку глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. В настоящее время каждая из этих систем имеет на орбите полноценную орбитальную группировку навигационных космических аппаратов, которые обеспечивают предоставление услуг в глобальном масштабе.

Помимо системы ГЛОНАСС и GPS, работы по развертыванию глобальных навигационных спутниковых систем проводят Китай - система БЕЙДОУ, и страны Европейского союза - система ГАЛИЛЕО. Япония и Индия разворачивают региональные навигационные спутниковые системы QZSS и NavIC, соответственно [1].

Система ГЛОНАСС предназначена для определения местоположения, скорости движения и точного времени морских, воздушных, сухопутных транспортных средств и других видов потребителей. Она разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения, в первую очередь, для обеспечения национальной безопасности России, а также для решения гражданских научных и производственных задач. Система ГЛОНАСС создавалась с начала 70-х годов большой кооперацией научных гражданских и военных организаций. Первые космические аппараты серии ГЛОНАСС («Космос-1413», «Космос-1414», «Космос-1415») были выведены на орбиты 12 октября 1982 года. Запуск осуществляется ракетоносителями «Протон» с космодрома Байконур. В декабре 1995 года было завершено полное развёртывание орбитальной группировки системы ГЛОНАСС, что позволило создать сплошное глобальное навигационное поле вплоть до высот 2000 км. Система ГЛОНАСС одобрена международными организациями морского флота (ИМО) и гражданской авиации (ИКАО), как один из элементов Глобальной навигационной спутниковой системы наряду с американской системой GPS. В 1994 году система ГЛОНАСС запатентована в США [3].

Американская система позиционирования GPS по своим функциональным возможностям аналогична российской системе ГЛОНАСС. Её основное назначение — высокоточное определение координат потребителя, составляющих вектора скорости и привязка к системной шкале времени. Аналогично отечественной, система GPS разработана для Министерства обороны США и находится под его управлением. Как и система ГЛОНАСС, GPS состоит из космического сегмента, наземного командно-измерительного комплекса и сегмента потребителей.

Европейский Союз (EU) и Европейское космическое агентство (ESA) ввели в эксплуатацию новую европейскую глобальную спутниковую навигационную систему Galileo («Галилео»). Существование второй полностью рабочей спутниковой системы GNSS обещает значительную выгоду для гражданских потребителей по всему миру. Запуск проекта Galileo позволит увеличить более чем в два раза количество рабочих навигационных спутников, доступных пользователям. Подобное увеличение количества спутников принесёт пользу не только при работе в автономном режиме, но и улучшит качество определения координат и способность GPS-аппаратуры разрешать неоднозначность по фазе несущей для отслеживаемого спутникового сигнала [3].

Правительство Индии одобрило 9 Мая 2006, проект развертывания Индийской Спутниковая Региональная Система Навигации (IRNSS) с бюджетом 14.2 миллиарда Рупий в течение следующих 6-7 лет. Спутниковая группировка IRNSS состоит из семи спутников на геосинхронных орбитах. Все семь спутников имеют непрерывную радио-видимость с Индийскими управляющими станциями. Государственная компания ISRO является ответственной за развертывание IRNSS, которая находится целиком под контролем Индийского правительства. Навигационные приемники, которые принимают сигналы IRNSS, так же разрабатывались и выпускались индийскими компаниями [3].

Идея создания китайской национальной региональной навигационной системы была предложена в 1983 году. Концепция системы, использующей два геостационарных космических аппарата (рабочее название системы Twinsat), прошла экспериментальную проверку в 1989 г. Эксперимент проводился на базе двух связных космических аппаратов DFH-2/2A, уже находившихся на орбите. Первый этап создания системы Beidou (Beidou – Северный Ковш – китайское название созвездия Большой Медведицы) был начат в 1994 году. В 2000 году было запущено два геостационарных спутника: космический аппарат (КА) Beidou-1A (30 октября 2000) и Beidou-1B (20 декабря 2000). Аппараты системы Beidou-1 построены на базе связной геостационарной платформы DFH-

3. 15 декабря 2003 китайская система Beidou первого поколения была сдана в эксплуатацию. Запуск третьего геостационарного спутника Beidou-1C в 2003 году улучшил эксплуатационные характеристики системы. Развитие системы Beidou второго поколения Beidou-2 началось в 2004 году. К концу 2012 года было запущено еще 14 спутников (5 геостационарных спутников, 5 спутников на наклонной геосинхронной орбите (ГСНО) и 4 спутника на средних орбитах), что позволило завершить развертывание орбитальной группировки. Третий этап – это создание системы третьего поколения Beidou-3, начат в 2009 году. Основной целью является обеспечение к 2018 году основных услуг для пользователей, находящихся на территории и акватории обоих Шелковых путей (сухопутного и водного), а также соседних регионов, и завершение развертывания орбитальной группировки из 35 КА, предназначенной для обеспечения услугами пользователей глобально к 2020 году [3].

Первоначально Японская QZSS была задумана в 2002 г. как коммерческая система с набором услуг для подвижной связи, вещания и широкого использования для навигации в Японии и соседних районах Юго-Восточной Азии. Первый запуск спутника для QZSS был запланирован на 2008 г. В марте 2006 Японское правительство объявило, что первый спутник не будет предназначен для коммерческого использования и будет запущен целиком на бюджетные средства для отработки принятых решений в интересах обеспечения решения навигационных задач. Только после удачного завершения испытаний первого спутника начнется второй этап и следующие спутники будут в полной мере обеспечивать запланированный ранее объем услуг[3].

Сигналы передаются на близких и частично перекрывающихся участках частотного спектра и обозначаемых символами L, G и E, обозначающими принадлежность системе.

Система GPS используется 5 сигналов $L_1 \div L_5$ (в том числе L_3 и L_4 для военных пользователей и планируемый на 2010 г. сигнал L_5), система ГЛОНАСС - два сигнала G_1 и G_2, а система Galileo– 10 [2].

Выполнение высокоточных измерений с помощью спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС и др.) тесно связано со строгими определениями координатных систем, относительно которых выполняются измерения. Измеряемые навигационные параметры спутников глобальной, системы позиционирования и определяемые координаты спутниковых приемников отсчитываются в различных системах координат. В различных случаях в космической, спутниковой геодезии и астрономии используются прямоугольные (плоские и пространственные) и полярные (сферические и эллипсоидальные) системы координат. В зависимости от расположения начала координат различают геоцентрические с началом в центре масс Земли, геодезические с началом в центре референц-эллипсоида и топоцентрические с началом в точке на поверхности Земли. Ориентация координат задается в инерциальных звездных или геодезических системах. При спутниковых измерениях используются как правило две системы координат, одна из которых жестко связана с Землей (земная или геодезическая), а другая - с окружающим пространством (небесная или звездная).

Для построения математической модели движения спутника используется общеземная (планетарная) система координат, в качестве которой могут использоваться геоцентрические системы ITRS (Terrestrial Reference System), ITRF (ITRS Terrestrial Reference Frame), WGS-84 (World Geodetic System, 1984), ПЗ-90.02.

Передаваемые со спутников навигационные сообщения содержат не координаты спутника и изменения вектора его скорости, а относительно медленно меняющиеся параметры некоторой модели, которая аппроксимирует траекторию полета космического аппарата на достаточно большом интервале времени. Соответствующая обработка этих данных позволяет вычислить координаты спутника на нужный момент времени.

В системе GPS используется общеземная система координат WGS-84 и Кеплеровская модель движения с оскулирующими элементами. При этом траектория полета спутника разбивается на участки аппроксимации длительностью в один час.

В системе ГЛОНАСС для определения точного положения спутника используется общеземная система координат ПЗ-90.02 и дифференциальная модель движения, в которой координаты и составляющие вектора скорости спутника определяются численным интегрированием дифференциальных уравнений его движения, учитывающих конечное число действующих сил. Начальные условия интегрирования задаются на середину интервала аппроксимации.

В системе Galileo в качестве наземной опорной системы координат планируется использовать систему GTRF, независимую от WGS-84 и согласованную с ITRF. Описание этой системы, модели движения спутников на участке траектории и перечень параметров ее аппроксимации в технической литературе не приводится [2].

Литература

1. История развития ГНСС // Информационно-аналитический центр контроля ГЛОНАСС и GPS: https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/history.php (Дата обращения: 14.12.2016).
2. Назаров А.С.Центр получения цифровых снимков и методы их фотограмметрической обработки. Минск: Учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2009. 263 с.
3. Обзор глобальных навигационных систем // "ВСП Центр" - ГЛОНАСС и GPS мониторинг транспорта в Иркутске: http://www.vspcenter.ru/glonass/system (Дата обращения: 14.12.2016).
4. Принципы спутниковой навигации // Информационно-аналитический центр контроля ГЛОНАСС и GPS: https://www.glonass-iac.ru/guide/navfaq.php#section7 (Дата обращения: 14.12.2016).

МЕТОДИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ НА НЕФТЬ И ГАЗ НА ПРИМЕРЕ ТУРОВСКОЙ ДЕПРЕССИИ

В.Н. Янков

Научный руководитель: старший преподаватель О.К. Абрамович

Гомельский Государственный Университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Спецификой нефтегазовой геологии является низкая плотность информации, получаемая дискретно в виде отдельных скважин и геофизических профилей, то есть имеет место дефицит информации, который восполняется данными дистанционного зондирования. Особенно эффективно применение данных дистанционного зондирования в комплексе с геолого-геофизическими данными. В моей статье будет рассмотрена территория Туровской депрессии, примыкающая к хорошо изученной центральной и Восточной части Припятской нефтяной области. В процессе выполнения поисковых работ применялась методология системноаэрокосмического изучения, что позволило существенно сократить время между научным исследованием и его прикладным результатом. В итоге проведенных работ закартировано в масштабе 1:50000 28 нефтеперспективных объектов, которые в последствии подлежали геолого-геофизической проверке.

Положение предполагаемой границы Туровской депрессии определяется прежде всего закономерностями рельефа кристаллического фундамента, поверхности подсолевых, частично межсолевых отложений. Она расположена в пределах Шестовичской ступени. Территория Туровской депрессии структурно ограничена Шестовичским разломом с северной стороны. Ее южная граница приурочена к Сколодинскому разлому. С востока ее ограничивает диагональная зона дизъюнктивных нарушений северо-восточного простирания. С северо-восточной стороны – диагональная зона дизъюнктивных нарушений северо-западного простирания. Наименее отчетливо граница Туровской депрессии прослеживается с западной стороны. Здесь она приурочена к участкам пересечения диагональных флексурно-разрывных зон северо-западного и северо-восточного простирания осложненных субмеридиональными дизъюнктивными нарушениями. Здесь же проходит граница резкой смены направления простирания продольной оси депрессии с субширотного на диагональное, а также значительно выполаживание ее склонов. Приведенная граница имеет отчетливое отображение на космических снимках и по результатам их структурно-геологической интерпретации также сопоставляется как предполагаемая граница Туровской депрессии.

Основной интерес при прогнозировании нефтеперспективности представляют результаты, по которым можно составить содержание детальной карты.

Применялись технологические приемы поканального синтеза космических снимков. Для этого всё имеющееся количество одноразмерных спектральных каналов сложили по 3 (R,G,B) столько раз, сколько таких вариантов можно сложить из имеющегося количества каналов. Это и было всё возможное количество вариантов синтеза. Из них выбрали 3-4 наиболее тематически информативных и визуально выразительных, из которых оставили 2 варианта, наиболее близкие к естественным цветам ландшафта и комфортных по визуальному восприятию. Это и является стандартным вариантом синтеза.

Результаты анализа показали, что при оценке нефтеперспективности по данным дистанционного зондирования, как правило, изучаются структурные особенности глубинного геологического строения и тектоники предполагаемых нефтеперспективных территорий.

ДДЗ-признаки нефтеперспективности геологически закрытых регионов отличаются значительной многоуровенной косвенностью. Одни и те же признаки могут характеризовать различные условия нефтеперспективности для различных территорий и при различном составе их значимых совокупностей.

В связи с этим ставилась задача не столько полноты поиска признаков нефтеперспективности, сколько поиска наиболее общих и принципиальных методов и посылок при решении вопроса о ДДЗ-признаках типа и структуры геологической модели территории района работ. При этом преимущество отдавалось не удачно найденным в различных случаях и для различных территорий ДДЗ-признакам, а тем подходам, которые позволили их обнаружить.

Припятский прогиб не уступает другим территориям мира по структурной выраженности на космических снимках глубинных особенностей геологического строения. Здесь хорошо прослеживаются как региональные структурно-геологические закономерности, характерные для Припятского палеорифта в целом, так и локальные дизъюнктивно-пликативные особенности, характеризующие структурные планы отдельных месторождений.

Количественные и качественные показатели признаков линейно ориентированных компонентов ландшафта, выделенные по результатам компьютерной обработки космических снимков успешно поддаются анализу на базе морфометрического метода. Он позволяет выявить связи между формами рельефа и новейшими структурами земной коры путем графического разложения рельефа на базисные, остаточные, вершинные и эрозионные поверхности, согласно порядкам долин и водораздельных линий и последующей математической обработки результатов. Поиск этих признаков ведется так же, как и по разномасштабным топографическим картам. Отличительная особенность состоит только в том, что на топографических картах исходные элементы ландшафта уже выделены, а на различных результатах компьютерной обработки данных дистанционного зондирования их необходимо тем или иным способом визуализировать. Наиболее уверенные и точные результаты получаются при совместном анализе космических снимков и цифровой модели местности, особенно если она

представлена в виде цифровой топоосновы. Морфометрический метод легко поддается целевой модификации и позволяет сопоставлять результаты компьютерной обработки космических снимков и особенности рельефа любой территории, в автоматизированном режиме обобщать полученные результаты с учетом обнаруженных закономерностей, производить расчет различных морфометрических показателей и оценивать их территориальную структуру, выполнять математические операции с различными слоями морфометрических данных, проводить совместный анализ различных локальных морфометрических показателей на фоне обобщенных закономерностей их территориального распределения.

На заключительном этапе были выявлены участки с признаками наличия структурно-геологических условий, сопоставляемых с отдельной ловушкой нефти или с обособленной совокупностью структурно взаимосвязанных ловушек нефти и системно-геодинамическое дешифрирование предполагаемых элементов их строения, и выполнена оценка нефтеперспективности предполагаемых ловушек нефти. В процессе интерпретации данных дистанционного зондирования было составлено 28 расчетных структурных планов, предполагаемых ловушек нефти в виде комплекта карт результатов системно-геодинамичсского дешифрирования космических снимков высокого разрешения с учетом результатов предшествующих геолого-геофизических работ масштаба 1:50000. Полученные материалы подтверждаются данными геолого-геофизических работ, в частности сейсмопрофилированием. Представляется так же целесообразным изучение возможности применения выявленных структур в качестве других, не нефтяных целей, например, в качестве резервуаров для газохранилищ.

Литература

1. Гридина Т.В. Оценка нефтеперспективности территории Туровской депрессии по данным аэрокосмических снимков, геологоразведочных материалов и внедрение результатов исследований в практику геологоразведочных работ// Фонды департамента по геологии филиала «Космоаэрогеология» ГП «БелНИГРИ».

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

К.С. Янкович[1]

Научные руководители: д.т.н., профессор, С.П. Присяжнюк[1], к.г.-м.н., инженер, В.Г. Житков[2]

[1]Университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия

[2]Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время проблемы учета использования и контроля за неправомерными вырубками лесных насаждений заслуживает повышенного внимания. А между тем, лесистость территории России составляет почти 50 %, лесом покрыты 796,2 млн га [6]. Создание нормативных актов, регулирующих лесные отношения, свидетельствует о заинтересованности государства в сохранении, эффективном использовании и устойчивом управлении лесами.

Государственная инвентаризация лесов является важной частью системы комплексного управления лесами. Утверждены нормативно-правовые акты, определяющие порядок и методику ее проведения, но не осуществляется должный контроль за исполнением предписаний.

Цель работы – разработка алгоритма подготовки и обработки материалов мультиспектральных космических съемок для целей инвентаризации земель.

В качестве объекта исследования были выбраны земли лесного фонда Томского лесничества (табл.).

Таблица

Структура лесничества [2]

Наименование участковых лесничеств	Административный район (муниципальное образование)	Общая площадь, га
Богашевское	Томский	34381
Межениновское	Томский	19230
Всего по лесничеству		53611

В работе использованы расположенные в свободном доступе материалы мультиспектральных космических съемок системы Landsat ETM+ (пространственным разрешением 30 м, семь спектральных диапазонов от видимого до теплового). Данное разрешение позволяет идентифицировать участки площадью от 0,2 га. Ширина полосы съемки составляет 185 км. Одного снимка достаточно для покрытия исследуемой территории. В случае, если объект исследования попадает на несколько листов (снимков), необходима их предварительная подготовка (с учетом времени суток, погодных условий и т.д.) и стыковка. Либо обработка каждого снимка и последующая стыковка результатов [4,5].

Для достижения цели работы поставлены следующие задачи:

1. Анализ изображений по каналам и выявление наиболее информативных спектральных диапазонов.
2. Синтез цветных изображений.
3. Автономная классификация синтезированного растра с подбором необходимого количества классов.
4. Создание библиотеки эталонов для классификации растра по эталонам.
5. Классификация растра по эталонам, оценка ее результативности, корректировка базы эталонов.
6. Сравнительный анализ результатов автономной классификации и по эталонам, выбор наиболее информативных материалов.
7. Преобразование растрового изображения в векторное, наполнение его необходимой атрибутивной информацией.
8. Расчет площадей изучаемых объектов.
9. Сравнение результатов расчета и данных государственного лесного реестра.

При анализе отдельных изображений по каналам выделяются наиболее информативные спектральные диапазоны, а также «испорченные» изображения (изображения с помехами, которые в дальнейшем исключаются из набора). Затем все информативные растры объединяются в цветное изображение.

Для визуального дешифрирования можно выбрать оптимальную комбинацию из доступных после объединения семи спектральных диапазонов. Изменение комбинаций каналов не отражается на программной обработке растров, так как в процессе классификации обрабатываются все доступные спектры.

Перед проведением классификации на исходный растр накладывается маска с границами исследуемой территории. Так как благодаря этому сокращается объем информации, то ускоряется процесс программной обработки изображения.

Автономная (неуправляемая) классификация растра производится на основе программного обеспечения ERDAS IMAGINE 2010. Функционал программы позволяет проводить тематическую классификацию в автономном режиме с заданных количеством классов, оптимальное количество подбирается опытным путем, визуальной оценкой результата классификации.

Входные заданные параметры при неуправляемой классификации: количество классов; число итераций; величина стандартного отклонения; значение порога сходимости.

Классификация по эталонам (с обучением) предполагает наличие базы эталонов. Для ее создания необходимо сопоставить определенный набор цветов соответствующему классу объектов. В данном случае для качественной классификации растра требуется 25-35 эталонов.

После создания достаточного количества эталонов проводится контроль качества и корректировка, а затем классификация с использованием сформированного набора [3]. В результате растр будет содержать заданное количество классов с известными атрибутами.

Стоит отметить, что классификация по эталонам может проводится как с помощью одной полной базы эталонов, так и путем выделения объектов по отдельности. Второй вариант покажет результаты с меньшей погрешностью, так как с большей вероятностью позволит избежать совпадения эталонов.

Использование автономной классификации целесообразно в том случае, если исходные данные принадлежат к известным классам. В процессе обработки входного растра, программа самостоятельно идентифицирует кластеры подобных данных, объединяя их в классы [1].

В данном случае наиболее информативной оказывается классификация по эталонам, так как известны места произрастания конкретных пород деревьев.

Для расклассифицированного растра проводится векторизация в ArcGIS. Результат векторизации и последующей обработки векторного изображения представлен на рисунке.

Полученное векторизованное изображение содержит множество площадных объектов, разделенных на классы. Для анализа достоверности классификации проведен расчет площадей отдельных классов и сравнение результатов с данными Департамента лесного хозяйства Томской области. Разница между полученными и документальными данными общей площади земель, покрытой лесной растительностью, составляет всего 4,5%.

Предложенная методика высокоэффективна, потому как позволяет выполнять часть задач инвентаризации в автоматизированном режиме – это в значительной мере сокращает временные затраты.

Кроме того, для уменьшения погрешности определения площадей отдельных видов растительности, целесообразно исключать из набора объекты незначительной площади, находящиеся внутри массивов одного вида. Это возможно с применением методов генерализации площадных объектов.

Однако данный вопрос еще недостаточно изучен и требует доработки.

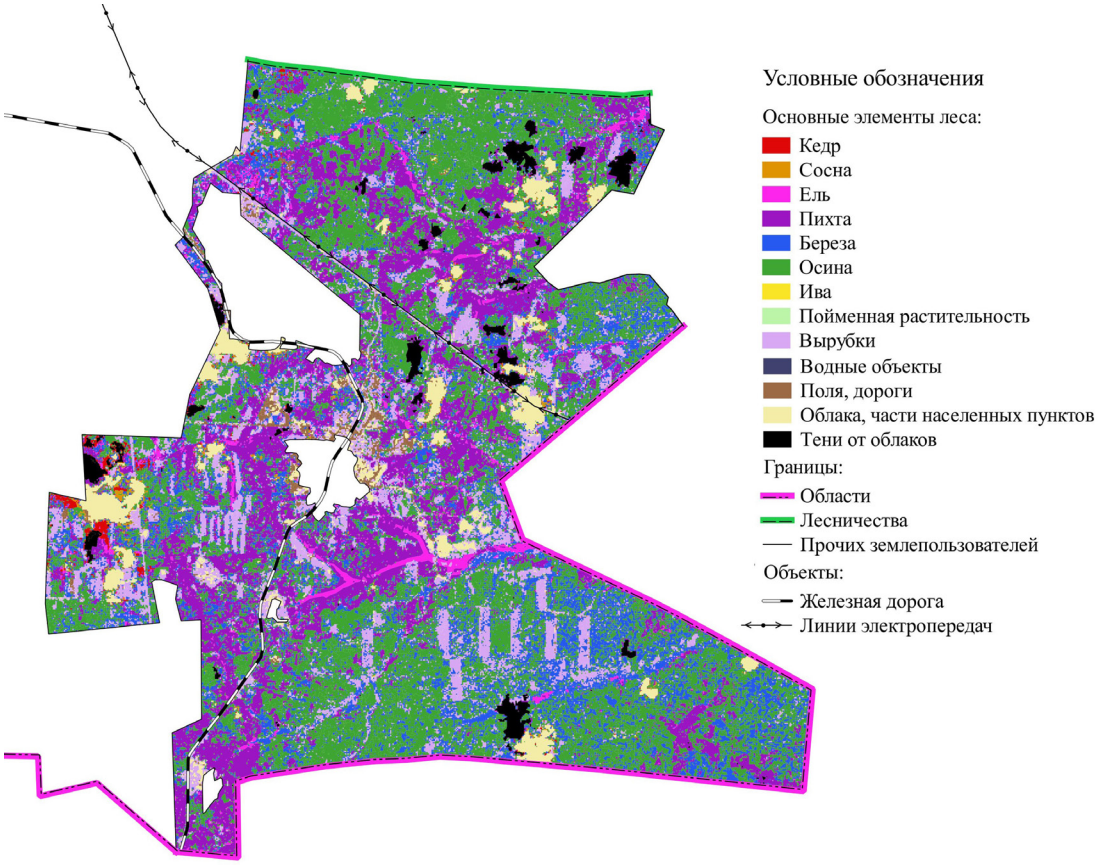


Рис. Участок векторизованного изображения

Литература

1. Елсаков В.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений: учебное пособие / В.В. Елсаков, Д.В. Кириллов; Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 44 с.
2. Лесохозяйственный регламент Томского лесничества Томской области / утвержден приказом Департамента лесного хозяйства Томской области от 31.07.2014 № 76 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Томского лесничества Томского лесничества»
3. Методологический аппарат ERDAS IMAGINE для классификации изображений (выдержки) [Электронный ресурс] // Материалы сайта http://gis-lab.info/. URL: http://gis-lab.info/qa/genclass-erdas.html (дата обращения 24.12.2016)
4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – Томск: STT, 2014. – 304 с.
5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.
6. Шапарев Н.Я. Лесные ресурсы России и Беларуси в показателях устойчивого развития / Н.Я. Шапарев // Вестник КемГУ. 2013. №3 (55). С. 81-86.

СЕКЦИЯ 9
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.Д. Алшаиби[1], Т.Ю. Черникова[2]
Научные руководители: профессор О.А. Пасько, доцент О.С. Токарева
[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
[2] Областной комитет охраны окружающей среды и природопользовании,
г. Томск, Россия

Кедровые леса являются ценными хозяйственными объектами из-за декоративности, долговечности, высокой пищевой ценности орехов и продуктов их переработки и т.д. Нерегулируемая хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению устойчивости и деградации кедровых лесов. На них негативно отражаются пожары, инвазии насекомых-вредителей и другие факторы [1, 2]. Наибольшей дигрессии подвержена окультуренная часть припоселковых кедровников. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса позволяют строить достаточно точные карты растительного покрова территории [3] и оценивать их состояние с использованием различных индексов. Широко используется вегетационный индекс NDVI, значения которого связаны с количеством биомассы на изучаемой территории, при этом результаты, получаемые с его использованием, достаточно хорошо отражают изменения в состоянии лесов, что подтверждается данными биоиндикационных наземных исследований, как показано в [4]. Использование разностного индекса dNBR = ($NBR_{prefire}$ – $NBR_{postfire}$) позволяет выделить границы свежих гарей.

Целью работы является оценка изменения состояния припоселковых кедровников на основе анализа значений индекса NDVI, рассчитываемых по данным ДЗЗ за период с 2002 г. по 2015 г. и разностного индекса гарей dNBR. Исследования проводились на территории восьми кедровников, границы и расположение которых показано на рис. 1. Эти кедровники являются особыми охраняемыми природными территориями Томской обл. Рис.1 .

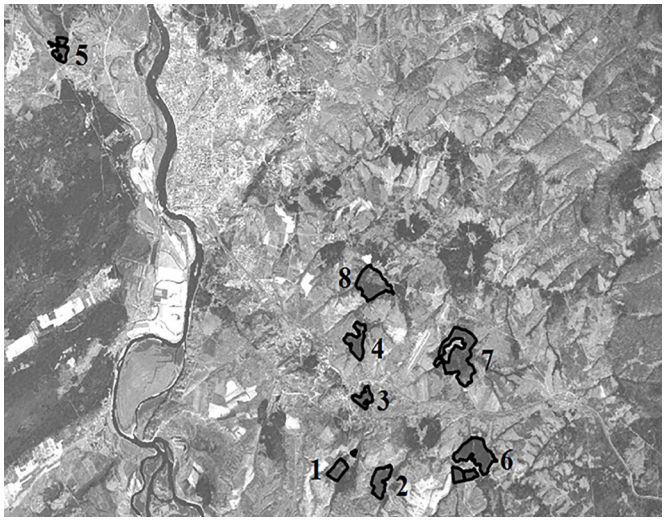


Рис. 1. Фрагмент космического снимка с нанесенными границами кедровников
1 – Аксеновский, 2 – Белоусовский, 3 – Богашевский, 4 – Лоскутовский, 5 – Петровский, 6 – Петуховский, 7 – Плотниковский, 8 – Протопоповский

В данной работе для расчета NDVI и dNBR использованы космические снимки со спутников Landsat 5, 7 и 8 с пространственным разрешением 30 м. Были выбраны снимки с датами съемки в конце августа-начале октября (26.09.2002, 28.08.2006, 31.08.2007, 4.10.2008, 07.10.2009, 08.09.2010, 27.09.2011, 25.09.2013, 18.08.2014, 01.10.2015), когда прекращается рост и развитие деревьев диапазон дат с разницей более чем в один месяц обусловлен отсутствием безоблачных снимков на более близкие даты. Обработка космических снимков [5] и пространственный анализ данных проводились с использованием геоинформационной системы QGIS.

Для проведения анализа состояния кедровников были рассчитаны средние значения NDVI в границах каждого кедровника. Полученные значения были представлены в виде графиков, отражающих изменения средних значений NDVI по годам за период с 2002 по 2015 г. (рис. 2). Значения экстремумов каждого графика обусловлены плотностью и состоянием лесных массивов. Как видно на рис. 2, построенные тренды составляют совокупность практически параллельных прямых, кроме трендов для Аксеновского и Петровского кедровников, имеющих больший угол наклона.

Следует отметить, что Аксеновский кедровник из всех изученных был и остается самым ослабленным.

Он характеризуется минимальными показателями жизнедеятельности [6] и минимальными значениями NDVI (в 80 % наблюдений) в период 2002-2015 гг. Кроме того, наземные исследования выявили его повреждение вредителем в 2011 г. на площади 11,6 га. В 2014 г. площадь, охваченная вредителем, составила 67,5 га, т.е. 69 % всей площади кедровника. Для предотвращения развития деградации кедровника и ослабления оставшихся деревьев участки леса были проведены санитарные рубки.

В отличие от Аксеновского Петровский припоселковый кедровник характеризуется как здоровый. У него максимальный из всех изученных кедровников индекс жизненного состояния (более, чем в 2 раза выше, чем у Аксеновского) и минимальный показатель поврежденности. По информации сотрудников отдела особо охраняемых природных территорий ОГБУ «Облкомприрода», в 2014 году в результате весеннего сильного ветра на территории Петровского припоселкового кедровника было повалено более 170 деревьев. Расчетная площадь полосы, на которой наблюдали наибольшее количество пострадавших от ветра деревьев составила 8,5 га, т.е. 8,4 % площади кедровника. В это же время был зафиксирован очаг заражения короедом шестизубчатым на площади 0,4 га. Ситуацию осложняет негативное воздействие сборщиков шишек. Следовательно, изначально здоровый Петровский кедровник оказался ослабленным по состоянию в результате негативных воздействий природных (ветровал, повреждение энтомовредителями) и антропогенных факторов.

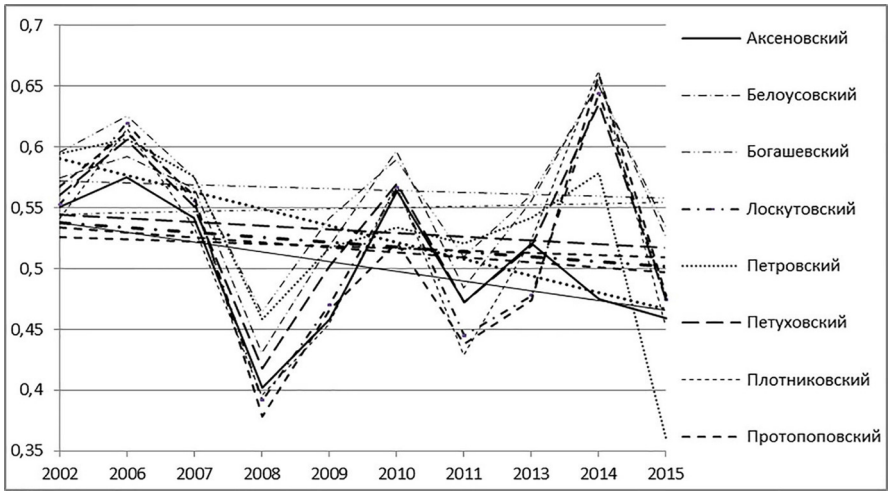


Рис. 2. Изменения средних значений NDVI в пределах каждого кедровника по годам

Анализ данных космических снимков с использованием dNBR показал, что пожаров на изучаемых участках в период снижения значений NDVI для Аксеновского и Петровского кедровников не происходило.

Была исследована корреляция значений NDVI со средней температурой воздуха и количеством осадков [7] за вегетационный период. Анализа дат съемки и хода графиков на рис. 2 показал, что существует различие между значениями NDVI, полученными по снимкам с датами съемки в конце августа-начале сентября и в конце сентября-начале октября. В связи с этим, корреляция вычислялась отдельно для двух групп снимков, объединенных по датам съемки. Было установлено, что существует отрицательная корреляция между значениями NDVI и средней температурой для Аксеновского кедровника, характеризуемого как «сильно ослабленный». Высокие температура воздуха могут вызывать засуху, способствовать распространению болезней и вредителей и усиливать стресс, в котором находится кедровник. Корреляция значений NDVI с количеством не выявлена.

Результаты, полученные в ходе работы, могут быть использованы для своевременного принятия управленческих решений по обеспечению сохранности припоселковых кедровников как особо охраняемых природных территорий.

Литература

1. Kovyazin V.,Belyaev V., Pasko O.,Romanchikov A. Taxation indices of forest stand as the basis for cadastral valuation of forestlands // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014. – Vol. 21. – 012026.
2. Дебков Н.М. Припоселковые кедровники юга Западно-Сибирской равнины: история и современное состояние, рекомендации по устойчивому управлению. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 52 с.
3. Токарева О.С., Полищук Ю.М. Оценка экологического риска воздействия атмосферного загрязнения на растительность // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24. – № 8. – С. 717-721.
4. Токарева О.С., Полищук Ю.М. Сравнительный анализ результатов дистанционного определения вегетационных индексов и данных биоиндикационных исследований в задачах экологического мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. – 2013. – Т. 10, № 2. – С. 81-87
5. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. – Sioux Falls, South Dakota: EROS, 2015. – с. 98.
6. Бисирова Э.М., Кривец С.А. Припоселковые кедровники и их социальное значение // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. – Т. 3. – № 2.
7. Погода и климат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pogodaiklimat.ru/свободный (дата обращения: 15.09.2016).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.С. Ахремчик

Научный руководитель доцент И.М. Швед

Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

Информационное обеспечение и автоматизация землеустройства осуществляются средствами земельно-информационной системы.

Земельно-информационная система Республики Беларусь – комплекс программно-технических средств, баз пространственно-атрибутивных данных, каналов информационного обмена и других ресурсов, обеспечивающий автоматизацию накопления, обработки, хранения и предоставления сведений о состоянии, распределении и использовании земельных ресурсов в электронном виде, в том числе средствами геоинформационных технологий [1].

ЗИС создается на территории административных районов с точностью топографических карт масштаба 1:10 000 и на территории крупных населенных пунктов с точностью топографических карт масштаба 1:2000 и представляет собой географическую информационную систему с земельно-кадастровым содержанием и состоит из девяти основных слоев, отражающих административно-территориальное деление, границы земельных участков, мелиоративное состояние и хозяйственное использование земель и т.д.

Земельно-информационная система Республики Беларусь – это распределённая, топологическая, дискретная, послойно организованная в пространстве и во времени система.

Пространственной основой для создания геопортала являются: ортофотопланы, космические снимки, топографические карты и т.д., а также земельно-информационная система, включающая: векторные данные, представленные в виде информационных слоев ЗИС; растры с привязкой: планы землепользований, ортофотопланы, топографические карты; метаданные; электронные архивы.

База данных ЗИС Республики Беларусь содержит информацию о современном состоянии и использовании земельных ресурсов Республики Беларусь и состоит из пространственных и атрибутивных данных землеустроительного, земельно-кадастрового и топографического содержания: земельных участков, их границ и административно-территориальной принадлежности; зон ограничения землепользования; сведений о землевладельцах и землепользователях; видов, подвидов и разновидностей земель, их мелиоративного состояния и почвенного покрова; распределения земель по категориям, видам прав на землю и ограничениям землепользования; текущих изменений в составе и распределении земель; элементов пространственной (топографической) основы.

Геопортал ЗИС Республики Беларусь представляет собой интернет-ресурс, который является единой точкой доступа ко множеству информационных ресурсов с инструментами просмотра, поиска геопространственной информации, ее визуализации, загрузки, распространения и поиска геосервисов.

Его назначение – полнофункциональная открытая геоинформационная система, предназначенная для автоматизации хранения, обработки и предоставления пространственной информации.

Геопортал ЗИС создан с целью подготовки и представлении информации для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, телекоммуникаций, обслуживания трубопроводов, добычи и транспортировки нефти и газа, электрических сетей, экологии и природопользовании, геологии и геофизики, железнодорожного и автомобильного транспорта, банковского дела, образования, государственного управления за счет автоматизации обработки геопространственных данных на основе современных ГИС-технологий. [2].

Данные геопортала ЗИС Республики Беларусь используются для интеграции различных типов данных; обеспечения централизованного доступа пользователей к информации; создания отчетов по запросам пользователей; публикации картографической информации; предоставления пользователям базового ГИС-инструментария; отображения снимков и векторных слоев; навигации по карте; выполнения поисковых запросов; доступа к атрибутивной информации по интересующим объектам на карте; отображения тематических карт; редактирования существующих векторных слоев; добавления комментариев и заявок; проведения измерений на карте; пространственного анализа; подготовки и печати карт; публикации динамических данных; аналитических инструментов: диаграммы, графики.

Пользователями геопортала являются: органы государственного управления; областные и районные (городские) землеустроительные службы; предприятия системы Белгипрозем; национальное кадастровое агентство, агентства по государственной регистрации недвижимого имущества и земельному кадастру; предприятия системы Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

При помощи информационного обеспечении геопортала осуществляется: обмен пространственной информацией между головной и дочерними предприятиями; оперативный доступ из удаленных предприятий к актуальной пространственной информации; наличие удобных средств отображения растровых и векторных данных; возможность использования при работе с пространственной информацией базового ГИС-инструментария (выполнение поисковых запросов, нахождение расстояний и площадей и др.).

Основными задачами, решаемыми геопорталом, являются: обмен пространственной информацией между

головной организацией и дочерними предприятиями; оперативный доступ из подчинённых предприятий к актуальной пространственной информации; наличие удобных средств отображения растровых и векторных данных; возможность использования при работе с пространственной информацией базового ГИС-инструментария (выполнение поисковых запросов, нахождение расстояний и площадей и др.).

Таким образом, при проведении землеустроительных работ имеется возможность: авторизованного доступа к геопорталу; отображения снимков и векторных слоев; навигации по карте; выполнения поисковых запросов; доступа к атрибутивной информации по интересующим объектам на карте; отображения тематических карт; редактирование существующих векторных слоев; проведение измерений на карте; подготовка и печать карт с соответствующим оформлением документов; автоматизации работ по созданию, обновлению и оперативному представлению актуальных пространственных данных; формирования и вывода материалов статистической отчетности, справок, экспликаций, планов и т.п. для различных министерств и ведомств для поддержки принятия управленческих решений; геоинформационной поддержки прогнозирования, планирования и проектирования мероприятий на уровне хозяйствующего субъекта.

ЗИС геопортала имеет допустимые погрешности, оцифрована по фотоснимках, полученным на определенную дату залета территории. Информация о дате залета территории можно узнать непосредственно на Геопортале ЗИС в слое «Земельно-информационная система» (название района, год залета территории). Обновление слоя в настоящее время происходит ориентировочно 1 раз в 5 – 7 лет. Границы административно- территориальных единиц и земельных участков обновляются на Геопортале ЗИС в процессе актуализации ЗИС один раз в квартал, а в случае большого количества изменений и чаще. Информация на Геопортале ЗИС может оказать помощь в принятии решений по землеустроительным и другим вопросам, но не может достоверно гарантировать состояние местности на данный момент.

Географическая информационная система данных включает в себя: геопространственные данные, легенда, условные обозначения, набор нормативно-справочной информации, которые сосредоточены в единой базе цифровых данных. Он содержит данные о границах административно-территориальных единиц и земельных участков, о земельном покрытии территории, о мелиоративном состоянии земель, об ограничении землепользования, об инженерных коммуникациях и многое другое.

Пользователь имеет возможность обратиться в техподдержку или воспользоваться встроенной инструкцией. Пространственная информация геопортала представлена в виде тематических слоев, которые можно включать и отключать по своему усмотрению. Панель инструментов отображает доступные базовые функции: поиск, просмотр информации, рисование, определение координат, построение участка по координатам, поиск по кадастровому номеру, закладки, печать. Возможно интерактивное редактирование: добавление новых объектов, нанесение подписей, проведение измерений. Появилась возможность преобразования полученной информации для решения своих прикладных профессиональных задач. Пользователь может самостоятельно подготавливать и распечатывать тематические карты и выкопировки. В режиме онлайн они могут получать всю необходимую пространственную и картографическую информацию, характеристики тех или иных интересующих их объектов, находящихся в любой точке Беларуси.

В настоящее время геопортал ЗИС является геоинформационной площадкой взаимодействия в сфере земельных отношений и может служить эффективным средством информационного обеспечения функций землеустроительных служб. Все подсистемы работают в режиме реального времени. Ведение подсистем с использованием современных ГИС и веб-технологий позволяет создавать и использовать единый банк данных земельных ресурсов землеустроительными службами, предприятиями системы Госкомимущества, иными заинтересованными организациями и ведомствами, качественно выполнять функции, возложенные на землеустроительные службы, автоматизировать рабочие процессы для их выполнения.

Технологии формирования базы геоданных ЗИС постоянно, с появлением новых знаний и программно-технических средств, совершенствуются.

В последующем планируется совершенствование процедуры установления границ земельных участков путем использования геопространственной информации в онлайн-режиме при проведении геодезических измерений с использованием GPS-приемников; создание баз данных о свободных земельных участках для строительства гражданами жилья, свободных участках в садоводческих товариществах, а также сведения о свободных инвестиционных площадках для строительства производственных и иных объектов инвесторами, которая будет доступна всем заинтересованным лицам; обеспечение контроля за использованием баз данных, их актуализацией. Развитие геопортала способствует повышению эффективности управления государственными информационными ресурсами путем создания глобальной автоматизированной системы сбора, обработки и хранения геопространственных данных с целью их оперативного предоставления заинтересованным пользователям [3].

Литература

1. Кодекс Республики Беларусь о земле, 23 июля 2008 г. № 425 – З. Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 30 июля 2008 г. N 2/1522.
2. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь. http://gismap.by (11.01.2017).
3. Бобер, Н. П. Создание геопортала земельно-информационной системы Республики Беларусь / Н.П. Бобер // GEOMATICS– 2011. – №3. – С. 85 – 95.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Бобкова
Научный руководитель доцент С.М. Комлева
Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

В условиях многоукладной экономики страны формирование эффективного аграрного сектора невозможно без развития малых форм хозяйствования, где важнейшая роль отводится крестьянским (фермерским) хозяйствам. В наши дни крестьянские (фермерские) хозяйства содействуют развитию сельскохозяйственного производства, вносят свой вклад в решение проблемы продовольственной независимости страны. Немаловажная роль крестьянских (фермерских) хозяйств связана с решением проблемы занятости на селе, формированием новых рабочих мест. Таким образом, крестьянские (фермерские) хозяйства являются не только резервом роста сельскохозяйственного производства, но и одной из наиболее эффективных форм использования земельных, трудовых, материально-технических ресурсов в агросфере, обеспечивающей решение важнейших социальных, экономических и других проблем.

Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства физическому лицу предоставляется земельный участок размером до 100 га сельскохозяйственных земель на праве пожизненного наследуемого владения. Создание, изменение, прекращения существования земельного участка, в т.ч. земельного участка для ведения крестьянского (фермерского хозяйства), возникновение, переход, прекращение прав удостоверяется свидетельством(удостоверением) о государственной регистрации [1].

Ниже представлены основные экономические показатели развития крестьянских (фермерских) хозяйств в Могилёвской области [2].

Таблица

Основные показатели деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств Могилёвской области

Показатели/Года	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Число зарегистрированных крестьянских (фермерских) хозяйств, единиц	323	350	354	344	363	369
Списочная численность работников в среднем за год, человек	957	1075	1077	1013	1003	1032
Инвестиции в основной капитал, млрд. рублей	12,5	17,2	46,9	47,6	63,8	45,4
Чистая прибыль, чистый убыток (-), млрд. руб.	8,8	18,2	39,2	53,4	66,7	48,1
Рентабельность продаж, %	15,4	19,3	19,1	20,8	22,6	15,3

Исходя из представленных данных, нужно отметить рост числа крестьянских (фермерских) хозяйств из года в год. Это обусловлено государственной поддержкой данной формы хозяйствования. Поддержка государства заключается в предоставлении субсидий, дотаций, предоставлении льгот при налогообложении и т.д.

Можно выделить следующие основные проблемы, связанные с хозяйственной деятельностью крестьянских (фермерских) хозяйств и требуют решения в Республике Беларусь: низкое качество выделяемых земель, острый недостаток специальной техники, дефицит финансовых средств, необходимых для формирования и эффективного ведения деятельности, а также технико-технологического оснащения, трудности в получении кредитов, неразвитость производственной инфраструктуры и отсутствие необходимых каналов реализации сельскохозяйственной продукции. Целью развития таких малых форм хозяйствования как крестьянское (фермерское) хозяйство есть решение главных народохозяйственных проблем страны в целом, а именно снижение продовольственной зависимости страны путём увеличения производства отечественной сельскохозяйственной продукции высокого качества. Так же снизится уровень безработицы, возрастёт уровень занятости сельского населения, повысится уровень и качество жизни сельских жителей.

Литература

1. «Кодекс Республики Беларусь о земле»: кодекс Республики Беларусь от 23.07.2008 №425-З: принят Палатой представ. 17 июня 2008г. // Пал. Представ. – 2008г. – 28 июля.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник.//Нац. статистич. ком. РБ. – Минск, 2016. – 230 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В УКСП «ГОРЕЦКОЕ» ГОРЕЦКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Галкин

Научный руководитель доцент А.В. Колмыков

УО "Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия", г. Горки, Республика Беларусь

Наряду с изучением отдельных производительных свойств земли и природных комплексов необходимо исследование общих закономерностей функционирования земли как средства производства, а также разработка научных методов организации территории. Одной из важнейших стратегических задач агропромышленного комплекса Республики Беларусь является обеспечение продовольственной безопасности страны, населения – продуктами питания и перерабатывающей промышленности – сельскохозяйственным сырьем. Если учесть, что площадь сельскохозяйственных земель в расчете на одного жителя республики постоянно сокращается, то для достижения поставленной цели повышение эффективности использования и охрана земель сельскохозяйственного назначения становится актуальной задачей.

Основными путями оптимизации землепользования с позиции землеустройства являются: совершенствование земельных отношений;

- оптимизация размеров сельскохозяйственных организаций и производственных подразделений;
- совершенствование специализации и организации производства сельхозорганизаций;
- интенсификация сельскохозяйственного производства в экологически допустимых пределах;
- устранение недостатков землепользования; оптимизация размеров и размещение хозяйственных центров, земельных массивов производственных подразделений, сети дорог и инженерных коммуникаций;
- экологически допустимая ликвидация мелкой контурности;
- улучшение мелиоративного состояния земель;
- охрана земли как природного ресурса и главного средства производства в сельском хозяйстве от эрозии, загрязнения, заболачивания, истощения и др. [3].

Объектом данного научного исследования является УКСП «Горецкое» Горецкого района Могилевской области. Так, в процессе исследования были использованы материалы почвенных исследований, экономические показатели хозяйства, нормативная и справочная литература.

Организация системы севооборотов является основой оптимизации землепользования, так как пахотные земли являются самыми ценными сельскохозяйственными землями. Анализ климатических условий хозяйства, рельефа местности, почвенного покрова даёт возможность сделать вывод о том, что пахотные земли пригодны для интенсивного развития животноводства и произрастания всех сельскохозяйственных культур [2].

В УКСП «Горецкое» на пахотных землях было сформировано 63 рабочих участка со средней площадью 60,6 га. Минимальный размер рабочего участка составляет 3,9 га, а максимальный равен 254,0 га. Важно отметить, что рабочие участки в УКСП «Горецкое» формировались на основании комплексного обследования и зонирования территории в пределах топографических контуров, из нескольких смежных или близко расположенных контуров однородных по почвенным, технологическим свойствам и удаленности, природоохранным ограничениям, а также путем деления крупных топографических контуров. Выделенные участки оценены по пригодности. Оценка сравнительной пригодности сформированных рабочих участков для возделывания сельскохозяйственных культур проведена по трем группам факторов: почвенному плодородию, технологическим условиям и природоохранным ограничениям. Эколого-технологическая оценка рабочих участков включает в себя: данные о типе почв, степени увлажнения, эродированности, завалуненности, агрохимическим показателям, конфигурации, удельному сопротивлению, и т.д. По результатам данной оценки установлено, что длина гона по участкам колеблется от 220 до 2113 метра, крутизна склона в среднем равна 1,9°.

В хозяйстве были сформированы две группы рабочих участков: первая с возможным возделыванием всех сельскохозяйственных культур, площадью 1313,7 га и вторая с ограничением возделывания пропашных культур, площадью 2506,7 га.

Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур была осуществлена на основе энергетического подхода. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур представляет собой разность между выходом энергии, содержащейся в урожае *($Э_у$)* и затратами на его получение, транспортировку *($Э_з$)* и определяется как правило по формуле 1 [1].

$$Д_{ij} = Э_у - Э_з, \quad (1)$$

В данном исследовании расчет энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур по рабочим участкам произведен на ПЭВМ. Таким образом, на основании полученной на ПЭВМ матрицы наибольший выход энергии наблюдается по корнеплодам и кукурузе: 172680 МДж и 109141 МДж. Это может означать, что на выделенных рабочих участках пахотных земель, возделывание данных культур будет наиболее экономически эффективным.

Анализируя участки пахотных земель по почвам, рельефу, водному режиму и другим показателям можно заметить, что они довольно неодинаковы. Это обусловливает необходимость тщательного выбора формы

севооборотов, обоснования их типов и видов, количества и площадей, состава и чередования посевов.

При организации территории севооборотов УКСП «Горецкое» была учтена, в первую очередь специализация хозяйства, а также тип кормления и содержание скота. Кроме того учитывались природно-экономические условия хозяйства. Для расчета посевных площадей, структуры посевов и валового сбора продукции растениеводства по хозяйству используются данные проектируемого состава сельскохозяйственных земель.

Таблица

Посевные площади, структура посевов и валовый сбор продукции растениеводства по проекту

Культура	Урожайность, ц/га	Общая площадь, га	Структура посевов, %	Валовый сбор, ц
Зерновые и зернобобовые	40,0	1790,0	47,0	71600
в т.ч. озимые	40,0	1000,0	27,0	40000
Яровые	40,0	700,0	18,0	28000
Зернобобовые	40,0	90,0	2,0	3600
Лен	10,0	250,0	6,5	2500
Картофель	280,0	100,0	2,6	28000
Кормовые, всего		1680,48	43,9	
в т.ч. кукуруза (силос)	300,0	300,0	7,8	90000
Корнеплоды	480,0	100,0	2,6	48000
Мн.травы - всего		930,48	24,3	
на сено	64,0	80,0	2,0	5120
на сенаж	115,0	220,0	5,8	25300
зел. массу	256,0	630,48	16,5	161403
Одн.травы - всего		350,0	9,2	
на сенаж	115,0	100,0	3,0	11500
зел. массу	256,0	250,0	6,2	64000
Всего		3820,48	100	

При анализе таблицы 1 можно заметить, что общая посевная площадь зерновых и зернобобовых составит 1790 га, картофеля – 100, льна – 250, кукурузы – 300, многолетних трав –930,48, однолетних трав – 350 га.

В УКСП «Горецкое» было разработано 2 варианта размещения посевов сельскохозяйственных культур. По первому варианту размещение посевов сельскохозяйственных культур производилось на основе группировки рабочих участков по данным их оценки. Каждая эколого-технологическая группа принималась в качестве севооборотного массива. В результате было сформировано 2 севооборота. Первый севооборот составляет 1313,74 га; второй – 2506,74 га – с возделыванием всех культур, кроме пропашных. Для каждого севооборота составлены схемы чередования сельскохозяйственных культур, рекомендуемых для возделывания на данных землях.

Первый севооборот состоит из 8 полей, средний размер поля составляет 164,21 га. Второй севооборот состоит также из 8 полей, средний размер поля составляет 313,34 га. Схема чередования культур в первом севообороте следующая: 1) озимая рожь, 2) картофель; 3) кукуруза, лен, 4) овес, 5) многолетние травы, 6) многолетние травы, 7) корнеплоды; лен, 8) кукуруза; во втором севообороте схема чередования культур – 1) озимая рожь, 2) многолетние травы, 3) многолетние травы, 4) лен; зернобобовые, 5) овес, 6) однолетние травы, 7) озимая рожь, 8) овес. Во втором варианте организации севооборотов организовано размещение посевов сельскохозяйственных культур по рабочим участкам на компьютере с использованием программы *«zempro»*. В результате получено размещение сельскохозяйственных культур по рабочим участкам на 3 года. В свою очередь, оценка разработанных вариантов была произведена по технико-экономическим показателям, на основании которой лучшим оказался второй вариант организации севооборотов, т.е. размещение посевов сельскохозяйственных культур по рабочим участкам. Второй вариант размещения посевов сельхозкультур обеспечит наиболее полное и эффективное использование земель и позволит получить больший объём продукции растениеводства и сократить затраты на её производство.

Таким образом, в результате выполненных исследований, при соблюдении намеченных мероприятий рентабельность производства в растениеводстве может повыситься до 42%, в животноводстве – до 12 %. В свою очередь, реализация предложений позволит создать в УКСП «Горецкое» Горецкого района более благоприятные условия для ведения сельскохозяйственного производства, организации эффективного использования пахотных земель, а следовательно и улучшение условий труда и быта населения.

Литература

1. Волков, С.Н. Землеустройство. Том 2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство / С.Н. Волков. – Москва: Колос, 2001. - 532 с.
2. Колмыков, А.В. Землеустроительные основы организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения: Методические рекомендации / А.В. Колмыков, Н.П. Бобер. – Горки: БГСХА, 2013. – 65 с.
3. Колмыков, А.В. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения: Монография / А.В. Колмыков. – Горки: БГСХА, 2013. – 337 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА

Н. В. Гатина, К. В. Студёнова
Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Градостроительное планирование развития территорий и населенных пунктов и их застройка осуществляются посредством разработки градостроительной документации о градостроительном планировании и развития территории. Одним из приоритетных этапов таких документов является планирование размещения объектов инженерной инфраструктуры, поскольку такие объекты являются частью жизнеобеспечивающей системы населенных пунктов (газо, электро-, тепло-, водо- снабжения, водоотведения и т.д.). В контексте градостроительного законодательства линейные объекты являются разновидностью объектов капитального строительства, но имеют иной правовой режим в части процедур проектирования, строительства, реконструкции и ввода их в эксплуатацию. Совокупность систем водоснабжения, канализации, электроснабжения, газоснабжения и теплоснабжения определяют состав инженерной инфраструктуры [1]. Документация по планировки территории – основная составляющая градостроительной деятельности, так как в ней уточняется и детализируется планировочная структура отдельных территорий. Поэтому наличие инженерной, социальной и транспортной инфраструктуры определяются в соответствии с генеральным планом муниципального образования, правилами землепользования и застройки и в проектах планировки и межевания территории (далее ПП и МТ).

В связи с вступившими в силу изменениями в земельном и градостроительном законодательстве, возникла необходимость в совершенствовании процедуры предоставления земельных участков для строительства линейных объектов. «Разрешение на строительство» является документом необходимым для начала строительства, как объектов капитального строительства, так и инженерных коммуникаций. В соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации (далее - ГрК РФ) разрешение на строительство является документом, подтверждающим соблюдение требований проектной документации градостроительного плана земельного участка или проекта планировки территории и территории проекта межевания (касается строительства, реконструкции линейных объектов) [2]. «Разрешение на строительство» предоставляет застройщику право осуществлять строительство, реконструкцию объектов капитального строительства [1]. В соответствии с изменениями в ГрК РФ, вступившими в силу с 1 января 2016 года, выдача разрешения на строительство осуществляется исключительно на основании ПП и МТ, предусматривающего размещение линейного объекта.

В настоящее время на территории г. Томска существует несколько вариантов для размещения инженерных коммуникаций.

1.В случае, если строительство объекта предусмотрено утвержденным проектом планировки и проектом межевания территории, то заинтересованное лицо обращается в администрацию Города Томска для оформления прав на землю и последующего получения разрешения на строительство. Для этого в соответствии со статьей 39.15 ЗК РФ на первом этапе осуществляется предварительное согласование предоставления земельного участка [4]. В случае принятия администрацией города положительного решения на основании выданного постановления проводится межевание земельного участка в соответствии с утвержденным ПП и МТ и его государственный кадастровый учет. После чего данный земельный участок предоставляется заявителю в аренду на период строительства. Заинтересованное лицо получает разрешение на строительство в соответствии со ст.51 Градостроительного кодекса РФ, и по завершению строительства, разрешение на ввод построенного объекта в эксплуатацию. Затем осуществляется постановка объекта на государственный кадастровый учет и регистрация права собственности на построенный объект. Градостроительный план земельного участка в связи со вступившими изменениями для линейных объектов не утверждается.

2. В случае, если строительство объекта предусмотрено утвержденным проектом планировки и проектом межевания территории, а также данный объект входит в перечень объектов, для которых не требуется получение разрешения на строительство на территории Томской области в соответствии с Законом Томской области от 12.07.2016 N 73-ОЗ, заинтересованное лицо имеет право обратиться в администрацию Города Томска в целях получения разрешение на использование земель, земельных участков или частей земельных участков, где оформление прав на землю и соответственно получение разрешения на строительство не требуется. Таким образом, заинтересованное лицо в соответствии с Законом Томской области № 73-ОЗ от 12.07.2016г. и постановлением администрации Томской области № 263а от 29.07.2016, на основании заявления и приложенных к нему документов получает разрешение на использование земель, земельных участков или частей земельных участков [3].

Приложением к разрешению на использование земель, земельных участков или частей земельных участков является схема на топографическом плане в масштабе 1:500 и проект объекта планируемого к размещению. Схема содержит сведения об участке местности, с показом границ и площади земель, земельного участка либо части земельного участка, на территории которых планируется размещение объекта, с указанием координат характерных точек границ с использованием системы координат, применяемой при ведении государственного кадастра недвижимости. Проект объекта - это документ, представляющий собой совокупность материалов в текстовой и графической форме, устанавливающий основные характеристики объекта: функциональное назначение, состав, внешний вид, площадь протяженность, материал конструктивных элементов, мощность) [7].

В соответствии с п.10 ст.40 ФЗ от 13.07.2015 N 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" государственный кадастровый учет и государственная регистрация прав на созданные сооружения, для строительства которых не требуется разрешение, осуществляется на основании документа, подтверждающего возможность размещения таких созданных сооружений без предоставления земельного участка или установления сервитута.

Стоит отметить, что в соответствии с пп.1 п.11 постановления Администрации Томской области от 29.07.2016 №263а если планируемое размещение объекта не соответствует действующим положениям документов территориального планирования и документации по планировке территории (за исключением размещения временных (некапитальных) объектов) принимается решения об отказе в выдаче такого разрешения [2]. В таком случае, в целях реализации строительства линейных объектов, возможна отмена действующего проекта планировки и проекта межевания территории и разработка и утверждение нового.

Если объект не входит в перечисленные вышеуказанным законом случаи и на территорию утвержден проект планировки и проект межевания заинтересованному лицу необходимо получение разрешения на строительство и как необходимость оформление прав на землю в порядке ст.39.15 ЗК РФ (как описано выше).

При отсутствии утвержденного проекта планировки и проекта межевания территории для строительства линейных объектов, для которых требуется разрешение на строительство, необходима его разработка и утверждение, иначе строительство таких объектов невозможно [6].

Подводя итог, хочется заметить, что установленный приоритет утвержденного проекта межевания территории позволяет наиболее рационально организовать процесс образования земельных участков, поскольку именно образование земельного участка на основании проекта межевания территории отвечает принципам устойчивого развития территорий и осуществления строительства на основании документации по планировке территории, на которых базируется законодательство о градостроительной деятельности [5]. На сегодняшний день действующее законодательство предоставляет несколько вариантов осуществления строительства линейных объектов. Однако малое количество утвержденных проектов планировки и проектов межевания территории, а также устаревшие проекты не позволяют городу гармонично развиваться.

Результаты анализа утвержденных ПП и МТ в г. Томске показывают, что в некоторых из них не предусмотрены все необходимые инженерные коммуникации. Следовательно, расположенные на таких территориях объекты (индивидуальные жилые дома и другие) остаются без возможности обеспечения сетями газоснабжения, водоснабжения, водоотведения, электроснабжения, телефонизации и другими коммуникациями. Решением данного вопроса в г. Томске может стать отмена действующего проекта планировки и проекта межевания территории и как следствие разработка и утверждение нового проекта, так как законодательством внесение изменений в существующие проекты планировки и проекты межевания в настоящее время не предусмотрено.

Стоит отметить, что выдача разрешения на использование земель позволяет решить проблему широкого круга заинтересованных лиц в области строительства линейных объектов и регистрации прав на них. Преимущественно разрешение на использование земель выдается на территории, в отношении которой отсутствует утвержденная планировочная документация. Однако и в данном случае существуют условия, при которых такое разрешение выдано быть не может.

Литература

1. Гатина Н.В., Студенова К.В., Кадетова Т.А., Козина М.В. вопросы управления строительством объектов инженерной инфраструктуры в условиях значительных изменений в градостроительном и земельном законодательстве // В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 536-539.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190 – ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2005. № 1 (часть I). Ст. 16.
3. Закон Томской области от 09.07.2015 № 100 – ОЗ «О земельных отношениях в Томской области» // Собрание законодательства Томской области. 2015. № 7/2(127).
4. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136 – ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2001. № 44. Ст. 4147. Ст. 4147.
5. Корякин В.И. Новое в правовом регулировании размещения линейных объектов [Электронный ресурс] / В.И. Корякин // Аналитический портал. Отрасли права. – 2016. Режим доступа: http://xn----7sbbaj7auwnffhk.xn--p1ai/article/19704 (14.01.2017).
6. Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 № 1300 «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» // Собрание законодательства РФ. 2014. № 50. Ст. 7089.
7. Студенова К.В. Проблемы предоставления земельных участков для строительства линейных объектов на примере муниципального образования «город Томск» / К.В. Студенова // Материалы Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – 2016. – С. 795-797.

АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ОАО «АФ ЕКАТЕРИНОСЛАВСКАЯ» ШЕРБАКУЛЬСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.И. Гринченко

Научный руководитель доцент И.В. Хоречко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина», г. Омск, Россия

Пашня является одним из основных видов сельскохозяйственных угодий, которое является составной частью земельно-имущественного комплекса и участвует в проекте внутрихозяйственного землеустройства. При организации территории пахотных угодий формируется антропогенная ландшафтная система, ведущее место в которой отводится агроландшафтам. Такая ландшафтная система должна отвечать требованиям функционирования природного ландшафтного комплекса и условиям производства. Использование сельскохозяйственных угодий в проекте внутрихозяйственного землеустройства основано на условиях, обеспечивающих сохранение плодородия почвы, воспроизводства природно-ресурсного потенциала территории и производительное выполнение всех необходимых технологических операций [1].

В исследовании рассмотрен вопрос организации и инженерного обустройства территории пашни на примере ОАО «АФ Екатеринославская», которое находится в южной части Шербакульского района Омской области и относится к степной зоне. Площадь пашни составляет 16175 га [4].

На территории объекта запроектированы пахотные массивы, которые обладают относительно благоприятными ландшафтно-экологическими и пространственно-технологическими условиями. Поля запроектированы традиционным способом (прямолинейным) и прямолинейно-полосно-контурным. Размеры рабочих полей установлены в условиях открытой равнинной местности с расчетом придания им правильной формы и рациональных параметрах при проектировании.

В ОАО «АФ Екатеринославская» используется система севооборотов, в которых учтены экологические, экономические, технологические требования и производит следующие культуры растениеводства, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1

Сведения о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства [2]

Показатель	Площадь, га		Затраты-всего, тыс. руб.
Наименование культуры	Посеянная	Убранная	
Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы	10233	7686	44927
Яровые зерновые	10079	7532	42450
Зернобобовые	154	154	2477
Подсолнечник на зерно	1280	920	15035
Многолетние травы	1587	1241	1662
Однолетние травы	2390	2390	3883
Сенажирование	-	-	4413
Всего по растениеводству	16175	12237	69920

Исходя из данных, полученных из бухгалтерских годовых отчетов, известно, что из всей засеянной площади, а это 16175 га, удалось собрать урожай с 76% от всей площади. Вероятнее всего, данному обстоятельству послужили плохие погодные условия.

Таблица 2

Данные сбора продукции растениеводства [2]

Показатель	Выход продукции		Себестоимость		Прямые затраты труда на продукцию всего, тыс. чел.-час.
	Всего, ц	С 1 га, ц	Всего, тыс. руб.	Единицы продукции, руб.-коп.	
Зерно в первоначально оприходованной массе	77159	10,0	X	X	
Зерно в физической массе после доработки (очистки и сушки)	7282	9,5	43972	603,8	106,0
Зерно в первоначально оприходованной массе	73242	9,7	X	X	0,0
Зерно в физической массе после доработки (очистки и сушки)	69510	9,2	41495	596,96	98,0
Зерно в первоначально оприходованной массе	3917	25,4	X	X	-

Продолжение таблицы

Показатель	Выход продукции		Себестоимость		Прямые затраты труда на продукцию всего, тыс. чел.-час.
	Всего, ц	С 1 га, ц	Всего, тыс. руб	Единицы продукции, руб.-коп.	
Зерно в физической массе после доработки (очистки и сушки)	3310	21,5	2477	748,34	8,0
Семена в первоначально оприходованной массе	15021	16,3	X	X	0
Семена в массе после доработки	12478	13,6	15035	1204,92	31,0
Сено	4160	4,1	1456	350,0	4,0
Семена	112	X	141	1258,93	1,0
Выпас (зеленая масса)	3240	X	65	20,06	X
Зеленая масса	38700	X	3883	100,34	6,0
Сенаж	34056	X	4413	129,58	X
Побочная	X	X	955	X	X
Всего	X	X	69920	X	X

Согласно данным таблицы 2 известно, что в ОАО «АФ Екатеринославская» урожайность зерна в первоначальной физической массе составляет 25,4 ц/га. Такая урожайность является одной из самых высоких, так как урожайность по району составляет 17,6 ц/га.

Изучение данных государственной кадастровой оценки земель показало, что земли сельскохозяйственного назначения ОАО «АФ Екатеринославская» обладают достаточно высокой ценой по району – 23600 руб./ га и, соответственно, общая стоимость сельскохозяйственных угодий составляет 381,73 миллиона рублей.

В ОАО «АФ Екатеринославская» работает 297 человек. Расчет удельных показателей производственного потенциала на одного работника показал, что средняя заработная плата на человека составляет 128,2 тысячи рублей в год при 1987 отработанных часах. Затраты на одного человека составляют 141,25 тыс. руб. Данные показатели занимают среднее положение по району.

Анализ основных средств производства предприятия показал, что здания, сооружения и передаточные устройства составляют 31,2 %, а машины и оборудования – 53,8%. Это означает, что присутствует очень высокая степень взаимосвязи земельно-имущественного комплекса со стоимостью зданий, сельскохозяйственных машин. Относительно низкий процент зданий и сооружений обусловлен тем, что предприятие имеет сельскохозяйственную направленность [3].

ОАО «АФ Екатеринославская» имеет самую высокую стоимость продукции растениеводства – 69920 тыс. руб. и, соответственно, высокие затраты растениеводства – 41952 тыс. руб. Данные показатели являются самыми высокими по Шербакульскому району Омской области.

На территории предприятия размещены основные объекты инженерного оборудования: лесные полосы, полевые дороги, полевые станы.

Лесные полосы расположены на пахотных массивах, поэтому они являются полезащитными. Для территории, расположенной в степной зоне, это имеет большое значение. Через систему лесных полос создается взаимосвязь между формированием ландшафтов, технологией обработки почв и системой земледелия в целом.

Среди полевых дорог в исследуемом хозяйстве выделяют следующие: полевые магистрали, линии обслуживания, вспомогательные полевые дороги.

В процессе проведения анализа земельно-имущественного комплекса ОАО «АФ Екатеринославская» в разрезе такой составной части проекта внутрихозяйственного землеустройства, как организация и инженерное оборудование территории пашни, выяснено:

1. определены культуры, которые выращивают в данном хозяйстве;
2. в хозяйстве при внедрении проектов севооборотов запланировано использование пара;
3. урожайность зерна в первоначальной физической массе составляет 25,4 ц/га. Такая урожайность является одной из самых высоких, так как урожайность по району составляет 17,6 ц/га.;
4. здания, сооружения, передаточные материалы, сельскохозяйственные машины имеют высокую связь с земельно-имущественным комплексом;
5. предприятие имеет самую высокую стоимость сельскохозяйственной продукции по району;
6. затраты и заработная плата на одного человека являются средними по району;
7. на территории ОАО АФ «Екатеринославская» размещены основные объекты инженерного оборудования: лесные полосы, полевые дороги, полевые станы.

Литература

1. Внутрихозяйственное землеустройство сельскохозяйственных организаций Западной Сибири на ландшафтно-экологической основе с применением моделирования: учебное пособие / З.Ф. Кочергина, В.Н. Щерба. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 132 с.
2. Годовые отчеты Шербакульского муниципального района Омской области, 2012 -2016 г.
3. Земельно-имущественный (экономический) каркас сельскохозяйственного производства Омской области как основа его устойчивого развития /Ю.М. Рогатнев // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. - №1 (21). – С. 111-118.
4. Схема территориального планирования Шербакульского муниципального района Омской области [Электронный ресурс]: Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП). – М.: Минэкономразвития России, 2016. – Режим доступа: http:// fgis.economy.gov/fgis/ (Дата обращения к ресурсу 20.12.2016)

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Н.В. Егорова
Научный руководитель доцент Л.Н. Гилёва
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года и в Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу на северные регионы возлагается миссия финансово-экономической поддержки перехода страны на инновационный путь развития [6,7]. Нефть на начало XXI века остается важнейшим энергетическим ресурсом и объектом международной торговли. Однако, в силу химического состава этого углеводородного сырья и специфики его добычи, существует значительное экологическое воздействие этого полезного ископаемого на окружающую природную среду.

Северные регионы РФ обладают уникальными углеводородными ресурсами: здесь добывается 90% газа и 80% нефти от объемов по РФ. В процессе добычи, нефтяное загрязнение, как по масштабам, так и по токсичности, представляет собой экологическую опасность. При освоении, обустройстве и эксплуатации месторождений нефти и газа в значительной мере происходят изменения природного ландшафта, сопровождающиеся интенсивным загрязнением земель прилегающих территорий. Почвенный покров – основной элемент ландшафта – первым принимает на себя этот «экологический удар». В связи с механическим нарушением и химическим загрязнением происходит постепенная деградация почв, которая стала одной из основных экологических проблем нефтегазового комплекса. Нефть, попадая в почву, вызывает значительные, а порой и необратимые изменения её свойств. В результате нарушения почвенного покрова и растительности усиливаются процессы эрозии и деградация почв[2]. Основными факторами воздействия нефтегазопромысловых объектов на окружающую среду является механическое повреждение поверхности, загрязнение химическими веществами, отходами производства и потребления, шумовое и физическое загрязнение и.т.д. Так, в радиусе 500-800 метров от буровой вышки растительность уничтожается на 75-80%, а в радиусе 100 метров, в результате более интенсивного загрязнения почв глинистым раствором, растительности практически нет.

В силу суровых климатических условий, природные системы Севера оказались уязвимы и неустойчивы по отношению к техногенным формам антропогенного воздействия, что обусловлено медленным протеканием их восстановительных процессов, связанных с низким температурным режимом. Поэтому проблема рекультивации земельных участков после эксплуатации нефтяных месторождений является актуальной в настоящее время[1]. Являясь естественной средой обитания для коренных малочисленных народов Севера, территории нефтегазодобычи постепенно исключаются из территорий традиционного природопользования, что связано нарушением социально-экономических условий аборигенного населения в результате нерационального землепользования, заключающегося в экстенсивном развитии без учета требований охраны окружающей среды.

Одной из основных задач землеустройства является организация рационального землепользования, которая заключается в создании благоприятной социально-экономической среды при соблюдении экологических приоритетов, необходимых пропорций в природопользовании, исходя из потребностей населения, возможностей экономики, природно-ресурсного потенциала территории, а также нормативов природопользования.

Геополитические, социально-экономические и природоохранные интересы Российской Федерации, ориентация государства на ускоренный экономический рост путем включения земельно-имущественного комплекса в активный экономический оборот требуют существенного развития системы землеустройства, которое всегда выступает основным механизмом государства в реализации и регулировании земельных отношений, планировании и организации рационального землепользования и охраны земель [5]. В процессе землеустройства формируется землеустроительная документация, к которой наряду со схемами землеустройства, карта (планы) объектов землеустройства, проектами внутрихозяйственного землеустройства, относятся проекты рекультивации нарушенных земель, особенно актуальные для территорий нефтегазодобычи, характеризующихся высоким уровнем антропогенной нагрузки.

Рекультивация земель - это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-

хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества. Земельные участки под обустройство месторождений нефтегазового комплекса предоставляются нефтегазодобывающим компаниям во временное пользование (сроком на 3 года), в долгосрочную аренду на период эксплуатации сроком на 49 лет и в краткосрочную аренду на период строительства и освоения земель. По истечении этого срока землепользователь обязан провести рекультивацию и сдать по акту приема-передачи собственнику [1].

Автор статьи проводит свои исследования на объекте, которым является земельный участок куста скважин №864, расположенный в Ханты-Мансийском автономном округе – ЮГРА, в Сургутском районе, на территории Федоровского месторождения нефти, НГДУ «Федоровскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз», на землях Сургутского лесничества. В геоморфологическом отношении участок приурочен к интенсивно заболоченной водно-ледниковой низменности, осложненной долинами рек, озерами и болотами. Рельеф пологоволнистый, спокойный, уклоны поверхности незначительны, осложнен болотами. Преобладают подзолистые, торфяно-подзолистые, иловато-болотные, торфяно-болотные почвы, на всей территории встречаются обширные заливные луга (сора), глинистые, суглинистые и песчаные участки. Земельный участок куста скважин №864 отводился в долгосрочную аренду на период эксплуатации сроком на 49 лет. Площадь участка составляет 17,3 га, из которых 10,4 га отводится под куст скважин (площадной объект), а 6,9 га - под коридор коммуникаций (линейные объекты: дорога внутрипромысловая, нефтегазопровод, водовод высоконапорный, линия электропередачи воздушная 6кВ).

Мероприятия по рекультивации осуществляются после завершения эксплуатации куста скважин. Рекультивация земель куста скважин №864 осуществлялась в два этапа: 1 этап – техническая рекультивация; 2 этап – биологическая рекультивация. Технический этап включает в себя проведение работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению. Целью технического этапа рекультивации является создание оптимальных условий для восстановления растительных сообществ.На этом этапе происходит выветривание нефти, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на поверхности почвы, восстановление микробиологических сообществ, развитие нефтеокисляющих микроорганизмов. При проведении технического этапа рекультивации земель должны быть выполнены следующие основные работы: грубая и чистовая планировка поверхности отвалов, засыпка нагорных, водоподводящих, водоотводных каналов, выполаживание или террасирование откосов, засыпка и планировка шахтных провалов; освобождение рекультивируемой поверхности от крупногабаритных обломков пород, производственных конструкций и строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием; строительство подъездных путей к рекультивированным участкам, устройство въездов и дорог на них с учетом прохода сельскохозяйственной, лесохозяйственной и другой техники; устройство, при необходимости, дренажной, водоотводящей оросительной сети и строительство других гидротехнических сооружений, устройство дна и бортов карьеров, оформление остаточных траншей, укрепление откосов.

После технического этапа рекультивации проводится биологический этап рекультивации. Биологический этап рекультивации - это комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя и прочной древесины и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв на нарушенных землях. На площадке куста скважин № 864, расположенной в лесном комплексе биологическая рекультивация планируется посадкой саженцев сосны на площади 10,4га. Проведение биологического этапа рекультивации в коридоре коммуникаций, расположенном в болотном комплексе, нецелесообразно. Территория оставляется под самозарастание. Схема посадки саженцев сосны следующая: расстояние между рядами 3,0 м, между саженцами в ряду 0,8 м.

Результатом работ по рекультивации земель является сдача земельного участка, на котором расположен куст скважин №864 по акту приема-передачи. Приемка земель производится только в течение вегетационного периода с июня по сентябрь, когда можно точно определить состояние почвы и растительного покрова. По результатам обследования рекультивированных земель комиссия вправе продлить либо сократить срок восстановления земель, а именно биологический этап.

После проведения работ по рекультивации необходимо проведение постоянного наблюдения и контроля за процессом восстановления растительного покрова на нарушенной поверхности. Специфика северных территорий такова, что период восстановления почвенно-растительного покрова до первоначального состояния может составлять от 25 до 100 и более лет. Таким образом, для северных территорий с высоким уровнем антропогенной нагрузки составление проектов рекультивации нарушенных земель является актуальным мероприятием по обеспечению экологической рационализации землепользования посредством землеустройства.

Литература

1. Гилёва, Л.Н. Экологические последствия использования северных территорий / Л.Н.Гилёва // Сибирская деревня: история, современное состояние и перспективы развития: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. / Ом.гос. аграр. ун-т.- Омск, 2010.- С.90-96.
2. Нуреева, Т.В. и др. Рекультивация нарушенных земель: конспект лекций / Т.В. Нуреева, В.Г. Краснов, О.В. Малюта. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. – 207 с.
3. Проект рекультивации нарушенных земель лесного фонда по объекту: «Обустройство Федоровского нефтегазового месторождения. VIII очередь (куст скважин 864, дорога внутрипромысловая на куст скважин 864, нефтегазопровод от куста скважин 864, водовод высоконапорный на куст скважин 864, линия

электропередачи воздушная 6кВ на куст скважин 864»[Электронный ресурс]. – Режим доступа :http://4geo.ru/surgut/yugraleshoz-surgutskiy-filial/.
4. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Рекультивация земель – М.: Госстандарт, 1988. – 10 с.
5. Комов Н. В. Российская модель землепользования и землеустройства / Н. В. Комов. – М. : 2001. – 621 с.
6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года (с изменениями и дополнениями). Утв. распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. N 1662-р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.consultant.ru.
7. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утв. Президентом Российской Федерации Д. Медведевым 18 сент. 2008 г. N Пр-1969. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

РАЗВИТИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ПУТЕМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Т.А. КАДЕТОВА
Научный руководитель старший преподаватель Р. Э. Серякова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В XXI веке развитие градостроительства имеет немаловажное значение. Современные технологии позволяют все быстрее застраивать земли при растущей численности населения. Ключевую проблему представляет рациональность застройки – нужно учесть социальные и экономические факторы. Как правило, для благополучного решения проблемы необходим комплексный подход. Таким образом, для рационального градостроительства предлагается реализовывать проекты комплексного развития территории в Томске посредствам выделения зоны первоочередного инвестирования.

В данный момент город Томск имеет достаточно уплотненную застройку. Как показывает статистика продаж, участки, отдаленные от центральной части города, неблагоприятны для горожан, так как имеют неразвитую улично-дорожную сеть, плохую транспортную доступность, так же вблизи таких участков нет крупных торговых центров[2]. На территории Томского района располагается еще одна благоприятная площадка для застройки – Левобережье, но, вследствие нерационального использования, такая привлекательная территории оказалась раскуплена и застроена частным сектором [7].

Данная проблема является актуальной не только для органов местного самоуправления, но и непосредственно для собственников земельных участков.

Объектом исследования являются проекты комплексного развития территории (КРТ) по смешанной схеме, на примере территории, ограниченной улицей Льва Толстого, проектируемой дорогой проспектом Новаторов, проектируемой дорогой продолжением улицы Елизаровых и улицей Сибирской, представленной на рис. 1.



Рис.1 Территория объекта исследования

КРТ позволяет администрации предоставить застройщикам привлекательную территорию на определенных условиях – вместе с территорией, которой необходима ревитализация, но которая предполагает трудности в виде выкупа земельных участков.

Цель работы – обоснование определения границ зон первоочередного инвестирования (ПИ) на примере

проектов комплексного развития территорий в г.Томске.

В Томске уже применялось комплексное освоение территории, но все объекты были незначительными и выделение зоны первоочередного инвестиционного развития ранее не производилось. Объект исследования является уникальным для всего томского региона.

При проведении анализа ситуации и литературы по данной тематике было сформулировано определение и критерии для зон ПИ, представленные в Таблице. Первоочередное инвестирование – это первоначальное внесение инвестиций в конкретном проекте, продолжение и развитие которого невозможно для застройщика или является нерентабельным в случае игнорирования последовательности инвестиций [3].

Таблица

Критерии для выделения зоны первоочередного инвестирования

Критерии	Характеристика	Показатели	Показатели ОИ
Градо-строит-ельный	Объект должен включать в себя наиболее проблемные территории в проекте КРТ	Обилие частной малоэтажной застройки, не представляющей культурную ценность, не развитая инфраструктура	Частная малоэтажная застройка (в ветхом состоянии) средней плотности
Террито-риальный	Объект должен иметь доступ к центральным коммуникациям, необходимым для вида планируемого строительства	Обеспечения проходов, проездов, условий безопасности и возможности обслуживания инженерно-технических коммуникаций и объектов	На имеющейся территории располагаются подъездные пути и все центральные коммуникации в 100 м в самой дальней точке
Правовой	Территория должна быть оформлена в соответствии с законом.	Внесение данных в проект планировки и межевания территории	Зона ПИ внесена в проект планировки и межевания территории до объявления аукциона на право реализации проекта.
Масштаб-ный	Объект должен иметь значительные размеры	Возможность выделения зоны первоочередного инвестирования в проектах КРТ	Площадь всего участка составляет ~300 га из которых ~40 га – территория ПИ

Этапы внедрения зон первоочередного инвестирования в градостроительстве:

1. *Определение границ комплексного развития территории.* На этом этапе органы местного самоуправления выбирают территорию, которая включает в себя благоприятную для застройщиков (местность, с привлекательным территориальным и инфраструктурным положением, не занятая застройкой, чтобы не вступать в правоотношения с жильцами) и социально важную зону (нерационально застроенная территория, нуждающаяся в полной реконструкции). В данном проекте территория, предпочтительная для инвесторов – пустырь.
2. *Определение зоны ПИ.* На этом этапе муниципалитет выделяет границы зону неблагоприятную для фирм-застройщиков, но имеющую социальную и экономическую значимость по вышеизложенным критериям. В данном проекте зона ПИ включает в себя территорию, ограниченную ул. Вицмана, границей территориальной зоны Т4 вдоль пер. Казахский до ул. Достоевского и естественной формой рельефа (овраг). Застройка представляет собой индивидуальную малоэтажную застройку в территориальной зоне Ж-1 [4].
3. *Отбор фирм застройщиков.* Оценивается финансовые возможности инвесторов, производится подготовка документации (застройщик вступает в правоотношения с администрацией, находится под постоянным ее контролем).
4. *Регулирование застройки.* Администрация имеет возможность регулировать застройку, если зона первоочередного инвестирования переходит инвесторам не в собственность, а в аренду. Таким образом, есть возможность устанавливать сроки застройки, решать проблемы ранней нерациональной застройки (малоэтажным частным сектором). Затем застройщик переходит на пустующую территорию, которая и является его основной целью, на такой территории возможно возведение нового микрорайона, находящегося в центре города.

После выполнения вышеизложенных этапов органы местного самоуправления получат новый застроенный микрорайон с улучшенной инфраструктурой, рекультивацию проблемной территории, улучшенную улично-дорожную сеть, презентабельный центр города, инвестор – масштабную застроенную территорию с выгодным местоположением, привлекательную для дальнейшей реализации.

Следует отметить, что Томская область по рейтингу устойчивого развития имеет благоприятный инвестиционный климат [6]. Учитывая, что территория экономически является привлекательной, поиск потенциального инвестора не окажется затруднительным [1].

На первом этапе инвестору необходимо выкупить территорию для первоочередного инвестирования по цене 1,3 млн. руб. за сотку (средняя стоимость). В рыночных ценах сумма первоочередного инвестирования составит 40 соток* 1,3 млн =52 млн.руб. Данный расчет является примерным. Так как данная территория находится в основном в частной собственности, и конечная сумма будет зависеть от притязаний владельцев земельных участков [4]. В дальнейшем эти участки будут проданы физическим лицам.

В данном проекте планируются масштабные изменение улично-дорожной сети. Вдоль р. Ушайки

предполагается строительство проспекта Новаторов, что позволит сократить время передвижения на транспорте из объекта исследования до центра – пр. Ленина до 5 мин, так же появится возможность в перемещении в сторону иркутского тракта за незначительное время [5]. Из фактической окраины города с трудной доступностью этот район станет центральной частью г. Томска. Так же планируется произвести рекультивацию в области золоотвалов и имеющихся свалок, укрепление берегов р. Ушайки, что позволит производить комплексную застройку данной территории [3].

В работе автором предложены критерии выделения зон первоочередного инвестирования, сформированы этапы их внедрения в градостроительство. Таким образом, можно сделать вывод, что первоочередное инвестирование позволит органам местного самоуправления полноценно регулировать застройку территории, повлияет на развитие градостроительства в регионе, а так же и не несет существенных капитальных вложений. Первоочередное инвестирование является инновационным решением в непростой ситуации КРТ в г. Томске.

Литература

1. Генеральный план Города Томска.[Электронный ресурс] // Официальный портал МО «Город Томск». URL: http://www.admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/c4bb726544a4f62447257d17001a474d/$FILE/GP_Tomsk_Osn_pol.pdf. (дата обращения 18.12.2016)
2. Зинченко В. И., Тюльков Г. И. и др. Межведомственная программа «Разработка и реализация модели территории инновационного развития на примере Томской области». – Томск, 2005. – 100 с.
3. Кадетова Т.А.выделение зон первоочередного инвестирования в проектах комплексного развития территорий в городе Томске/ Т.А. Кадетова// Материалы Международного научного симпозиума имени академика М.А.Усова «Проблемы геологии и освоения недр».– 2016.
4. Кадетова Т.А.Определение границ первоочередного инвестиционного развития территоий на примере г. Томска/ Т.А. Кадетова// Материалы выпускной квалификационной работы. – 2016.
5. Решение Думы г. Томска от 27.11.2007 N 687 (ред. от 03.11.2015, с изм. от 25.12.2015) «О корректировке Генерального плана и об утверждении Правил землепользования и застройки муниципального образования «Город Томск».Градостроительный кодекс Российской Федерации. – М., 2002.
6. Рейтинги устойчивого развития регионов Российской Федерации. М.: Изд-во «Интерфакс», 2009. – 96 с.
7. Стратегия развития Томской области до 2020 года. Режим доступа: http://tomsk.gov.ru/export/sites/ru.gov.tomsk/ru/economy_finances/strategy_documents/strategy.zip

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА СВАЛОК ТКО С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.Е. Каташова

Научные руководители: доцент В.Г. Житков; профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является одним из приоритетных направлений исследования поверхности Земли и ее экологического состояния. Современное техническое оборудование и программное обеспечение позволяют выполнять работу с высокой точностью и в короткие сроки. Проводимое исследование посвящено возможности автоматизированного обнаружения свалок по мультиспектральному анализу космических снимков, имеющих большую обзорность и высокое пространственное разрешение [1]. Свалки являются экологически опасным объектом, оказывающим негативное влияние как на окружающую среду, так и на здоровье человека [2, 3], поэтому упрощение их поиска и ликвидации несет не только экономическое, но и экологическое, и социальное последствия.

На наш взгляд, в реальности ДЗЗ технически трудно осуществим из-за совпадения спектрального отклика свалок с окружающим ландшафтом. Как правило, основные компоненты, входящие в состав отходов, покрывающих земельные участки свалок (бумага, картон, пищевые отходы, металл и т.д.) присущи и другим объектам жизнедеятельности людей (строительный мусор, груда металлолома, теплицы и т.д.). Следовательно, спектральный набор свалки твердых коммунальных отходов (ТКО) как объекта земной поверхности не имеет своей уникальной единицы, которая позволила бы точно идентифицировать ее.

В связи с этим возникает вопрос: возможно ли обнаружение свалок ТКО по космоснимкам в принципе, и, если да, то каким образом? Для ответа на него было проведено данное исследование.

На его первом этапе были выделены типичные признаки, характерные для свалок ТКО. Главным из них стало наличие второстепенной дороги, уходящей от основного движения в лес или за густые кустарники (рис. 1). Ее протяженность составила до свалки № 1 – 113м, № 2 – 973м, № 3 и № 4 470 и 523 метра соответственно, т.е. в среднем она укладывалась в диапазон 300-400 метров. Максимальное расстояние от главной дороги до места накопления ТКО не превышало одного километра. Отметим, что визуально такая тупиковая дорога завершалась характерными округлыми светлыми участками, соответствующими захламлению, которые также могли быть использованы для идентификации объекта.



Рис. 1. Пример расположения свалки ТКО вблизи населенного пункт

Подобные участки были достаточно точно различимы только за чертой поселения, тогда как в самом населенном пункте провести такой анализ было практически невозможно. Выявленные закономерности позволили предложить следующую методику поиска свалок ТКО по космическим снимкам.

1. Изучаемую территорию по космоснимкам большого масштаба разбивают на условные квадраты, в которых определяют потенциальные свалкив масштабе 1:60000. При этом используют такие программы, как GoogleEarthPro и SASPlanet.
2. В выбранных квадратах при большем увеличении анализируют «рисунок» второстепенных дорог и возможных свалок в масштабе 1:15000.
3. При необходимости осуществляют наземное обследование территории для верификации объекта.

Ниже приведен пример реализации данной методики с применением ретроспективного анализа.

Объектом исследования – район «Красивый пруд» (56°26’03.98’’ С.Ш., 85°03’43.63’’ В.Д., в северном направлении от п. Предтеченск). Использовали космоснимки с ресурса GoogleEarthPro. Предпочтение отдано именно этой версии программы, так как она содержит в себе необходимые инструменты для работы, в том числе возможность загрузки изображений с сервера с выбором нужного разрешения. Изначально был выбран участок масштабом 1:60000, который было условно разделен на 4 квадрата. Далее эти участки были внимательно просмотрены при масштабировании до 1:15000 для визуального выявления возможных свалок (два из четырех обработанных секторов содержали в себе потенциальные объекты размещения отходов).

Судя по космоснимкам, образование свалок в районе «Красивый пруд» стало происходить, начиная с 2012 года, что совпадает по времени с его активной застройкой.

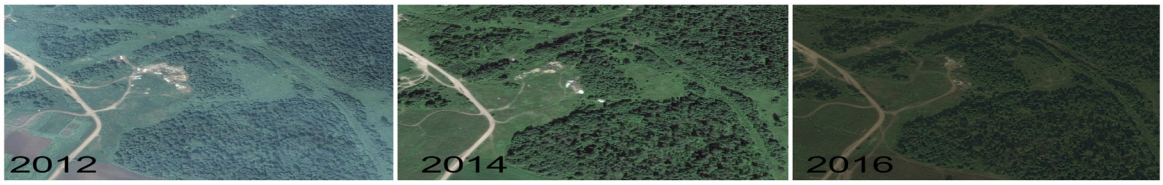


Рис. 2. Динамика роста свалки №1



Рис. 3. Динамика роста свалки №2

Стремительный прирост населения привел к образованию двух свалок в северном и восточном направлениях(рис. 2, рис. 3). Их сравнительные характеристики приведены в таблице.

Таблица

Сравнительные данные двух параметров свалок ТКО в динамике 2012-2016 гг.

Год	Координаты		Протяженность, м		Площадь, кв. м		Морфологический состав ТКО		Расстояние до н.п., м	
Объект	№1	№2	№1	№2	№1	№2	№1	№2	№1	№2
2012	56°26’11.55” С.Ш., 85°04’17.33” В.Д.	56°25’24.55” С.Ш., 85°05’00.50” В.Д.	154,91	51,3	3950,2	612,6	Крупный и мелкий бытовой мусор	Трупы крупнорогатого скота и других животных	371	1001
2014			120,22	60,9	1860,8	336,1				
2016			110,5	33,7	1780,6	165,5				

Протяженность свалки № 1 составила 110,5 м (рис. 1), примерная площадь по состоянию на август 2016 года – 1 780,6 кв. м. ТКО представляют собой крупный и мелкий бытовой мусор Протяженность свалки № 2 составила 33,7 м, площадь – 165,5 кв. м. Свалка № 2 является скотомогильником, образованным самопроизвольно жителями ближайшего поселения в ходе хозяйственной деятельности. Для обоих объектов утилизации установлено закономерное снижение линейных и площадных размеров.

Таким образом, в результате проделанной работы нами доказана невозможность автоматизированного обнаружения свалок по их спектральному анализу. Предложена методика обнаружения и идентификации свалок ТКО, позволяющая получать достоверную информацию об их местоположении (координаты), параметрах и динамике изменения, а также прогнозировать потенциально возможные варианты образования. Применение указанной методики: 1) упрощает работу по поиску свалок; 2) сокращает выборку потенциальных объектов по сравнению с выделением по спектральным признакам, поскольку отфильтровывает идентичные объекты (хозяйственные постройки, свалки, природный ландшафт и т.д.); 3) позволяет проводить ретроспективный анализ изменения параметров объектов утилизации, 4) помогает картографировать свалки размером от 30 кв. м с высокой степенью вероятности (90–95%).

Литература

1. Липилин Д. А. Мониторинг свалок на территории Краснодарского края по материалам спутниковых снимков (методика и результаты) // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2013. – Т. 3. – С. 621–625.
2. Пасько О.А., Мочалова Т.Н. Временное и территориальное изменение токсичности почв полигона твердых бытовых отходов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 7 (126). С. 72-76.
3. Pasko O.A., Mochalova T.N. Toxicity assessment of contaminated soils of solid domestic waste landfill / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development, PGON 2014. – 2014. – P. 012044

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В РАЙОНЕ ДРЕВНЕЙ ПАЛЬМИРЫ (СИРИЯ)

А.Е. Каташова

Научный руководитель доцент В.Г. Житков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение поверхности Земли с применением авиационной и космической аппаратуры позволяет оценить многогранные климатические и геологические изменения, протекающие во времени. Путем дистанционных исследований возможно определить тектонические изменения поверхности, рельеф, заболоченность, характер движения рек и пространственные характеристики интересуемых объектов, а также некоторые климатические показатели.

Пальмира – город времен древнего мира. Располагается на краю Сирийско-Аравийской пустыни, на пути между Средиземным морем и Евфратом, вдали от больших городов [2]. Город являлся перевалочным пунктом для больших торговых караванов, славился своими богатствами и архитектурой. В доступных нам литературных источниках имеется информация о серном источнике Эфка, как о единственном водном объекте, существовавшем тогда и сейчас. Кроме того, ученый из Санкт-Петербурга в своих отчетах о Пальмире указывает на бескрайние карстовые пустоты, расположенные под городом, а также примитивной системе водозабора и подъема воды на поверхность [1].

Мог ли подобный город с многовековой историей, являвшийся «оазисом» среди большой пустыни, быть возведен и существовать столь долгое время при отсутствии постоянных и высокодебитных источников воды?

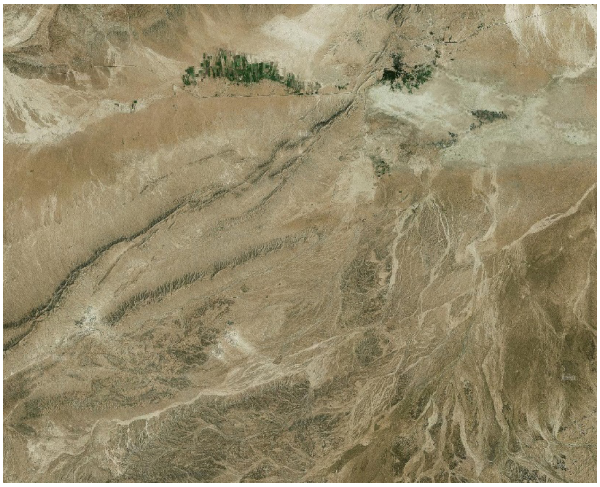


Рис. 1. Фрагмент космического снимка Ikonos.
Светлые полосы в южной части снимка – древние речные русла

Выполненный нами анализ материалов космических съемок показал, что в древности в данной местности не просто существовали крупные водные объекты, но позволил выявить некоторые важные моменты их эволюции (рис. 1).

Наиболее древней водной артерией района являлась река, протекавшая юго-восточнее Пальмиры с юго-запада на северо-восток, имевшая протяженность около 300 км и впадавшая в Евфрат. В последствии в результате неотектонических движений она была «перехвачена» в четырех местах. Наиболее близкий к Пальмире «перехват» создал естественную дамбу, результатом чего явилось изменение направления русла основной реки и ее притоков на субмеридиональное, а в котловине, расположенной южнее Пальмиры сформировалось большое озеро размером около 230 кв. км (рис. 2).

О существовании такого большого источника воды можно также судить по некоторым историческим справкам. Например, остались некоторые части древнего водопровода, ведущие к термам (баням) от ближайших источников воды, а также к бассейнам во дворцах.

Дальнейшая климатическая и геологическая эволюция привела к осушению рек и озера, и, как следствие, город был покинут населением и забыт на века.

По нашему мнению, подобные исследования с применением дистанционных методов позволяют получить новые сведения по целому ряду направлений: историческому, географическому, геологическому, климатологическому и, конечно же, землеустроительному, показывая насколько масштабными могут быть быстропротекающие природные процессы.



Рис. 2. Древние реки и озеро, южнее Пальмиры

Литература

1. Информационный портал ИнфоГлаз. Электронный ресурс. URL: http://infoglaz.ru/?p=34892
2. Саверкина, И. И. Древняя Пальмира [Текст]/ И. И. Саверкина. – Ленинград: Аврора, 1973. – 104 с.

СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА СРЕДСТВАМИ QGIS

А.В. Качан

Научный руководитель доцент П.В. Другаков

Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь

Картографической основой для разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства служат копии (по возможности на картографической бумаге) земельно-кадастрового плана соответствующего землепользования масштаба 1:10000, при необходимости, с рельефом [1]. На таком плане особое внимание уделялось сельскохозяйственным землям. Подчеркивалось различие луговых земель по назначению, водному режиму, закустаренности и др. Также отмечалось и мелиоративное состояние земель. Эти планы изготовлялись по собственной технологии, отличающейся от технологии составления топографических планов и карт. Размножались такие планы небольшим тиражом на специальных светокопировальных машинах. Эта технология долго использовалась в землеустройстве и мелиорации. При переходе к автоматизированным методам проектирования от использования данной технологии изготовления картографической основы постепенно отказались. Однако актуальным остается вопрос размножения картографических материалов, полученных традиционным методом, в том числе для учебных целей. Имеются 3 варианта решения данной задачи[2]:

- использование отсканированных растровых изображений исходной карты;
- создание векторного изображения в среде стандартной системы векторной графики;
- создание векторной модели в среде ГИС.

Каждый из указанных вариантов имеет достоинства и недостатки.

Первый вариант является наиболее простым из всех предложенных. При наличии исходной матрицы ее можно отсканировать, получить битовое (двухцветное) изображение и при необходимости распечатать его на плоттере. При отсутствии исходной матрицы необходимо сканировать копии на синьках. Затем, используя методы цветовой коррекции, выполнить отделение фона от основного изображения в графическом редакторе Adobe Photoshop или др. В автоматизированном режиме это не всегда возможно, и требуется ручная корректировка. Получение высококачественного изображения по такой технологии является трудоемкой задачей.

Второй и третий варианты основаны на использовании отсканированного растра для ручного перевода изображения в векторный формат. Во втором варианте для этих целей используется векторный редактор Corel Draw, Adobe Illustrator. В результате получается векторное изображение соответствующее традиционной карте. Недостатком является отсутствие полноценной поддержки картометрических и оверлейных операций, а также топологии слоев. При решении задачи по третьему варианту требуется тщательная проработка модели данных и структуры базы данных, настройка соответствующих легенд. Векторизация здесь выполняется аналогично работе с векторным редактором.

К настоящему времени технология формирования картографических материалов для целей землеустройства в коммерческих ГИС разработана достаточно подробно. Это, прежде всего, методика формирования земельно-информационной системы [3]. На основе этой методики в ГИС ArcGIS были выполнены работы по переводу в векторный формат данных по одному из хозяйств, используемых при проектировании по внутрихозяйственному землеустройству[2].

В последнее время в мире при выполнении различных исследований и в учебном процессе широко стали использовать ГИС QGIS. По этой причине была поставлена задача рассмотреть возможность использования данной ГИС для создания картографической основы внутрихозяйственного землеустройства.

Одним из преимуществ QGIS является поддержка большого числа типов данных и форматов файлов, их представляющих. Это значит, что с каким бы ПО ГИС вы не работали ранее, у вас всегда будет возможность продолжить работу с этими данными в QGIS или же импортировать (экспортировать) их с помощью QGIS в необходимый формат. Для чтения и записи векторных данных QGIS использует библиотеку OGR, которая позволяет работать с такими форматами как ESRI shape, MapInfo (MIF, TAB), Keyhole Markup Language (KML), GeoJSON, ESRI Personal GeoDatabase, AutoCAD DXF и многими другими. Также поддерживается загрузка векторных данных напрямую из архивов (zip, tar.gz) [2]. Пространственные базы данных предоставляют улучшенные возможности контроля над геоданными, распределенного доступа к ним, геообработки больших объемов данных. QGIS поддерживает работу со следующими базами данных и их пространственными расширениями:

- PostgreSQL/PostGIS;
- SQLite/SpatiaLite;
- MSSQL 2008 Spatial;
- SQL Anywhere;
- Oracle Spatial.

Взаимодействие с серверными и файловыми пространственными базами данных в QGIS существенно упрощается благодаря наличию специальных модулей, объединенных меню База данных: DB Manager, SPIT, Оффлайновое редактирование [4].

Все работы по созданию картографической основы в векторной форме было решено выполнять в программе QGIS версии 16.3, разделив их на несколько этапов.

На первом этапе была создана модель данных карты, определен перечень слоев, названия полей, составлен классификатор, задана система координат и другие параметры. Были созданы слои видов земель, линейных объектов (рек, каналов, дорог), точечных объектов, почв, земельных участков.

На втором этапе была выполнена привязка растра к системе координат с помощью специального модуля «Привязка растров». Модуль поддерживает широкий перечень методов трансформации. В современных коммерческих программах, осуществляющих привязку растров, после задания двух трансформационных точек автоматически программа вычисляет вероятные значения координат всех последующих точек. В QGIS такой опции не реализовано. Несколько сглаживает подобное неудобство возможность надписи номеров точек и их координат на растре.

На третьем этапе сформированы земельные участки посторонних землепользователей в границах плана (населенные пункты, некоторые из дорог, кладбища, лесной фонд и т.д.), самого хозяйства. В последующем была создана линейная тема осей дорог, каналов и рек. На ее основе в слое видов земель созданием буферных объектов были созданы площадные объекты дорог, каналов, рек. Также в слой видов земель были добавлены посторонние землепользователи. Всем добавленным объектам был присвоен код в соответствии с классификатором. В последующем выполнялась работа по векторизации оставшихся площадных объектов: пахотных, луговых, под постоянными насаждениями и других. В слое мелиоративного состояния были оцифрованы границы осушенных земель.

Необходимо отметить, что процесс векторизации площадных объектов в QGIS был связан с некоторыми проблемами. По умолчанию в этой ГИС отсутствует инструмент примкнуть к существующему объекту.

При векторизации попробовали решить эту проблему используя оверлейные операции, например, разбиения площадной темы с помощью линейной темы. Для этого слой буферов, полученных из тем дорог и водных объектов, преобразовали в линейную тему, добавили в нее границы контуров. Используя соответствующую команду из SAGA осуществили разбиение слоя земельных участков на более мелкие объекты – контура видов земель. Всего было получено 29 новых площадных объектов. Затем, используя команду разбить составные объекты, количество новых площадных объектов увеличилось до 44. Однако самый большой объект слоя так и не был разделен на части.

Вторым способом решения проблемы явилось использование модуля autotrace. Данный модуль позволяет автоматически отследить часть границы, совпадающую с существующим объектом данного слоя, существенно повысив производительность труда при векторизации.

Третьим способом решения стало использование опции avoid Intersection. В этом случае можно было создаваемый полигон накладывать на существующий, а зона взаимного перекрытия автоматически удалялась из создаваемого полигона. Совместно с этой опцией целесообразным оказалось использование модуля Digitizing Tools. Если создаваемый объект выходил за пределы существующих объектов (пересекал каналы), то разбивая составной объект с помощью одной из команд данного модуля можно было удалить лишний. Непосредственно работы по векторизации плана хозяйства по данной технологии заняли 4,5 часа.

По результатам векторизации была составлена экспликация земель. Площади в экспликации, полученной по результатам векторизации, и по материалам дела несколько отличались. Величина расхождения мало зависит от площади контуров. Наибольшие расхождения выявлены у контуров, ограниченных каналами и дорогами.

Четвертым этапом стало формирование условных знаков, нанесение надписей и оформление компоновки для печати.

Подводя итог необходимо отметить, что формирование картографической основы для целей землеустройства в ГИС QGIS выполняется сложнее чем в ГИС ArcGIS и занимает больше времени. Причин здесь множество: разные модели организации данных, неодинаковый набор инструментов, отсутствие готовых шаблонов, недостаточное количество переведенной документации на русский язык.

Литература

1. Инструкцию о порядке разработки проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций [Электронный ресурс]: утв. Постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 05.07.2001 г. № 9 (с изменениями и дополнениями на 01.01.2014 г.). URL: http://pravo.newsby.org/belarus/postanov23/pst735.htm (дата обращения: 05.01.2017).
2. Бобровник Е.В., Создание планово-картографической основы для целей землеустроительного проектирования// Проблемы геологии и освоения недр: Труды Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летнему юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. Том 1. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. С. 495-497
3. ТКП 055-2006 (3150). Земельно-информационная система Республики Беларусь. Порядок создания. Введ. С 01.03.07. МН. Госмкомимущество РБ 2006. -112 с.
4. Свидзинская Д.В., Бруй А.С. Основы QGIS [Электронный ресурс] // учебный курс: [сайт]. (2014). URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf (дата обращения: 06.01.2017).

ПРОБЛЕМЫ МОНОГОРОДОВ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПРОКОПЬЕВСКА

А.Е. Киселева
Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Моногород является поселением, обоснованным вокруг градообразующего предприятия, заведомо предполагаемое обеспечение населения рабочими местами, так же воздействующее на социальные, экономические и экологические проблемы, инфраструктуру данного города.

Проблема развития моногородов является чрезвычайно актуальной для Кемеровской области. Кузбасс – это регион, где все города, кроме Кемерово, являются монопрофильными, их развитие зависит от одной отрасли: угольной, металлургии, машиностроения или железной дороги. Сегодня в таких городах проживает 70 % кузбассовцев. Поэтому в 2010 году по поручению Губернатора Кемеровской области была проведена колоссальная работа – были разработаны планы модернизации всех кузбасских моногородов. В результате, первые 3 города Кемеровской области – Прокопьевск, Ленинск– Кузнецкий и Таштагол получили государственную поддержку уже в 2010 году. Выбор этих городов обусловлен сложной ситуацией в муниципальных экономиках, напряженной ситуацией на рынке труда, большой долей занятых на градообразующих предприятиях.

Программа модернизации экономик моногородов нацелена на:

- увеличение инновационной составляющей промышленного производства,
- создание новых видов экономической деятельности,
- повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции,
- повышение инвестиционной привлекательности муниципальных образований.

К сожалению, при выделе средств на восстановление угольной промышленности и модернизации экономики в городе Прокопьевске к 2016 году изменений в лучшую сторону не наблюдались. В данный момент действующих шахт на территории города уже не существуют, работы производятся поверхностно на угольных разрезах. Можно заметить явное депрессивное состояние экономики города Прокопьевска и кризисные явления в социальной сфере, что обусловлено сокращением бюджета и рабочих мест. Так как на территории моногорода дополнительных предприятий не существует, происходит очевидный регресс всех сфер жизни Прокопьевска, что подтверждает статистика населения за последние 11 лет, подсчеты составляют в сокращение на 21 тыс. чел., следовательно, город непривлекателен для место проживания и профессиональной деятельности. В сторону прогноза можно предположить, что в ближайшие года город станет «банкротом».

Обращаясь в сферу землеустройства, которая непосредственно связана с проблемами моногородов, можно сделать выводы по поводу полученных результатов прекращения функционирования градообразующего предприятия:

- цена на земельный участок снижается;
- цена на жилую площадь значительно снижается;
- градостроительство замораживается;
- неэффективное использование земельных ресурсов.

В настоящее время недостаточно исследованы методологические и методические аспекты управления инновационной средой моногорода в сфере землеустройства и горнодобывающей промышленности, которые должны сопутствовать друг другу. Не установлены и не регламентированы взаимоотношения предприятий и органов муниципальной власти, а точнее непринадлежность градообразующего предприятия местным органам самоуправления данной области, генеральный директор ХК «СДС – Уголь» находится на территории Московской области. В ходе реализации программ и стратегий инновационного развития моногородов в недостаточной степени проработан организационный механизм управления инновационной средой моногорода и не сформирован инструментарий его реализации. Все это определяет актуальность создания инновационного механизма использования отработанных месторождений, создание патентной технологии, которая в дальнейшем будет применена как на территории России, так и зарубежья, во избежание закрытия аналогичных моногородов и переселения населения.

В ходе анализа данной ситуации в горнодобывающей структуре и землеустроительной деятельности мною предлагается альтернативная модель управления предприятиями с помощью инновации, основанной на синергическом взаимодействии элементов угольной промышленности с иной промышленностью, а точнее использование земельных участков под отработанными недрами, при этом улучшая ее геоэкологический и почвенный состав. Так же любая деятельность предприятия должна согласовываться и регулироваться Администрацией города Прокопьевска с целью экономического рост, повышения уровня и качества жизни.

На данный момент Правительство Российской Федерации принимает исключительное решение в подобных ситуациях о закрытии моногородов и переселении населения. Данные действия вызывают две проблемы, одна из которых нерациональное растрачивание бюджета страны, для выполнения данного действия, и вторая, создание огромных территорий безхозных земельных участков, которые при невыполнение определенных мелиоративных и землеустроительных последовательностей, в дальнейшем окажутся непривлекательны ни одному собственнику.

Можно сделать вывод, что при создании градообразующего предприятия должен наперед быть произведен прогноз о:

- сроке эксплуатации предприятия;
- создании нового дополнительного предприятия;
- сроке переквалификации сотрудников;
- сроке восстановления изначального предприятия, либо восстановления земельных участков под эксплуатацией.
- моделе дальнейшей эксплуатации предприятия.

Литература

1. Белова С. О моногородах. Хорошо забытое новое// http://www.bigmonev.ru/articles/st6.html.
2. Гаврилов А.И. Региональная экономика и управление/ Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ– ДАНА, 2002. – 239 с.
3. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики / Учебник для вузов.– М.: ГУ ВШЭ, 2001.– 495 с.
4. Любовный В.Я. Актуальные вопросы развития городов России и подходы к решению проблем «шахтерских» городов / Реструктуризация угольной промышленности и местное развитие. М., 1999.
5. Социально– экономическое развитие малых и средних городов в среднесрочный период. Проект.// Малые города. Деловой вестник местного самоуправления. 1999. – №3– 4. С.5– 9.

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ ГОРОДА ТОМСКА

А.Е. Киселева, Л.Л. Ерёмин

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Томск является областным центром одноименной области с численностью населения 590 690 человек на момент переписи в конце 2016 года. Город так же формирует городскую агломерацию совместно с городом-спутником Северск с общей численностью населения 750 000 чел (2016). Площадь городского поселения составляет 294,6 км². Большая часть населения пригорода и Северска работают в Томске, с учетом этого расчетное количество человек, находящихся в черте города в рабочее время суток на площадь 294,6 км² приходится примерно 670 345 человек. По классификации СП 42.13330 город относится к крупным с расчетной плотностью населения в рабочие дни недели 2 275 чел/км².

К примеру, город Прокопьевск в Кемеровской области с сопоставимой площадью 227,5 км² имеет численность населения 198 438 человек (2016). Плотность населения составляет 872 чел/км². Несмотря на незначительную разницу в площадях, плотность населения Томска превышает плотность населения Прокопьевска в 2,6 раз. С учетом уровня удельной обеспеченности личными автомобилями населения город Томск в большей степени подвержен к возникновению уличных заторов. Данная проблема в действительности существует в городе уже 10 лет.

В целом транспортная проблема в городах общеизвестна. Принимаемые в настоящее время меры, направленные на снятие проблем улично-дорожной сети, не всегда дают желаемые результаты, несмотря на весьма большие вложения денежных средств.

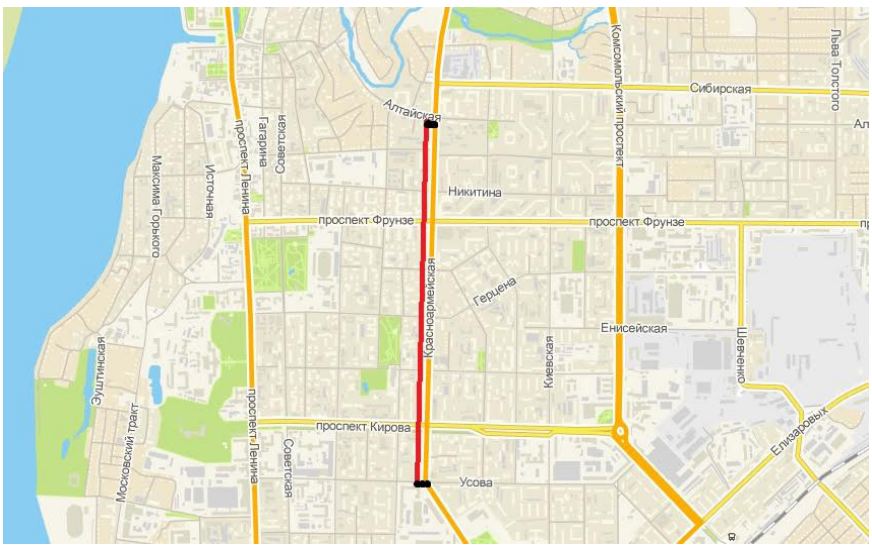


Рис. План-схема расположения улицы Красноармейская на участке от пересечения с улицей Усова до улицы Алтайская

В городе Томске существует пять основных причин возникновения проблем на улицах:

1. автомобильные заторы;
2. неудовлетворительное состояние улиц;
3. несоответствие геометрических размеров улиц пропускной способности;
4. чрезмерный рост числа автомобилей в личном пользовании;
5. плотная застройка.

Из вышеперечисленных проблем можно выделяется основная - несоответствие геометрических размеров улицы установленным нормам и правилам, рассчитываемой исходя из статуса категорийности улицы и их технических параметров интенсивности движения, что приводит к снижению пропускной способности улицы.

В качестве проблемного примера в данной работе исследована улица Красноармейская в городе Томск, на участке от пересечения с улицей Усова и до пересечения с улицей Алтайская.

Значение автомобильных дорог в нашей жизни постоянно растет в связи с улучшением образа жизни людей, автомобиль стал необходимым средством передвижения, постоянное повышением спроса на автомобиль в следствие роста промышленного и сельскохозяйственного производства, увеличения объемов строительства, приток большого количества студентов, расширения торговли, дальнее расположение рабочего места от места проживания для большей части населения и развития сферы услуг [4]. Следовательно, остановить процесс увеличения транспортного средства не возможно. Это естественный результат прогресса и роста уровня жизни населения.

На данный момент в городе Томск стоит первоочередная цель – развить улично-дорожную сеть муниципального образования «Город Томск», что является одной из основных социальной и градостроительной задач. Еще одна из весомых проблем для муниципального образования Город Томск – это исторически сложившаяся улично-дорожная сеть с плотной застройкой. В настоящее время общая протяженность улично-дорожной сети составляет приблизительно 770 км.

Помимо уже выделенных факторов, влияющих на пропускную способность улично-дорожной сети и скорость передвижения транспортного средства в пределах любого города, могут также оказывать воздействие огромное количество факторов [3]:

- погодно-климатические условия;
- надземный пешеходный переход;
- условия регулирования транспортного потока в зависимости от правил дорожного движения;
- стихийные парковки автотранспорта на проезжей части, особенно в местах размещения объектов массового обслуживания.

Исходя из выше перечисленных проблем, разработаны предложения по устранению заторов:

1. реконструкция автомобильных полос, путем перевода улицы в другую категорию (например, магистральную улицу регулируемого движения перевести в категорию магистральных улиц непрерывного движения);
2. из надземного пешеходного перехода сделать подземный;
3. расширение красных линей;
4. разуплотнение застройки (при проектировании новых районов; сносе ветхой застройки).

В результате реализации мероприятий по устранению заторов, следует:

1. повышение пропускной способности улично-дорожной сети муниципального образования;
2. обеспечение транспортной доступности всех микрорайонов;
3. создание безопасных условий для всех участников дорожного движения;
4. гарантии законных прав граждан на безопасные условия движения.

Актуальность работы заключается в отводе земель под магистральные улицы с учетом изменений положений по документации Градостроительного Кодекса и Земельного Кодекса по состоянию на 1 января 2017 года.

По итогам работы должны быть предложены решения по устранению заторов на магистральной улице с учетом изменений положения красных линий и линий застройки на примере улицы Красноармейская.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (1993). Конституция Российской Федерации с учетом поправок от 30 дек. 2008: офиц. текст. – Ростов н/Д.: Феникс, 2014. – 63 с.
2. Градостроительный Кодекс РФ: Федер. Закон: принят Гос. Думы 22 дек. 2004 г.: ред. от 17.07.2009 г. № 164-ФЗ – 132 с.
3. Постановление Правительства РФ №87 от 16.05.2008 г. : О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию. – М.: Собрание законодательства РФ. №21, 25.05.2009.
4. СП 42.13320.2011 (СНиП 2.07.01-89*) Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой РФ. 2011
5. Строительные нормы и правила : СНиП 3.10-75. Благоустройство территорий: утв. 25.09.75 - М.: Стройиздат, 1979.
6. СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02-85*) Автомобильные дороги. – М.: Госстрой РФ. 2010.

ДИНАМИКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРАВЕ СОБСТВЕННОСТИ И АРЕНДЫ (ЧЕРНУШИНСКИЙ РАЙОН, ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Е.Ю. Кислицина
Научный руководитель доцент И.А. Старицына
Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия

Продажа земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, осуществляется на торгах, проводимых в форме аукционов, или без проведения торгов. На торгах, может быть продано право аренды или передача земельного участка в собственность. Гражданин, который приобрел право аренды на земельный участок, может в дальнейшем его выкупить в собственность, что наблюдается при продаже муниципальных земель в Чернушинском районе Пермского края. К сожалению, наблюдается негативная тенденция сокращения земель сельскохозяйственного назначения, как и по другим регионам Урала [1, 4]. За период с 2012 по 2015 год в Чернушинском районе было проведено 63 аукциона (рис.).

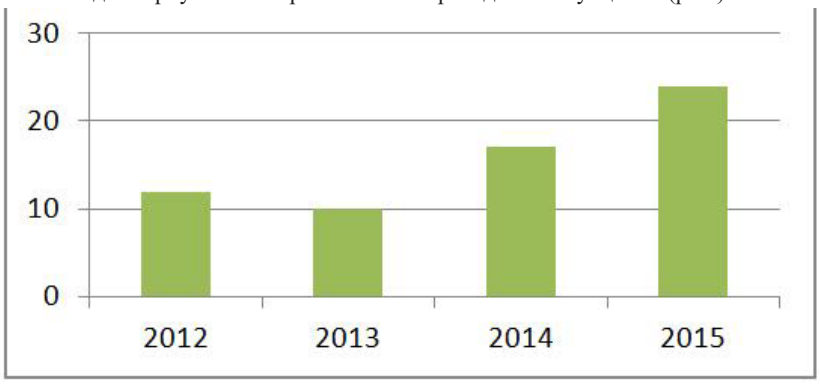


Рис. Количество проведенных аукционов

В Чернушинском муниципальном районе продажа земельных участков резко увеличилась в 2014 году, и сохраняла положительную динамику в 2015 году. Обобщающие результаты продажи земельных участков с аукциона исследованы в динамике с 2012 года по 2015 год и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Продажа с аукциона права аренды и права собственности земельных участков

Аналитические данные	Периоды			
	2012	2013	2014	2015
Продано земельных участков, всего	61	60	58	59
В собственность	42	51	19	39
В аренду	19	9	39	20
Площадь проданных участков (кв.м.)	505820	123688	136156	102404
В собственность	57884	79826	25853	65595
В аренду	447936	43862	110303	36809
Начальная цена продажи (руб.), всего	7715909,00	9321448	7735936	5096708,01
В собственность	3857409,00	6489000	2769000	4689836,01
В аренду	3858500,00	2832448	4966936	406872
Конечная цена продажи (руб.), всего	10058559,00	12404398	10854636	5753848,01
В собственность	5525709,00	9291200	3728000	5203676,01
В аренду	4532850,00	3113198	7126636	550172
Выкупная средняя стоимость 1 кв. м/ руб				
В собственность	95,46	116,39	144,2	86,59
В аренду	10,12	70,98	64,61	-

По сравнению с 2012 годом, конечная цена продажи земельных участков в 2015 году уменьшилась в 1,7 раза, разница составила 4304,71 тыс. руб. Уменьшение цены продажи произошло в связи с внесением изменений в законодательство. Земельные участки в 2014 году продавались по кадастровой стоимости, а не по рыночной, как это было в 2015 году. Всего в Чернушинском районе за 4 года было продано 238 земельных участков, из них в собственность – 151 участок, в аренду – 87 земельных участков. В 2015 году было продано земельных участков из муниципальной собственности на сумму 845 тыс. руб. В 2013 году посредством аукциона в собственность было продано наибольшее количество участков (51 участок), а в 2014 году наименьшее количество (19 участков). Однако, в 2014 году в аренду было сдано наибольшее количество земельных участков (39 шт). Равномерное количество аукционов проводилось за последние два года, то есть в 2014 и 2015 года (табл. 2, 3).

Таблица 2

Продажа земельных участков на праве собственности с аукциона.

№	Поселение	Количество участков	Площадь, кв.м.	Цена продаж, руб.
1	Ананьинское с/п	2	2776	139000
2	Бедряжинское с/п	4	8989	172200
3	Бродовское с/п	2	2456	168958
4	Етышинское с/п	7	13794	291988,2
5	Павловское с/п	2	2793	264000
6	Рябковское с/п	7	6757	1514920
7	Слудовское с/п	8	11889	1842000
8	Таушинское с/п	1	3507	83115,9
Итого по сельским поселениям:		33	52961	4476182,1
9	Чернушинское городское поселение	17	43455	3872859,67
Итого:		50	96416	8349041,77

В Демененвском, Калиновском, Сульмашинском, Таушинском, Труновском, Трушниковском и Тюинском сельских поселений земельные участки на продажу не были сформированы, так как удаленность этих населенных пунктов от административного центра (город Чернушка) очень большая, плохая инфраструктура и неразвитость дорог [5]. Но, исходя из таблицы, видно, что по сельским поселениям продано наибольшее количество участков (33 штуки), чем в городе – 17 участков. Общая цена продажи составила – 8349041,77 рублей. Площадь проданных участков составила – 96416 кв.м. В результате проведенных аукционов в 2015 году в аренду было продано 20 земельных участков, общей площадью – 36728 кв.м., общая цена продажи составила – 519740 рублей.

Таблица 3

Выкуп земельных участков собственниками объектов недвижимости за 2012-2015 гг.

Параметры	**Периоды**			
	2012	**2013**	**2014**	**2015**
Количество участков, ед.	329	398	243	351
Площадь, кв.м.	993046	957208	1271351	2241087
Стоимость выкупа, руб.	2703570,04	3706873,06	5108664,00	3094233,46
Средняя выкупная стоимость (1 кв.м., руб.)	2,72	3,87	4,02	1,4

Стоимость выкупа земельных участков, по сравнению с 2014 годом, уменьшилась на 2014,43 тыс. руб. и составила 3094,23 тыс. руб. в 2015 году. Чернушинский муниципальный район в настоящее время активно развивается [2]. Земельные участки под жилую застройку и под размещение промышленных объектов, в том числе и нефтепроводов, очень востребованы [3]. Об этом говорит увеличение из года в год количества проданных из муниципальной собственности земель.

Литература

1. Байкин Ю.Л., Гусев А.С. Об экологическом контроле в системе почва-растения-животные-продукция животноводства. // В сборнике: Опыт и проблемы повышения качества молочной продукции, ее конкурентоспособности в рыночных условиях. – 1997. – С. 64 – 67.
2. Ефремова Е.А. К вопросу развития Чернушинского района Прикамья. // В сборнике: Современные проблемы развития экономики и управления в регионе материалы X Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 238 – 242.
3. Пушкарева М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековшинина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояния здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 2. – С. 40 – 45.
4. Старицына И.А., Вашукевич Н.В., Старицына Н.А. Проблемы развития сельскохозяйственных территорий Свердловской области. // Островские чтения. – 2016. – № 1. – С. 557 – 564.
5. Чернушинский район. Законы. Об утверждении проекта планировки территории в районе бывшего Аэропорта в г. Чернушка Пермского края [Электронный ресурс]: Решение Думы Чернушинского городского поселения от 30 января 2015 г. № 90 // http://www.consultant.ru

ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В СОСТАВНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА «УСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ» НА ПРИМЕРЕ СПК «ПЛОДОПИТОМНИК ЧЕРЛАКСКИЙ» ЧЕРЛАКСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Кобыляцкая

Научный руководитель доцент И.В. Хоречко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

В процессе сельскохозяйственного производства основу его осуществления составляют следующие факторы производства – земля, рабочая сила, здания, сооружения, сельскохозяйственные машины и механизмы, финансовые средства. Все факторы, кроме рабочей силы и финансовых средств, входят в сельскохозяйственный земельно-имущественный комплекс [1]. Земельно-имущественный комплекс можно рассматривать не только как совокупность структур движимого и недвижимого имущества, но и как составную часть проекта внутрихозяйственного землеустройства. На примере СПК «Плодопитомник Черлакский» рассмотрена седьмая составная часть проекта внутрихозяйственного землеустройства в разрезе земельно-имущественного комплекса.

Устройство территории многолетних насаждений проводится в крупных садах и виноградниках, имеющих, как правило, самостоятельное товарное значение. Устройство заключается в размещении пород и сортов, кварталов или клеток, бригадных участков, проектировании ветроломных лесопосадок, сети дорог, источников водоснабжения и подсобных хозяйственных центров [3].

Сельскохозяйственный производственный кооператив «Плодопитомник Черлакский», возглавляемый А.В. Жучковым, известен далеко за пределами Черлакского района. Саженцы различных культур с каждым годом расширяют «зону влияния», прописываясь на садовых участках жителей Омской, Новосибирской, Томской, Тюменской областей. Черлакский плодопитомник начинал свою историю в 1934 году на одном участке с лесопитомником, тогда общая площадь составляла 35 гектаров, в коллективе трудилось 14 человек. Сегодня плодово-ягодный питомник занимает 755 га. Распределение земель СПК «Плодопитомник Черлакский» по угодьям представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сведения о площадях и угодьях СПК «Плодопитомник Черлакский»

Наименование показателя	Площадь, га
Общая земельная площадь - всего	755
в том числе: всего сельскохозяйственных угодий	711
из них:	-
пашня	610
сенокосы	53
многолетние насаждения	48
прочие земли	44
арендованные земли	561
неоформленные земли	150

В разгар сезона на участках работают около 100 человек. Среднегодовая численность работников хозяйства СПК «Плодопитомник» составляет 57 человек, при этом в среднем начисляется заработной платы в размере 5431 тыс. руб. В арсенале СПК — около 20 единиц техники, оборудованные ремонтные мастерские, теплицы с искусственным туманом. Движимое имущество, как и недвижимое, является экономическим каркасом производства (таблица 2). Все элементы этого каркаса связаны как производственно-технологическими, так и имущественными отношениями. Если рассматривать структуру имущества, то здания и сооружения, несмотря на статус недвижимого имущества, выступают принадлежностью земли как главного средства производства. Тем более, оборудование, машины, и механизмы являются принадлежностями земли – недвижимого имущества и зданий и сооружений [2].

Таблица 2

Стоимость движимого и недвижимого имущества по состоянию на 2016 год

Наименование показателя	Стоимость	
	тыс. руб.	%
Основные средства (без учета доходных вложений в материальные ценности) - всего	20902	100
в том числе: Недвижимое имущество	14278	68,3
Здания, сооружения и передаточные устройства	9257	44,3
Многолетние насаждения	5021	24,0
Движимое имущество	6624	31,7
Машины и оборудования	1167	5,6
Транспортные средства	4838	23,1
Производственный и хозяйственный инвентарь	619	3,0

Ежегодно в плодопитомнике выращивается и реализуется до 120 саженцев плодовых и ягодных и 100 тысяч штук лесодекоративных культур. Широкий ассортимент посадочного материала обеспечивается маточными насаждениями, в которых культивируются 70 сортов яблонь, 20 сортов смородины, по 10 сортов земляники садовой, малины, груши, жимолости. Все сорта — челябинской, свердловской, алтайской селекции. Посадочный материал проходит испытания в саду плодопитомника. В последние годы возрастает спрос на лесодекоративные культуры: ель сибирская, калина, черемуха, ива, пирамидальный тополь, розы и др. саженцы Кроме того, плодопитомник предлагает также и плоды-ягоды: сливу, вишню, смородину, землянику, малину и т.д. В 2010 году решили в качестве эксперимента посеять на четырех гектарах арбузы. Для начала выбрали 2 сорта, организовали полив, и, как оказалось, сибирские арбузы ничем не уступают астраханским. Без применения химических препаратов, на паровых участках удалось вырастить полосатую ягоду свыше 20 кг. Что немаловажно для потребителей — цена на черлакские арбузы ниже, чем на привозные (таблица 3).

Таблица 3

Характеристики многолетних насаждений

Площадь садов, виноградников и других многолетних насаждений, валовой сбор продукции	Посажено в 2016 году новых садов, га	Площадь насаждений на конец года, га		Валовой сбор урожая, ц	в том числе с насаждений в плодоносящем возрасте			
		всего	в т.ч. в плодоносящем возрасте		валовой сбор, ц	ц/га	затраты на полученную продукцию, тыс. руб.	себестоимость 1 ц, руб.коп.
Косточковые (слива, вишня, абрикос, персик и др.)	3	9	6	86	86	14,3	330	3837,21
Кустарниковые ягодники (малина, смородина, крыжовник, черноплод-ная рябина и др.	3	20	16	49	49	3,1	289	5897,96
Земляника	5	19	13	302	302	23,2	2337	7738,41

Процессы управления ресурсами хозяйства направлены на повышение эффективности земельно-имущественного комплекса, каждого его процесса и элемента путем увеличения социально-экономического потенциала системы и повышения уровня его использования. При этом если увеличение социально-экономического потенциала земельно-имущественного комплекса можно осуществлять путем или увеличения потенциала его ресурсов, или совершенствования технологии процессов, или повышения уровня организации, или по этим трем направлениям одновременно, то эффективность использования потенциала можно повысить только через повышение эффективности управления, побуждающего людей наиболее эффективно использовать элементы земельно-имущественного комплекса в его процессах [1].

Литература

1. Земельно-имущественный (экономический) каркас сельскохозяйственного производства Омской области как основа его устойчивого развития / Ю.М. Рогатнев // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016.- № 1 (21).– С. 5.
2. Исследование эколого-экономических факторов оценки стоимости земельно-имущественного комплекса в Омской области / И.В. Хоречко, О.А. Зайцева // В сборнике: Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири, 2012. - С. 663-665.
3. Кочергина З.Ф. Внутрихозяйственное землеустройство сельскохозяйственных организаций Западной Сибири на ландшафтно-экологической основе с применением моделирования / З.Ф. Кочергина, В.Н. Щерба. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2009. – 232 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. Колодная
Научный руководитель профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Согласно разделу 5, утвержденной в декабре 2016 года территориальной схеме обращения с отходами, в т. ч. с твердыми коммунальными отходами (далее ТКО) Томской области, в настоящее время в государственный реестр объектов размещения отходов на территории Томской области внесено 18 полигонов ТКО [1]. Это означает, что данные полигоны соответствуют требованиям законодательства. В то же время их количество и инфраструктура не достаточны для обеспечения полного размещения отходов, что ведет к возникновению несанкционированных свалок [2,3]. Выходом из сложившейся ситуации в Томской области становится строительство новых полигонов ТКО. Администрацией муниципальных образований запланировано построить их в количестве 33 объектов. При строительстве новых полигонов следует учитывать целый комплекс взаимосвязанных факторов, рассмотреть который предлагается на примере одного из них.

Для анализа условий размещения объектов утилизации был выбран полигон ТКО, планируемый согласно территориальной схеме в Колпашевском районе у с. Чажемто. Сложность и актуальность работы обусловлены уникальностью территории и необходимостью сохранения ее экологической чистоты – в с. Чажемто расположен санаторий, прославленный своими сапропелевыми лечебными грязями и минеральными водами.

Цель данной работы – проведение комплексного анализа выбора земельного участка для размещения полигона ТКО у с.Чажемто. Согласно поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Провести анализ природных и антропогенных особенностей территории у с.Чажемто.
2. Оценить риски и негативное влияние полигона ТКО на выбранный земельный участок и близлежащие территории.
3. Выявить оптимальное местоположение, наиболее удовлетворяющее нормам и требованиям.

При проведении исследования были использованы монографический, картографический и аналитический методы, а также методы дистанционного обследования земли. Линейные и площадные параметры земельных участков получены с помощью программного обеспечения Google Earth.

Полигон должен обслуживать следующие населенные пункты: с. Инкино, д. Пасека, д. Новогорное (д. Усть-Чая), д. Тискино, п. Большая Саровка и Чажемтовское сельское поселение, включающее 9 населенных пунктов. Общая численность обслуживаемого населения составляет 5396 человек [1]; проектная площадь полигона, рассчитанная нами по методике Мочаловой Т.Н., – 1,4 га [4].

Полигоны ТКО следует размещать за пределами городов и других населенных пунктов. Минимальный размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона определяют в 500 м [5]. Объект проектируют и размещают на ровной территории, исключающей возможность смыва атмосферными осадками части отходов и загрязнения ими прилегающих земельных участков и открытых водоемов. По гидрогеологическим условиям лучшими являются участки с глинами или тяжелыми суглинками, грунтовыми водами, расположенными на глубине не менее 2 м и отдаленностью поверхностных вод. Не рекомендуют к использованию под полигоны болота глубиной более 1 м и участки с выходами грунтовых вод в виде ключей [6]. Для района с. Чажемто характерно наличие болот, что уже говорит о близком залегании к поверхности грунтовых вод (рис.1), значит при строительстве полигона должна быть осуществлена мощная гидроизоляция. По совокупности природных факторов и инфраструктуры (дорожная сеть, близость к населенному пункту) для размещения полигона ТКО в районе с. Чажемто было выбрано два варианта, представленных на рис.2.

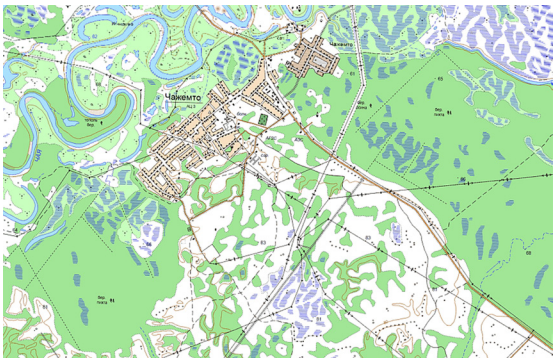


Рис.1. Топографическая карта с. Чажемто



Рис.2. Варианты размещения полигона ТКО в районе с. Чажемто

Для размещения полигона ТКО в первом варианте выбран участок, на котором по данным дистанционного обследования земли находится несанкционированная свалка (58º02'59" с.ш., 82º51'13' в.д.). Во втором варианте предложен участок в лесном массиве, свободный от ценных пород деревьев (58º02'35" с.ш., 82º49'53' в.д.). Сравнение представленных вариантов размещения полигона ТКО приведено в таблице. Общими для обоих выбранных участков стали: преобладающее направление ветра - северо-западное; болотистая местность и

близость водных объектов; преобладающий механический состав почв – среднесуглинистый; количество обслуживаемых населенных пунктов – 14;.

Таблица

Сравнительная характеристика земельных участков под полигон ТКО [по 1, 4, 5]

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Расстояние до водоохранных и природных зон, км	> 2,5	> 2,4
Расстояние до ближайшей границы болота, км	1,2	0,7
Расстояние от объекта до границ с. Чажемто, км: – существующих – проектных	 1,30 0,68	 1,04 0,36
Расстояние до отдаленного н.п., км	66,1	65, 8
Доступность транспортной сети, км	0,15 – до автодороги рег. знач.	0,69 – до проселочной дороги; 1,6 – до автодороги рег. знач.
Высота над уровнем моря, м	79	80
Категория земель	Промышленности и иного специального назначения	Сельскохозяйственного назначения
Вид разрешенного использования	Для специального назначения	Нет данных

С учетом преобладающего направления ветра и расположения ближайшего поселения на северо-западе от поселка на расстоянии более 1 км, был сделан вывод о благоприятности обоих вариантов для размещения полигона ТКО. Удаленность рек и озер оптимальна. Расположение санатория в поселке и его охранной зоне (50 м) допустимы. Санитарно-защитная зона полигона ТКО составляет 500 м, в данный радиус не попадает никаких существующих жилых построек в обоих предусмотренных вариантах.

При учете проектной границы с. Чажемто второй участок для размещения полигона ТКО не безопасен. Транспортная доступность экономически выгоднее в первом варианте.

Выбор земельного участка в городском или сельском поселении должен проводится с учетом его ценности и в соответствии с градостроительной документацией, правилами землепользования и застройки (зонированием территорий) и кадастровым делением. Согласно генеральному плану Чажемтовского сельского поселения, первый земельный участок находится на землях промышленности и иного специального назначения, а также фактически является несанкционированной свалкой ТКО [5]. Данный факт упрощает процедуру сбора кадастровой документации. Второй земельный участок находится на землях сельскохозяйственного назначения, и размещение на нем полигона ТКО будет невозможно без процедуры перевода земли из категории сельскохозяйственного назначения в земли промышленности. По кадастровому делению информация подлежит уточнению. Проектная территория для размещения полигона ТКО, указанная в генеральном плане поселения, находится на болоте, что не должно допускаться ни при каких условиях [7].

Комплексный анализ, учитывающий экологические риски, финансовые затраты, социальные потребности, объем инженерно-геологических изысканий и землеустроительных работ, выявил преимущество земельного участка №1, максимально удовлетворяющего всем требованиям. Данный земельный участок уже имеет незначительные загрязнения, поэтому его переоборудование будет более рациональным решением, чем загрязнение чистого природного ресурса.

Приведенный пример подтвердил, что землеустройство становится главным инструментом при решении правовых, социальных, организационно-территориальных и экологических задач при управлении загрязненными территориями.

Литература

1. Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами Томской области. Электронный ресурс. URL: http://green.tsu.ru/upload/File/2016/territorialnaya_shema.pdf (дата обращения: 12.01.2017)
2. Пасько О.А., Мочалова Т.Н. Временное и территориальное изменение токсичности почв полигона твердых бытовых отходов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 7 (126). С. 72-76.
3. Pasko O.A., Mochalova T.N. Toxicity assessment of contaminated soils of solid domestic waste landfill / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development, PGON 2014. – 2014. – P. 012044
4. Мочалова Т.Н., Дорохова А. И., Вычужанова Е. А. Разработка методики расчета параметров пунктов накопления и сортировки твердых коммунальных отходов (в печати)
5. СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 N 820). [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=13879#0 (дата обращения: 15.01.2017)Правила землепользования и застройки Чажемтовского сельского поселения Колпашевского района Томской области. Электронный ресурс. URL: http://chagemtoadm.tom.ru/gradostroitel_stvo/gradostroitel_noe_zonirovanie/ (дата обращения: 13.01.2017)
6. Генеральный план Чажемтовского сельского поселения Колпашевского муниципального района Томской области. Электронный ресурс. URL: http://chagemtoadm.tom.ru/gradostroitel_stvo/territorial_noe_planirovanie/ (дата обращения: 13.01.2017)

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СНЕЖНЫХ ОТВАЛАХ НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА

Е.С. Макарцова

Научные руководители: профессор О.А. Пасько, доцент О.С. Токарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Проблема снежных отвалов актуальна для большей части регионов России, особенно для Сибирского федерального округа в зимний период. Снег с проезжей части и дворов города вывозят и складируют на площадках, т. н. снежных отвалах (СО). Он аккумулирует различного рода загрязнения, которые мигрируют в почву, возможно, грунтовые воды и создают экологическую угрозу окружающей среде [1, 2]. Кроме того, во время эксплуатации снежных отвалов поверхность почв переуплотняется техническими средствами, разрушается ее гумусовый слой и развиваются эрозионные процессы.

Целью данной работы является изучение деградации почвенно-растительного покрова на территории снежных отвалах г. Томска.

Объектами исследования служили территории СО по адресам: пересечение ул. Ивановского и ул. Высоцкого (СО1), ул. Мостовая 40а (СО2), пос. Хромовка 35/2 (СО3), а также фоновых участков, расположенных вблизи каждого снежного отвала и находящихся вне действия загрязненного снега.

Методы исследования: монографический, картографический, химико-аналитический, дистанционного зондирования.

В результате анализа космических снимков высокого разрешения было отмечено, что на территориях снежных отвалах наблюдается значительная деградация растительного покрова. Выявлено, что на территории СО1 площадь растительного покрова сократилась на 74 % от исходной площади; на СО2 – на 82 %, на СО3 – на 81 % (рис. 1).



Рис.1. Ряд изменчивости растительного покрова на СО3 с года образования по 2016 год

Наиболее вероятными причинами деградации растительного покрова на используемых СО являются изменение свойств почвы в результате переуплотнения ее машинами и загрязнения мусором, содержащемся в вывозимом снегу.

Для изучения свойств почвы был проведен физико-химический анализ образцов с территорий СО. Установлено, что почвенные образцы с наиболее длительно используемого СО3 на 15,02 % состоят из фракций размером 0,5-0,25 мм; на 13,02 % – размером 0,25-0,1 и на 71,96 % – размером 0,1-0,05 мм (рис. 3). Следовательно, преобладают почвы с фракциями размером 0,1-0,05 мм, что соответствует мелкому песку. При определении кислотности почв, выявлено их защелачивание. В песчаных почвах наблюдается преобладание песка и малая доля перегноя. Они мало плодородны, достаточно воздушны, хорошо пропускают воду и быстро прогреваются.

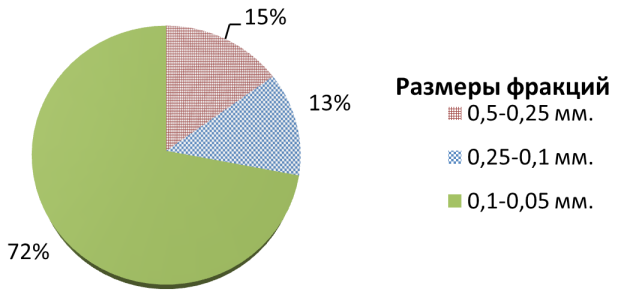


Рис.2 .Фракционный состав образцов почвы с СО3

Результаты определения плотности и влажности образцов представлены в таблице и на рис. 3. Они позволили сделать вывод о закономерном снижении плотности почвы с глубиной: СО3 – на 14-15 %; СО2 – почти на 40 % от исходной [3].

Таблица

Вертикальная изменчивость плотности и влажности почвы на СО

Наименование	Глубина среза, см	Масса с водой, г	Масса без воды, г	Процент воды, %	Плотность, г/см^3	Средняя плотность, г/см^3
Мостовая	0-5	99,02	85,20	13,96	1,73	1,71
	0-5	94,56	82,76	12,48	1,69	
	0-25	91,03	79,54	12,62	1,62	1,62
	40	52,36	16,05	69,35	0,33	0,33
Хромовка	5	90,11	83,99	6,79	1,71	1,72
	5	90,57	85,28	5,84	1,74	
	20	87,32	72,36	17,13	1,47	1,46
	20	85,91	71,70	16,54	1,46	
	40	85,88	64,49	24,90	1,31	1,25
	40	81,76	58,56	28,37	1,19	
	60	82,52	63,27	23,33	1,29	1,30
	60	82,89	64,54	22,14	1,31	

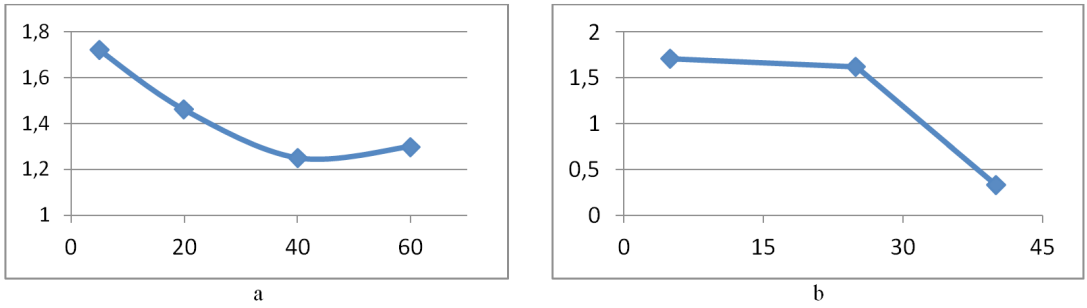


Рис.3. Зависимость плотности почвы (г/см^3) от глубины на СО3 (a) и СО2 (b)

Выводы. Временная, а также горизонтальная и вертикальная виды изменчивости почв на территориях снежных отвалов выражаются, в частности, изменении фракционного состава грунта (преобладание песка) и защелачивании почв. Все это вызывает деградацию растительного покрова, отчетливо проявляющуюся на космических снимках, и должно быть учтено при планировании процессов рекультивации земель.

Автор выражает глубокую признательность за ценные советы и практическую помощь доценту каф. гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии В.В. Крамаренко.

Литература

1. Pasko O.A., Makartsova E.S., Ushakova N.S., Tokareva O.S., Mochalov M.V. The possibility of distance methods application for snow dump sites monitoring // MATEC Web of Conferences. – 2016. – Vol. 48, Article number 05002. – P. 1-4.
2. Пасько О.А., Токарева О.С., Ушакова Н.С., Макарцова Е.С., Гапонов Е.А. Применение спутниковых методов исследований для оценки состояния территорий снежных отвалов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Vol. 13 – №. 4. – P. 20-28.
3. Макарцова Е.С. Характеристика земельных участков под снежными отвалами города Томска // Экологические проблемы региона и пути их решения: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM», Омск, 13 –15 октября 2016. – Омск: Изд-во ЛИТЕРА, 2016 – Т. 1 – С. 189-193.

ОПЫТ СОПОСТАВЛЕНИЯ ГРАНИЦ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ РФ

В.Э. Малинин, В.Л. Богданов
Научный руководитель профессор В.Л. Богданов
Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

Отсутствие объективных сведений о границах субъектов Российской Федерации приводит к ряду негативных последствий таких как:

- возникновение территориальных споров между субъектами Российской Федерации в отношении прохождения их границ;
- неоднозначность определения правового режима земельных участков, расположенных на приграничных к населенным пунктам территориях;
- появляются трудности с определением органов власти, уполномоченных на принятие решений по различным вопросам на таких территориях;
- ухудшается процесс управления земельными ресурсами (например, незаконного строительства на границах субъектов).

Для утверждения границ между субъектами Российской Федерации, в том числе в случае наличия утвержденных границ всех муниципальных образований на территории субъекта Российской Федерации, необходимо, чтобы текстовое и графическое описания прохождения границ между субъектами Российской Федерации, а также полученное в результате проведения землеустроительных работ координатное описание прохождения таких границ, были согласованы со смежными субъектами Российской Федерации. Между субъектами РФ при установлении административных границ часто возникают разногласия. Чтобы найти правильное решение в их установлении, следует сопоставить административные границы между субъектами.

Эти работы целесообразно проводить в три этапа.

На первом этапе реализации поставленной задачи необходимо организовать межведомственную рабочую группу, включив в ее состав представителей от профильных комитетов, Комитета имущественных отношений, Комитета по управлению государственным имуществом, а также территориальных органов Росреестра и подведомственных филиалов учреждения – ФГБУ «ФКП Росреестра».

Второй этап заключается в обмене между представителями субъектов РФ имеющейся картографической информацией, а также сведениями о земельных участках и объектах капитального строительства, границы которых установлены в соответствии с требованиями действующего законодательства и расположенных на границе субъектов РФ.

Третий этап состоит из построения модели в ГИС с отображением на картографической основе нанесенных границ объектов недвижимости и границы между субъектами РФ. Иногда имеются только материалы масштаба 1:500, которые не обеспечивают нормативной точности для установления границ, но, тем не менее, они могут служить наглядным материалом для проектирования границы. Для построения модели в ГИС необходимо учесть, что ведение государственного кадастра недвижимости, а в настоящее время Единого государственного реестра недвижимости, осуществляется в местных системах координат, которые перед формированием модели необходимо перевести в единую систему. При этом следует выявить все пересечения объектов недвижимости как между собой, так и пересечение существующей границы с земельными участками. Кроме того требуется установить наличие случаев учета земельных участков за пределами административной границы.

Например, земельные участки, учтенные в Ленинградской области, были расположены в административной границе Санкт-Петербурга. В результате построения ГИС модели границы между Санкт-Петербургом и Ленинградской областью было выявлено более 50 подобных случаев с различной площадью наложений. Эти наложения площадей земельных участков можно квалифицировать как кадастровые (реестровые) ошибки, устранение которых предусмотрено статьей 61 Федерального закона от 13.07.2015 N 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».

После установления границ подготавливается протокол выявления кадастровой ошибки. Данный протокол содержит следующие пункты:

1. Адрес электронной почты правообладателя (а при его отсутствии, адрес правообладателя);

2. Реквизиты документов, указанных в части 9 статьи 38 Федерального закона от 24.07.2007 №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (далее - Закон о кадастре), содержащих сведения о местоположении границ земельного участка (при их наличии), с использованием которых органом кадастрового учета может быть устранена кадастровая ошибка;

3. Сведения о картографической основе ГКН;

4. Значение координат характерных точек границ земельного участка, в которых выявлена кадастровая ошибка;

5. Значения координат характерных точек границ земельного участка, предлагаемые органом кадастрового учета;

6. Описание кадастровой ошибки с обоснованием квалификации соответствующих внесенных в ГКН сведений как ошибочных;

7. Сведения о площади земельного участка, содержащиеся в ГКН 50000 кв. м;

8. Значение площади земельного участка, определенное с учетом значений координат характерных точек границ земельного участка, предлагаемых органом кадастрового учета для исправления кадастровой ошибки;

9. Предельная допустимая погрешность определения площади;

10. Сведения, содержащиеся в ГКН о лице (землеустроительной организации, лице, считающемся кадастровым инженером), подготовившем документ, на основании которого в сведения ГКН была внесена данная кадастровая ошибка;

11. Обоснование о наличии или отсутствии у органа кадастрового учета оснований для устранения выявленной кадастровой ошибки в сведениях ГКН о местоположении границ земельного участка

В случаях, когда объект недвижимости поставлен на государственный кадастровый учет и имеет зарегистрированные права в одном кадастровом и регистрационном округе, а фактически расположен в смежном с ним кадастровом округе, необходимо определить процедуры передачи кадастровых дел и дел правоустанавливающих документов между кадастровыми округами и регистрационными округами. При обращении заявителя в адрес одного из вышеуказанных филиалов по вопросу уточнения принадлежности объекта недвижимости к кадастровому округу и выявлении при обработке такого обращения о необходимости по передаче кадастровых дел филиалу, в адрес которого поступило обращение, следует осуществить следующие мероприятия: подготовить запрос в смежный филиал на территории кадастрового округа, на котором, согласно обращению заявителя, фактически располагается указанный в обращении объект недвижимости. К запросу необходимо приложить описание границ данного объекта недвижимости (с приложением каталога координат поворотных точек границ объекта недвижимости) с целью уточнения его принадлежности к определенному кадастровому округу. При этом координаты поворотных точек границ объекта недвижимости должны соответствовать местной системе координат, принятой на территории кадастрового округа к которому относится объект недвижимости. В случае, если координаты поворотных точек границ объекта недвижимости не соответствуют местной системе координат, заявителю необходимо обратиться в организацию, имеющую полномочия на выполнение работ по пересчету координат из системы в систему. После проведения проверки и подтверждения необходимости по передаче дел, филиал, в адрес которого поступило обращение, по акту установленной формы передает оригиналы кадастровых дел по объекту недвижимости в архив филиала, на территории кадастрового округа которого фактически расположен объект недвижимости. После получения кадастровых дел филиал, на территории кадастрового округа которого фактически расположен объект недвижимости, осуществляет внесение в государственный кадастр недвижимости сведений о ранее учтённом объекте недвижимости с присвоением нового кадастрового номера и указанием ранее присвоенного кадастрового номера на основании обращения заявителя.

При обращении заявителя в адрес Управления Росреестра с заявлением о внесении изменений в Единый государственный реестр прав и сделок с ним (далее - ЕГРП) в части изменения адреса объекта в случаях, если права на объект были зарегистрированы в одном регистрационном округе, а фактически расположен в смежном с ним округе, Управлению Росреестра в адрес которого поступило обращение, следует осуществить следующие мероприятия:

1. Подготовить запрос в смежное Управление Росреестра о наличии сведений в ЕГРП сведений об объекте и возможности передачи дела правоустанавливающих документов.

2. После проведения проверки и подтверждения необходимости по передаче дел, Управление Росреестра, в адрес которого поступил запрос, по недвижимости в архив Росреестра, на территории регистрационного округа которого фактически расположен объект недвижимости. Управление Росреестра, передающее ДПД, закрывает раздел ЕГРП на соответствующий объект недвижимости.

3. После получения всех архивных материалов, Управление Росреестра, на территории регистрационного округа которого фактически расположен объект недвижимости, осуществляет внесение в ЕГРП сведений об объекте с присвоением нового кадастрового номера и указанием ранее присвоенного кадастрового номера, как «предыдущий», сведений о правах без изменения регистрационных номеров.

Дополнительно Управление или Филиал, в адрес которого поступило обращение, уведомляет соответствующие субъекту РФ Управление или Филиал о наличии данного обращения для акту установленной формы передает Дело правоустанавливающих документов по объекту инициирования параллельной процедуры передачи как Дело правоустанавливающих документов, так и кадастровых дел.

НОРМИРОВАНИЕ И ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ОТДЕЛАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРЕЦКОГО ФИЛИАЛА РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»

Е.С. Мартинович

Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Нормирование труда – это вид деятельности по управлению трудом и производством, направленный на установление необходимых затрат и результатов труда, а также соответствия между численностью различных групп персонала и количеством единиц оборудования [3].

Нормирование труда строится на следующих основных принципах:

- максимально возможное расширение сферы нормирования труда, обеспечивающее оптимизацию затрат труда на производство продукции, товаров (работ, услуг), измерение и оценка трудового вклада каждого работника в результаты деятельности коллектива;
- установление единых норм труда на одинаковые работы, выполняемые в аналогичных организационно-технических условиях;
- обеспечение обоснованности норм труда с учетом как организационно-технических, так и экономических, психофизиологических и социальных факторов;
- использование достижений науки и практики в нормировании трудовых затрат;
- изменение норм труда по мере совершенствования технологии, организации труда и производства, а также улучшения условий труда [2].

Нормирование труда работников проводится с применением норм труда. Нормы труда – нормы выработки, времени, обслуживания, численности, нормированные задания – устанавливаются для работников в соответствии с достигнутым уровнем техники, технологии, организации производства и труда, а для отдельных категорий работников – также с учетом физиологических и половозрастных факторов [1].

В настоящее время на предприятиях используется система норм труда, отражающая различные стороны трудовой деятельности. Основными видами норм труда по своему функциональному назначению являются: нормы времени; выработки; обслуживания; численности; нормированные задания.

Норма времени – это величина затрат рабочего времени, установленная для выполнения единицы работы одним работником или группой работников соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях.

Норма выработки – это установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников соответствующей квалификации обязаны выполнить (изготовить, перевезти и т.д.) в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических условиях.

Норма численности – это установленная численность работников определенного профессионально-квалификационного состава, необходимая для выполнения конкретных производственных функций или объемов работ в определенных организационно-технических условиях.

Норма обслуживания – это количество производственных объектов (единиц оборудования, рабочих мест и т.д.), которые работник или группа работников соответствующей квалификации обязаны обслужить в течение единицы рабочего времени в определенных организационно-технических условиях.

Нормированное задание – это установленный объем работ, который работник или группа работников с повременной оплатой труда выполняют в течение рабочей смены или в иную единицу рабочего времени [5].

Для нормирования труда специалистов по технической инвентаризации в Горецком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» применяют нормированное задание.

Унитарным предприятием разрабатывается и утверждается план по видам оказываемых работ (услуг), в котором отражается запланированный объем оказываем услуг в общем по головному предприятию и его структурным подразделениям, фактический объем выполненных работ за аналогичный период предыдущего года, а также темп роста в действующих ценах. Данный план доводится до всех структурных подразделений унитарного предприятия.

Финансово-экономическим сектором Горецкого филиала, на основании вышеуказанного плана, осуществляется распределение планируемого объема выполняемых работ по каждому отделу и по каждому специалисту.

При распределении планируемого объема работ между производственными отделами учитываются следующие факторы: штатная численность специалистов в отделе; результаты достижения плановых показателей предыдущих периодов; спрос на рынке товаров и услуг на виды работ, выполняемых отделом; стоимость работ, выполняемых отделом; расходы на производство и доходы от оказания услуг отделом; материально-техническое оснащение отдела и др. факторы. Анализ выполнения планового задания отделами технической инвентаризации представлен в таблице 1.

Таблица

Анализ выполнения планового задания отделами технической инвентаризации

Период исследования	Планируемый объем работ, руб.	Фактически выполненный объем работ,. руб.	Отклонение в плановом задании	
			%	фактическое, тыс. руб.
2013 г.	572 40	610 36	6,63	37 956 317
2014 г.	1 035 63	1 387 49	33,98	351 864 939
2015 г.	1 344 00	2 022 21	50,46	678 215 800

Из таблицы следует, что фактический выполненный объем работ превышает планируемые показатели на протяжении всего периода исследования, при этом отклонение в плановом задании с каждым годом увеличивается. Максимальное отклонение в плановом задании было выявлено в 2015 г. и составило 50,46%.

Распределение планируемого объема работ между специалистами отделов осуществляется с учетом штатной численности специалистов в отделе, квалификации специалистов, размера тарифной ставки специалиста и др. факторов. Так у 63% специалистов процент выполнения планового задания с каждым годам увеличивается, несмотря на ежегодное увеличение плановых показателей. Что же касается оставшихся 37% специалистов, то показатели выполнение индивидуального планового задания в процентном выражении в конце исследуемого периода не увеличиваются, однако, если сравнивать показатели в денежном выражении, то в этом случаи так же наблюдается рост производительности труда.

Финансирование – это способов обеспечения предпринимательской деятельности финансовыми ресурсами. Основной источник финансирования работ по технической инвентаризации – это доход, получаемый от оказания услуг. В 2014 г. доход отделов технической инвентаризации составил 394450 руб. В 2015 г. данный показатель увеличился на 96960 руб.

Структура доходов по видам оказываемых услуг представлена на рисунке 1, из которого следует, что 83% дохода формируется от оказания услуг юридическим лицам и лишь 17% от других платных услуг.

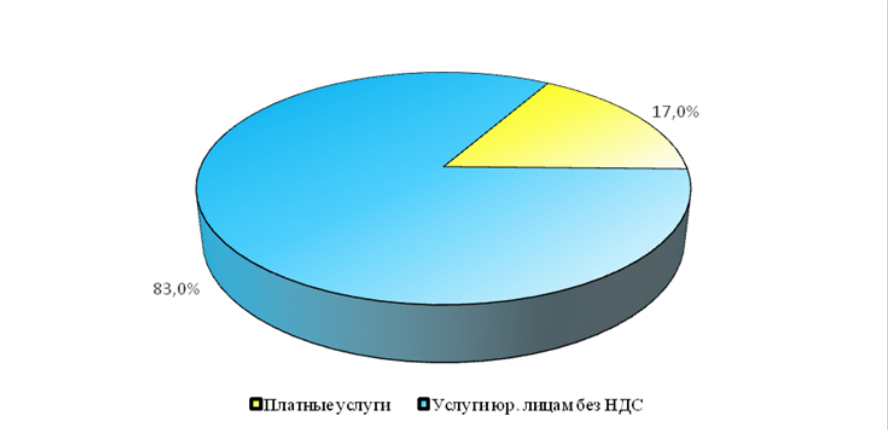


Рис. Структура доходов по видам оказываемых услуг по технической инвентаризации

Исходя из представленных выше сведений можно сделать вывод о том, что для нормирования труда специалистов по технической инвентаризации применяют нормированное задание, а основным источником финансирования деятельности отдела является прибыль от выполнения работ и оказания услуг.

Литература

1. Трудовой кодекс Республики Беларусь: с изм. и доп. По состоянию на 6 июля 2011 г. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2011. – 240 с.
2. Об утверждении Инструкции о порядке организации нормирования труда: Постановление Министерства труда и социальной защиты населения Республики Беларусь от 21 марта 2008 г. № 53// Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2016.
3. Республиканское унитарное предприятие «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://mogilev.kadastr.by/- Дата доступа: 24.12.2016 г.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ЗОНИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.С. Матушинская
Научный руководитель профессор Ю.М. Рогатнев
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, г. Омск, Россия

Зонирование определяется как механизм управления земельными ресурсами. В статье рассматриваются научно-методические подходы к отбору признаков для проведения зонирования территорий сельскохозяйственных организаций, обеспечивающие процессы планирования эффективного использования земли. К числу возможных признаков отнесены те свойства земли, которые имеют индивидуальные значения и пространственно дифференцированы. Показан способ отбора необходимых признаков по степени их влияния на результативность и эффективность сельскохозяйственного производства и использования земли. Это предлагается осуществлять с помощью корреляционно-регрессионного анализа. На примере сельскохозяйственной организации ЗАО "Рассвет" Любинского района Омской области показано как реализуются предлагаемые научно методические положения по отбору и обоснованию признаков зонирования.

Ключевые слова: Зонирование, параметры свойств земли, возможность зонирования, слои комплексного зонирования

Введение

Целью исследования является разработка методических подходов к формированию перечня признаков зонирования по их важности и необходимости и возможности зонирования. В статье рассматриваются основные положения зонирования и опыт проведения подобных мероприятий в Омской области. В статье дается анализ территории ЗАО "Рассвет" Любинского района Омской области относительно важности отдельных признаков и пригодности их для зонирования.

Общие положения зонирование земель для целей развития сельскохозяйственного производства

Зонирование происходит путем дифференциации территории по зонам, своеобразное дробление пространств земли, на основе объединения частей территории со сходными параметрами. Под зоной понимают участок территории, выделенный с определенной целью по количественным и качественным критериям, для реализации конкретных функций. Зонирование может проводится для различных целей и отраслей производства, а значит опирается на различные характеристики земельных участков [4].

Показатели зонирования земель для обеспечения развития сельскохозяйственного производства должны отражать такие показатели, которые определяют направления производственной деятельности, его результаты, затраты и эффективность: качество земель (плодородие почв, затратность возделывания сельскохозяйственных культур), уровень негативных процессов, ограничения сельскохозяйственного использования земель, хозяйственную пригодность земель и т.д.

К числу значимых можно отнести работы по районированию территории Омской области проведенные в 1973 г. К.Я. Оленёвым. Им были уточнены положения связанные с распределением земель по категориям, определением пригодности отдельных контуров угодий для использования. Но это зонирование было направлено на изучение фактической хозяйственной освоенности территории и не было пригодно для перспективного планирования использования земель [2]. Зонирование на уровне сельскохозяйственной организации позволяет разделить его территорию на зоны (хозяйственные участки), в которых будут схожие условия для обеспечения максимально рационального и эффективного осуществления производства. Целью зонирования является обеспечение повышения эффективности производства за счет более точного выявления и изучения отдельных свойств выделяемых зон [3]. Задачи зонирования направлены на обеспечение рационального использования земли, увеличение объемов производства, сокращение издержек производства, улучшение организации труда и управления производством, эффективному использованию техники.

Установление параметров зонирования земель

К числу значимых параметров относятся показатели свойств земли, параметры внешней природной среды (климат), антропогенной деятельности (экология) и условия использования земель формируемые сельскохозяйственной организаций. Учитывая, что зонирование возможно при наличии на определенной территории значимых различий параметров и условий, из предмета зонирования на территории сельскохозяйственной организации следует исключить климат и условия использования земель, формируемые сельскохозяйственной организаций, так как значимые различия в климате (температура, осадки, ветер) проявляются в пределах более крупных территориальных образований чем район, например область, федеральный округ. [6].

Параметры территории оказывают значительное влияние в первую очередь на затраты при использовании земли. Расстояние до угодий определяют транспортные затраты, а контурность угодий через длину гона пахотного участка на технологические затраты. Рельеф (через крутизну склона) влияет на технологические затраты, экспозиция склона на развитие эрозии и урожайность сельскохозяйственных культур. Почвы характеризуются целым рядом показателей и комплексно отражают производительных свойств земли. Грунтовые воды оцениваться по глубине залегания и химическому составу и влияют на урожайность и виды выращиваемых растений. Поэтому зонирование может быть проведено как по каждому из перечисленных параметров, так и по совокупному показателю – баллу бонитета.

Установление степени влияния каждого признака на результативность и эффективности производства и использования земли лучше всего производить на основе корреляционно-регрессионного анализа.. Приемлемым влиянием на результативные признаки следует считать отношение показателей продуктивности угодий, стоимости производимой продукции, прибыли (свободного члена) к значению коэффициента (веса признака зонирования) в уравнении регрессии. При этом полученное значение должно быть больше статистической погрешности проявления данных показателей (среднее отклонение от результатов по уравнению регрессии). Поэтому при отборе признаков зонирования в уравнение регрессии включаются признаки имеющую достаточную тесноту связи с результатом, для которого осуществляется зонирование.

Анализ территории сельскохозяйственного предприятия на возможность ее зонирования

Изложенные положения проиллюстрируем на примере территории ЗАО "Рассвет" Любинского района Омской области как объекта зонирования. Показатели отобраны, в виду того что они наиболее значимо влияют на результативность и эффективность сельскохозяйственного производства.

Контурность угодий имеет явное значение при организации производства, потому как предопределяет затраты на обработку почвы сельскохозяйственной техникой. Территория рассматриваемого хозяйства невелика и находится в одной природно-климатической зоне: южная лесостепь. Но колебания по длине гона составляют от 0,9 до 1,5 км. Наличие контуров на одном поле колеблется от 1 до 5 лесных колков. Удаленность полей от хозяйственных центров варьируется в пределах 1,5 - 8 км, что в итоге изменяет уровень эффективности производства вследствие различий в размерах транспортных затрат.

Территория ЗАО «Рассвета» расположена в геоморфологическом районе, который представляет собой обширную плоскую равнину с пологоволнистым рельефом от 1 до 1,5 градусов. Близ реки Иртыш уклон рельефа достигает полутора градусов. На территории присутствуют следующие виды почв: чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый, лугово-черноземная среднемощная среднегумусная легкосуглинистая и лугово-черноземная в комплексе с солонцами лугово-черноземными мелкими от 10-25%. Зонирование следует проводить не в целом по почвам, а по отдельных параметрам: мехсостав, содержание гумуса, мощность пахотного горизонта, реакция среды, засоленность почв, уровень залегания грунтовых вод.

Отобранные признаки зонирования являются узконаправленными, и использование их в практике планирования сельскохозяйственного производства имеет ограниченную сферу применения. К числу обобщающих признаков зонирования территории относится балл бонитета, индекс оценочных затрат. На территории хозяйства присутствуют три типа почв, имеющие разные баллы бонитета. По этому показателю, объединяющему основные признаки почв проводить зонирование целесообразно, так как это напрямую влияет на урожайность культур, которая в хозяйстве варьируется по пахотным участкам от 20,5 ц/га до 24,2 ц/га. Решающую роль на величину индекса оценочных затрат оказывает удаленность многих полей от населенного пункта, где осуществляется хранение, переработка сельскохозяйственной продукции, а так же содержание всей необходимой техники. В хозяйстве индекс оценочных затрат изменяется от 0,6 до 1,6.

Самая высокая степень обобщения всех признаков зонирования отмечается в показателях нормативной (расчетной) прибыльности и эффективности. В показателе прибыльности участвует балл бонитета через стоимость производимой продукции и индекс затратности через величину удельных производственных затрат. Эффективность определяется на основании прибыльности и затратности в использования земли (через производство зерна). При достаточно высокой прибыльности всех участков в хозяйстве эффективность изменяется от высокого уровня до недостаточно эффективного уровня производства. Это обусловлено большими затратами, в частности, связанными с большой удаленностью от производственных центров полей.

Заключение

Выделенные зоны позволяют рационально и эффективно организовать производство, сократить затраты и увеличить объем производимой продукции. Зонирование представляет собой сложный процесс, при организации которого необходимо правильно выделить наиболее важные параметры, определяющие ведущее направление деятельности. Необходимо определить ведущие и поглощающие факторы, их взаимодействие и влияние для формирования правильного заключения об использовании данной территории. Описанный подход к первому этапу зонирования – выбору и обоснование возможных признаков позволит повысить качество его результатов (достоверность и точность).

Литература

1. Градобоев Н.Д. Почвы Омской области: монография / Н.Д. Градобоев , В.М. Прудикова, И.С. Сметанин. – Омск: Ом. кн. изд-во, 1960. – 176 с.
2. Оленёв К.Я. Природно – сельскохозяйственное районирование – основа изучения и планирования использования и охраны земель в Сибири: лекция / К.Я. Оленёв. – Омск, 1990. – 20 с.
3. Почвенное районирование СССР. Выпуск I / под ред. Д.Г, Виленского. – М., 1960.
4. Природно – сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / под ред. А.Н. Каштанова . – М., 1983. – 336 с.
5. Рейнгард Я. Р. Состояние, использование и охрана почв Омской области : монография / Я. Р. Рейнгард, В. А. Махт, Н. В. Осинцева ; М – во сел.хоз – ва РФ, Ом. гос. аграр. ун – т. – Омск : Вариант – Омск, 2011. – 97 с.
6. Рогатнев Ю.М. Зонирование как информационная основа для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства / Ю.М. Рогатнев, Н.А. Капитулина // Омский научный вестник – ОмГТУ, ноябрь, 2015. – С. 145 – 147.

ЭТАПЫ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРАВ НА НЕДВИЖИМОСТЬ В РОССИИ

Т.Э. Медведева
Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Государственная регистрация прав недвижимого имущества является одним из методов регулирования государством оборота недвижимости путем установления специальных требований к совершению сделок и оформлению правоустанавливающих документов на недвижимое имущество. Государственная регистрация прав способствует формированию механизмов эффективного управления государством, а также стабилизирует взимание налогов и привлекает дополнительные инвестиции.

Введение в действие 31 января 1998 года Федерального закона "О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним" ознаменовало принципиально новую для России ступень правового регулирования гражданского оборота объектов недвижимого имущества. Таким образом, было выделено три основных этапа стратегических действия для создания системы государственной регистрации прав:

1 этап: С 1997 года по 2002 год.

2 этап: С 2008 года по 2012 год.

3 этап: С 2012 года по 2020 год.

На первых двух этапах важными событиями в развитии такой системы стали:

1. формирование единого государственного реестра прав на недвижимость, содержавщего в себе сведения о владельце недвижимости, основания перехода прав и дату регистрации (1998 г.);
2. введение в силу постановления государственного комитета, которое провозгласило Госстрой России федеральным органом исполнительной власти в области государственного технического учета и технической инвентаризации, а органами технической инвентаризации – Государственное унитарное предприятие «Ростехинвентаризация» и Бюро технической инвентаризации (1999 г.);
3. утверждение Государственной федерального закона, в котором были определены цели создания земельного кадастра и способы его ведения. В обязанности земельного кадастра входила регистрация прав собственности, оценка земель и другие функции, связанные с обеспечением условий управления недвижимостью (2000 г.);
4. утверждение и введение в силу приказа Росземкадастра, который определил формы ведения документации земельного кадастра (2001 г.);
5. утверждение и введение в силу приказа Госстроя России, в котором были опубликованы правила, описывавшие структуру и состав сведений единого реестра (31 мая 2001 г.);
6. принят федеральный закон, утвердивший правила регистрации государственных и муниципальных предприятий (2002 г.);
7. принят указ Президента, в соответствии с которым было принято решение о начале формирования единой системы регистрации и учета недвижимости. В связи с этим был создан единый федеральный орган исполнительной власти по регистрации прав и кадастровому учету – Росреестр (2008 г.).
8. принят приказ Минэкономразвития, установивший мероприятия по повышению качества предоставляемых услуг по регистрации прав и кадастровому учету с обеспечением органов государственной власти и местного самоуправления эффективной информационно–аналитической поддержкой (2009 г.).

Третий этап реформирования системы государственной регистрации прав был начат в 2012 году. Достижение благоприятного инвестиционного климата страны достигается путем улучшения качества государственных процедур, а именно: от сроков регистрации предприятия и легкости подключения его к электрическим сетям до получения разрешений на строительство и развития конкуренции. В связи с этим правительство утвердило «дорожные карты» с целью повышения инвестиционного климата в рамках предпринимательской деятельности. План мероприятий предполагает сокращение сроков регистрации прав, увеличение гарантии зарегистрированных прав и исключение барьеров и коррупционных проявлений с помощью таких мероприятий как: создание единой учетно–регистрационной системы, проведения комплекса административных, организационно–правовых и информационных мероприятий. А затраты заявителей предполагал оставить прежними, то есть в размере государственной пошлины. [2]

Таким образом, срок мероприятий, предусмотренных "дорожной картой" был рассчитан с 2012 года по 2018 год включительно. В 2013 году вышло постановление Правительства о развитие государственной системы регистрации и учета недвижимости, которая включает в себя мероприятия «дорожной карты». Реализация мероприятий программы предполагается завершить к 2020 году. [3].

Основной задачей программы стало объединение государственного кадастра недвижимости и государственного реестра прав в единый государственный реестр недвижимости. При этом организовать принцип «одного окна» в сфере предоставления услуг и повысить качество информационных ресурсов с целью обеспечения инвестиционной привлекательности и дальнейшего повышения налогооблагаемой базы. [4]

Решение вышеперечисленных задач предусмотрено к 2020 году. В таблице представлены контрольные показатели развития системы государственной регистрации прав за период 2012 года по 2016 год. [5]

В процессе выполнения мероприятий программы развития государственной системы регистрации прав и учета

недвижимости на начало 2017г. уже произошло объединение государственного реестра прав и государственного кадастра недвижимости в единый государственный реестр недвижимости. [4]

В связи с созданием новой информационной база был утвержден новый федеральный закон Российской Федерации «О государственной регистрации недвижимости», который регламентирует новый порядок государственной регистрации прав на недвижимость. [1]

Таблица

Контрольные показатели развития системы государственной регистрации прав в период с 2012 по 2016 гг.

№ п/п	Контрольные показатели	На 2012–2013	За 2014	За 2015	За 2016*
1	Сроки осуществления государственной регистрации прав, дни	20	10	10	7
2	Сроки осуществления кадастрового учета, дни	20	10	10	5
3	Время ожидания в очереди, мин	60	16	10	6
4	Доля услуг, оказываемых через "Интернет", %	5	27,7	49	66,61
5	Доля лиц, положительно оценивающих работу органов, %	60	88	95,7	–
6	Рост налоговых поступлений в бюджет, %	694 млрд.руб.	20	30	–
7	Доля объектов недвижимости, сведения о которых переведены в электронный вид, %	7,2	8,1	8,8	–
8	Доля земельных участков, учтенных в государственном кадастре недвижимости, %	48	46,4	47,9	–
9	Доля площади земельных участков Российской Федерации, учтенных в государственном кадастре недвижимости, единиц	56	56,1	56,2	–
10	Количество субъектов Российской Федерации с единой геоцентрической открытой системой координат, единиц	–	16	54	–

****Итоги по контрольным показателям развития системы государственной регистрации за период 2016 года еще не подведены***.

Новый закон о регистрации объединил все действия по оформлению недвижимости в единую цепочку: от постановки на кадастровый учет до получения документов о праве собственности. Новый закон с максимальной точностью детализировал список обстоятельств, при которых принимаются решения о приостановке регистрации прав или постановки объекта недвижимости на кадастровый учет. Сегодня перед государством стоят достаточно сложные задачи, связанные с практической реализацией вступившего закона и дальнейшим развитием системы государственной регистрации прав и кадастрового учета недвижимости в России.

Литература

1. Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости" № 218. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/.
2. Распоряжение Правительства № 2236 – р <Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") "Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним">. [Электронный ресурс]//КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_139382/.
3. Постановление Правительства РФ № 903 "О федеральной целевой программе "Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014 – 2020 годы)". [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153298/.
4. Приказ Госстроя РФ № 120 "Об утверждении Правил ведения Единого государственного реестра объектов градостроительной деятельности". [Электронный ресурс]//КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2428/.
5. Подведение итогов программы "Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014 – 2019 годы)" [Электронный ресурс]//Федеральные Целевые Программы России. – Режим доступа: http://fcp.economy.gov.ru/cgi–bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2019/418.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

О.К. Парамонова, И.В. Попытаев
Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова
Учреждение образования
«Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

Данные по количественному и качественному учету земельного фонда Республики Беларусь представляются в специальном документе - «Отчет о наличии и распределении земель».

Данный отчет составляется по состоянию на 1 января следующего за отчетным года. Его составляют землеустроительные службы районных исполнительных комитетов − на земли в границах соответствующих районов; землеустроительные службы городских (городов областного подчинения) и Минского городского исполнительных комитетов − на земли в границах соответствующих городов областного подчинения и города Минска; землеустроительные службы областных исполнительных комитетов − на земли в границах соответствующих областей; Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь − на земли в границах Республики Беларусь.

Отчет заполняется на основании форм государственного кадастрового учета земель и соответствующих им земельно-кадастровых карт.

Первичной территориальной единицей отчета является отдельное землепользование, под которым понимается один или несколько земельных участков, предоставленных одному лицу (землепользователю) для одной цели в границах одной административно-территориальной единицы (района, города областного подчинения, г. Минска) [1].

Правила заполнения отчета закреплены в инструкции по заполнению формы ведомственной отчетности 22-зем «Отчет о наличии и распределении земель», утвержденной постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 23 апреля 2010 года № 32.

В отчете о наличии и распределении земель качественный учет земель ведется по осушенным, орошаемым и загрязненным радионуклидами, выбывшими из сельскохозяйственного оборота землям.

Рассмотрим динамику площадей этих земель за период с 2011 по 2015 гг., (рис.).

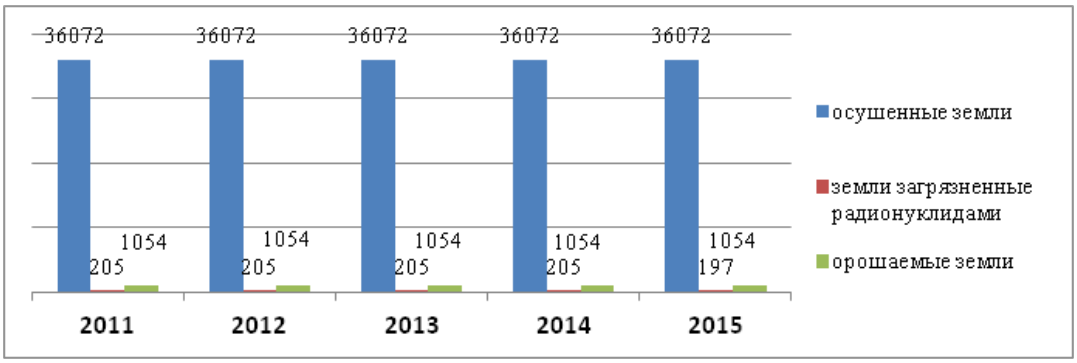


Рис. Динамика площадей осушенных, орошаемых и загрязненных радионуклидами земель

Изменений в площади осушенных и орошаемых земель за данный период не произошло и в свою очередь составила 36072 га, 1054 га соответственно, а площади земель, загрязненных радионуклидами, выбывшими из сельскохозяйственного оборота уменьшилась на 8 га.

В строке 26 первого раздела отчета о наличии и распределения земель отражаются данные о площадях осушенных земель, к ним относятся земли, на которых имеется действующая осушительная сеть, включая сеть, требующую ремонта и реконструкции.

Динамика площадей осушенных земель в разрезе категорий в период с 2010 по 2014 гг. рассмотрена в таблице 1.

Площади осушенных земель в целом по району не изменились. Изменения площадей осушенных земель произошло только в разрезе категорий. Осушенные земли сельскохозяйственного назначения за анализируемый период сократились на 1521 га; увеличились на 1547 га площадь осушенные земли населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов; также увеличились на 2 га земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; уменьшились площади осушенных земель запаса на 28 га; площади осушенных земель лесного фонда остались без изменения.

Изменения площади осушенных земель в разрезе категорий связано с увеличением или уменьшением общей площади рассматриваемых категорий земель, а также за счет изъятия земель для строительства индивидуальных жилых домов в Гомельском районе, изъятия и предоставления в постоянное пользование и аренду земельных участков для промышленного и иного строительства, а также в связи с проведением организациями,

осуществляющими эксплуатацию мелиоративных систем, повторной инвентаризации мелиорированных земель, списание осушенных земель и перевода их из вида в вид.

Таблица

Динамика площадей осушенных земель Гомельского района в разрезе категорий (га)

Название категории земель	Года					Изменения за период
	2011	2012	2013	2014	2015	
Земли сельскохозяйственного назначения	33245	33241	33139	33240	31724	-1521
Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачного строительства	2033	2033	2032	2032	3580	+1547
Земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения	25	25	128	27	27	+2
Земли лесного фонда	678	678	678	678	678	0
Земли запаса	91	95	95	95	63	-28

В строке 27 первого раздела отчета о наличии и распределении земель отражаются данные о площадях орошаемых земель, к которым относятся земли, имеющие связанную с источником воды действующую постоянную или временную (разборную) оросительную сеть, включая сеть, требующую ремонта и реконструкции. Орошаемые земли присутствуют только в категории земель сельскохозяйственного назначения.

В районе площадь орошаемых земель за рассматриваемый период не изменялась и составила на 01.01.2016 г. 1054 га.

Согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 22.10.1992 г. (в редакции постановления СМ РБ от 02.12.1999 № 1883) «Порядок отнесения земель к категории радиационноопасных, исключения земель из этой категории и перевода их в хозяйственное пользование» к радиационноопасным относятся земельные участки, загрязненные цезием-137 более 40 Ки/км^2 или стронцием-90 более 3,0 Ки/км^2, или плутонием -238, -239, -240 более 0,1 Ки/км^2, а также земли с меньшей плотностью загрязнения, на которых невозможно обеспечить получение продукции, соответствующей республиканским допустимым уровням содержания радионуклидов[2].

Земли, признанные радиационноопасными, были изъяты из сельскохозяйственного оборота в период с 1986 по 1992 гг. и отнесены к двум категориям: земли отчуждения и земли ограниченного хозяйственного пользования.

Согласно отчетности землеустроительной службы Гомельского районного исполнительного комитета видно, что по состоянию на 01.01.2015 г. общая площадь земель, загрязненных радионуклидами, выбывших из сельскохозяйственного оборота по Гомельскому району составляет 197 га. Из них 19 га находится в составе земель организаций, ведущих лесное хозяйство. Сельскохозяйственным организациям принадлежит 177 га этих земель.

Сокращения площадей земель, загрязненных радионуклидами, выбывших из сельскохозяйственного оборота связано с введением их в сельскохозяйственное пользование. Процессы радиоактивного распада создают условия для исключения ряда земель из категории радиационноопасных и перевода их в хозяйственное пользование. В тоже время за этот период происходили процессы зарастания древесно-кустарниковой растительностью, способствующие заболачиванию и закочкариванию.

Литература

1. Инструкция по заполнению формы ведомственной отчетности 22-зем «Отчет о наличии и распределении земель», утвержденная постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 23 апреля 2010 г. № 32 (с изменениями и дополнениями от 26.11.2010 г.).
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.10.1992 г. (в редакции постановления СМ РБ от 02.12.1999 № 1883) «Порядок отнесения земель к категории радиационноопасных, исключения земель из этой категории и перевода их в хозяйственное пользование».
3. Закон Республики Беларусь от 12 ноября 1991 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС».

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.В. Петух, М.А. Пономарева
Научный руководитель доцент И.М. Швед
Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

Крестьянское (фермерское) хозяйство относится к объединениям предпринимательского типа с особым субъектным составом, действующим в области сельского хозяйства. Отличительной чертой данного образования является его отнесение к индивидуальному или семейному типу предпринимательства, так как в основном фермерское хозяйство объединяет небольшие группы людей, связанных между собой отношениями родства и (или) свойства. Правовую основу организации и деятельности крестьянского (фермерского) хозяйства составляют следующие нормативные правовые акты: Гражданский кодекс Республики Беларусь; Кодекс Республики Беларусь о земле; Указ Президента Республики Беларусь от 01.04.1998 N 193 «О некоторых мерах по совершенствованию регулирования деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств»; Положение о государственной регистрации субъектов хозяйствования, утвержденное Декретом Президента Республики Беларусь от 16.01.2009 N 1 «О государственной регистрации и ликвидации (прекращении деятельности) субъектов хозяйствования»; Закон Республики Беларусь от 18.02.1991 N 611-XII «О крестьянском (фермерском) хозяйстве»; постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.05.2011 N 645 «О некоторых вопросах деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств». Крестьянским (фермерским) хозяйством признается коммерческая организация, созданная одним гражданином (членами одной семьи), внесшим (внесшими) имущественные вклады, для осуществления предпринимательской деятельности по производству сельскохозяйственной продукции, а также по ее переработке, хранению, транспортировке и реализации, основанной на его (их) личном трудовом участии и использовании земельного участка, предоставленного для этих целей в соответствии с законодательством об охране и использовании земель (далее – фермерское хозяйство) [2].

Развитие организаций малого агробизнеса, в том числе крестьянских (фермерских) хозяйств, следует рассматривать как одно из потенциальных направлений реализации частной инициативы, привлечения инвестиций в сельское хозяйство. Крестьянским (фермерским) хозяйствам и в дальнейшем будет оказывается финансовая поддержка. В Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы отражены следующие мероприятия подпрограммы «Развитие и поддержка малых форм хозяйствования»: вовлечение крестьянских (фермерских) хозяйств в реализацию государственных программ и мероприятий в агропромышленном комплексе; установление границ земельных участков, предоставленных для ведения крестьянских (фермерских) хозяйств, разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства, оформление документов, удостоверяющих права на земельные участки, обеспечение первичного обустройства крестьянских (фермерских) хозяйств (строительство дорог, линий электропередачи, объектов водо- и газоснабжения, телефонной связи и иных объектов), а также мелиорации земель, оказание консультационных услуг субъектам, осуществляющим деятельность в области агропромышленного производства [1]. Крестьянские (фермерские) хозяйства в течение трех лет со дня их государственной регистрации в части деятельности по производству продукции растениеводства (кроме цветов и декоративных растений), животноводства (кроме пушного звероводства), рыбоводства и пчеловодства освобождаются от налогов, сборов (пошлин) [3].

Крестьянские (фермерские) хозяйства вносят определенный вклад развитие агробизнеса в Республике Беларусь (1,9 % в структуре произведенной продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств, в текущих ценах). За 2015 год крестьянскими (фермерскими) хозяйствами произведено 154,1 тыс. тонн зерна, или 1,8% от общего производства в хозяйствах всех категорий, картофеля – 365 тыс. т (6,1%), овощей – 266 тыс. т (15,8), сахарной свеклы – 59,4 тыс. т (1,8), плодов и ягод – 27,3 тыс. т (4,9%) [4].

На 1 января 2016 г. в Республике Беларусь функционировало 2,5 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств. Как видно из данных, приведенных в таблице 1 их количество постепенно возрастает, в течение 5 лет количество крестьянских (фермерских) хозяйств увеличилось на 18 %. В том числе на территории Гомельской области увеличилось на 40,4 %, что составило 113 ед. На 1 января 2011 г. количество крестьянских (фермерских) хозяйств насчитывалось 280, в 2016 году – 393 ед. Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств в Гомельской области в 2011 г. составлял 13 %, в 2016 г. – 16.

Таблица 1

Крестьянские (фермерские) хозяйства по областям

Область	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Брестская	405	436	476	499	488	519
Витебская	322	320	330	336	338	310
Гомельская	280	354	368	363	375	393
Гродненская	325	345	344	345	353	344
Минская	517	587	630	658	648	649
Могилевская	269	295	288	274	280	285
Итого:	2118	2337	2436	2475	2482	2500

Преобладающая специализация крестьянских (фермерских) хозяйств – растениеводство (88,9 %).

Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур за период с 2010 г. по 2016 г. увеличилась на 34,7 тыс. га (46 %) и составила 110,0 тыс. га, в т. ч. в Гомельской области соответственно на 6,5 тыс. га (75 %) 15,2 тыс. га. Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур крестьянских (фермерских) хозяйств Гомельской области составляет 13,8 % от общей ее площади в Республике Беларусь. Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур в расчете на одно крестьянское (фермерское) хозяйство в целом по Республике Беларусь составила 40 га, В Гомельской области – 38.

На территории Гомельской области крестьянский (фермерские) хозяйства имеют разные типы деятельности, такие как: выращивание зерновых и зернобобовых культур; разведение свиней; растениеводство в сочетании с животноводством и многие другие типы.

Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области на 1 января 2015 г. составила 6,8 тыс. га, что составляет 13% от общей их площади в Республике Беларусь (51,0 тыс. га). Посевная площадь картофеля в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области составила 2,2 тыс. га. (12,9 %), овощей – 1,1 тыс. га. (10,9 %).

Таблица 2

Поголовье скота и птицы в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области 2010 – 2014 гг., тыс. голов

Поголовье, тыс. гол.	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Крупного рогатого скота	0,5	0,8	0,9	3,5	3	3,4
В том числе коров	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	1,1
Свиней	8,5	8,0	8,4	7,5	7,5	8,9
Лошадей	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Овец	0,3	0,4	0,8	1,2	1,8	1,8
Птиц	1,5	1,5	2,0	1,8	2,1	1,8

Из приведенных данных в таблице 2, видно, что поголовье сельскохозяйственных животных и птицы за период с 2011 по 2016 гг. увеличилось и составило в 2016 г. 3,4 тыс. голов крупного рогатого скота 23 % от общего их поголовья в крестьянских (фермерских) хозяйствах в Республики Беларусь, в т. ч. коров – 1,1 тыс. гол. (26,8 %), свиней – 8,9 тыс. (35,6), лошадей – 0,1 (14,3), овец – 1,8 (12,8), птицы – 1,8 тыс. голов (1,3) [2].

Реализовано скота и птицы на убой в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области 1,9 тыс. т. в живом весе, что составляет 21 % от общей реализации в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь (9,2 тыс. т), в убойном весе соответственно 1,4 тыс. т (21%).

Средний удой молока от коровы в среднем за год в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области составил 4160 кг, что на 104 кг меньше, чем в среднем в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь. Производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области 4,5 тыс. т., что составляет 26 % от общего его производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь (17,5 тыс. т). Производство яиц в крестьянских (фермерских) хозяйствах Гомельской области - 0,9 млн. шт., это 47 % от общего их производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь (1,9 млн. шт.). Производство шерсти крестьянских (фермерских) хозяйств Гомельской области в физическом весе составляет 1,6 т (12 % от общего ее производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь.

Таким образом можно сделать вывод, что крестьянские (фермерские) хозяйства Гомельской области динамично развиваются. С каждым годом увеличивается их количество, а также площадь земель, предоставленная для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства. Посевные площади сельскохозяйственных культур крестьянских (фермерских) хозяйств Гомельской области расширяются, увеличивается производство сельскохозяйственной продукции, поголовье сельскохозяйственных животных и птицы. Создание крестьянских (фермерских) хозяйств способствует повышению эффективности использования сельскохозяйственных земель.

Литература

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.03.2016, 5/41842 1 Постановление совета министров Республики Беларусь 11.03.2016 № 196.
1. Закон Республики Беларусь от 18 февраля 1991 г. № 611-XII «О крестьянском (фермерском) хозяйстве». Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 15 марта 2001 г. № 2/281. – http://kodeksy-by.com/zakon_rb_o_krestyanskom_fermerskom_hozyajstve.htm.
2. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть) от 29.12.2009 N 71-З (ред. от 18.10.2016).
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2016. – 229 с.

УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Е.С. Пичуева
Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Социальная инфраструктура занимает одно из значимых мест в экономике любого государства, а также отдельных регионов [8]. Социальная инфраструктура представляет собой совокупность зданий, сооружений, служб и систем, необходимых для функционирования различных сфер жизнедеятельности общества, определяющих качество и уровень жизни населения, и их благосостояние. Она включает в себя учреждения здравоохранения, дошкольного воспитания, образования и науки, предприятия культуры, спорта, досуга и отдыха, системы бытового обслуживания и социального обеспечения, сферы торговли и услуг, а так же другие социально-значимые объекты.

Актуальность работы обусловлена тем, что сегодня в России наиболее остро встают вопросы строительства, развития и функционирования социальных объектов. Нерентабельность при капиталовложениях строительных компаний в создание таких объектов в условиях рыночной экономики привело к их дефициту и неравномерному распределению на территории Российской Федерации.

Данная работа была проведена с целью изучения современного состояния документов территориального планирования и стратегического развития городских территорий, направленных на формирование и развитие социальной инфраструктуры. На формирование условий устойчивого развития территории Российской Федерации, прямое влияние оказывают стратегии социально-экономического развития и документы территориального планирования страны, регионов и муниципальных образований. Для начала рассмотрим действующие законопроекты, принятые на федеральном уровне и направленные на совершенствование социальной инфраструктуры общества.

Во-первых, это «Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года» [1], первыми стратегически-целевыми ориентирами которой обозначены высокие стандарты благосостояния человека, а именно: «высокие стандарты личной безопасности, доступность услуг образования и здравоохранения требуемого качества, необходимый уровень обеспеченности жильем, доступ к культурным благам и обеспечение экологической безопасности». Обширная глава Концепции посвящена развитию человеческого потенциала, в частности развитию здравоохранения, физической культуры и спорта, образования, культуры и т.д. В совокупности это подразумевает более внимательное отношение властей к проблемам формирования социальной инфраструктуры, например: совершенствование инфраструктуры дошкольного образования является одним из направлений демографической политики Концепции, а развитие спортивной инфраструктуры – стратегической целью государственной политики в сфере физической культуры и спорта.

Во-вторых, Государственная программа РФ «Социальная поддержка граждан» [2], которая регламентирует необходимость усовершенствования сферы социального обслуживания населения. Реализация данной Программы преследует две цели: создание условий для роста благосостояния граждан (получателей мер социальной поддержки) и повышение доступности социального обслуживания населения. В соответствии с Программой к приоритетным направлениям социальной политики РФ отнесена модернизация и развитие сектора социальных услуг, что является немаловажным шагом на пути к совершенствованию сферы социальной инфраструктуры страны.

В-третьих, «Требования к программам комплексного развития социальной инфраструктуры поселений, городских округов» [3], в которых указано, что программы должны устанавливать «перечень мероприятий (инвестиционных проектов) по проектированию, строительству, реконструкции объектов социальной инфраструктуры поселения, городского округа» и обеспечивать «сбалансированное, перспективное развитие социальной инфраструктуры поселения, городского округов соответствии с установленными потребностями в объектах социальной инфраструктуры поселения, городского округа».

Во многих городах и районах страны в целях рационального и эффективного развития территорий уже разработаны концепции, стратегии и комплексные программы, планы и прогнозы социально-экономического развития. Рассмотрим механизм формирования условий для развития объектов социальной инфраструктуры на примере Томской области. В «Стратегии социально-экономического развития в Томской области до 2030 года» [6], говорится о том, что к 2030 году Томская область должна стать одним из наиболее привлекательных в России мест с точки зрения развития социальной инфраструктуры. Для достижения этой цели предлагается обширный перечень основных инвестиционных проектов по созданию и развитию социальной инфраструктуры таких, как: строительство 20 дошкольных образовательных и 20 общеобразовательных организаций, большой список строительств и реконструкций медицинских учреждений – в Томской области; создание центра спорта и семейного отдыха «Академпарк», строительство региональных спортивных центров гимнастики, спортивных единоборств и футбольного стадиона, застройка промышленной территории в черте города (проект «Малые кварталы») – в городе Томск и многое другое.

В «Схеме территориального планирования Томской области» [4], также предусмотрены различные мероприятия по развитию социальных объектов. В Государственной программы «Обеспечение доступности жилья и улучшения качества жилищных условий населения Томской области» [5], одной из главных проблем

строительного комплекса обозначена неразвитость коммунальной и социальной инфраструктуры в районах массового строительства. Анализ документов территориального и стратегического развития показывает, что современная политика государства уже наметила пути формирования благоприятной социальной среды для развития и улучшения социальной инфраструктуры, что неразрывно связано с: обеспечением всеобщей доступности таких объектов, равномерным распределением социальных благ, строительством и вводом в эксплуатацию новых социально-значимых объектов, ремонтом и реконструкцией существующих.

Но, к сожалению, реализация строительства элементарных объектов социальной сферы (школ, детских садов, поликлиник) относящихся в основном к полномочиям органов государственной власти на современном этапе затруднительно, в связи с отсутствием у муниципальных бюджетов необходимых финансовых средств. Строительство таких объектов в областном центре МО «Город Томск», реализуется в соответствии со Стратегией социально-экономического развития муниципального образования «Город Томск» до 2030 года и Генеральным планом. По результатам проведенного в Томске SWOT-анализа, представленным в Стратегии, одной из слабых сторон развития города является недостаточное обеспечение социальными объектами новых жилых и «старых» исторических районах г. Томска. Помимо этого, в Генеральном плане отмечено, что в настоящее время в Томске, за исключением поликлиник и магазинов, уровень обеспеченности учреждениями обслуживания ниже минимального социального норматива.

Результаты исследования показывают, что в сложившихся условиях для целей обеспечения населения социально значимыми объектами возникает необходимость в поиске механизмов развития социально-ориентированных инвестиций в строительство таких объектов недвижимости. Вариантами таких механизмов могут стать:

1. Государственная поддержка: государство выделяет деньги из Федерального Фонда регионального развития для регионов, наиболее нуждающихся в поддержке.
2. Частичное или полное освобождение от налога на прибыль строительных компаний, которые безвозмездно передают в муниципальную или государственную собственность социальные объекты. Единая схема, которая бы регламентировала такой порядок налогообложения, на сегодняшний день отсутствует и осуществляется индивидуально исходя из условий каждой конкретной ситуации.
3. Государственно-частное партнерство (ГЧП) – сотрудничество органов муниципальной власти со строительными организациями. Формы взаимодействия государства и бизнеса встречаются самые разнообразные: от договоров аренды и оказания услуг до создания совместного предприятия или юридического лица.

В нашей стране ГЧП формируется с 2004 года и встречается довольно часто, однако окончательно этот механизм до сих пор не отлажен. Ярким примером, иллюстрирующим этот механизм, является деятельность ОАО «Томской домостроительной компании» (ТДСК). Это крупнейшая строительная организация сибирского региона и основной производитель жилья в Томске и Томской области, в состав которой входят 23 предприятия, объединённые в единый технологический комплекс [7]. По данным на 2016 год ТДСК в рамках ГЧП построила 17 детских садов на 2840 мест в 9 муниципальных образованиях Томской области, в том числе в Томске – 9 дошкольных учреждений. Кроме того, этой организацией были реализованы такие масштабные социальные проекты, как: первый за Уралом бассейн олимпийского класса, уникальный для региона медицинский объект – радиологический центр областного онкологического диспансера, ледовый дворец «Кристалл» и многое другое.

Выводы. На современном этапе существования в России на хорошем уровне сформированы программы и стратегии развития социальной инфраструктуры в документах территориального и стратегического планирования. Однако стоит отметить, что механизмов реализации таких проектов Правительством не предусмотрено, поскольку преимущественно в таких документах отсутствует какое-либо экономическое обоснование. Кроме того, при большом разнообразии способов финансирования таких проектов, отлаженные механизмы социально-ориентированного инвестирования также отсутствуют.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 (ред. от 08.08.2009) № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 № 296 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социальная поддержка граждан».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 октября 2015 № 1050 «Об утверждении требований к программам комплексного развития социальной инфраструктуры поселений, городских округов».
4. Постановление Администрации Томской области от 08.07.2011 № 204а «Об утверждении Схемы территориального планирования Томской области».
5. Постановление Администрации Томской области от 12.12.2014 № 490а «Об утверждении государственной программы «Обеспечение доступности жилья и улучшения качества жилищных условий населения Томской области»».
6. Постановление Законодательной Думы Томской области от 26.03.2015 № 2580 «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития в Томской области до 2030 года».
7. О компании ОАО «ТДСК» [Электронный ресурс] // ОАО «ТДСК». Сайт компании: [сайт]. URL: http://tdsk.tomsk.ru/ (дата обращения: 17.10.2016).
8. Сапожникова Т.А., Кузнецова А.И. Управление развитием социальной инфраструктуры города. Теоретические аспекты // Вестник университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2014. – № 2 (8). – С. 105-112.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО И ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ КОМФОРТНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА КАДАСТРОВУЮ СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА

Е.Д. Подрядчикова

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Согласно вступившему в силу с 1 января 2017 Федеральному закону «О государственной регистрации недвижимости», единый государственный реестр недвижимости является сводом достоверных систематизированных сведений об учтенном недвижимом имуществе, о зарегистрированных правах на такое недвижимое имущество, основаниях их возникновения, правообладателях, а также иных сведениях [1] и призван выполнять три функции – юридическую, техническую (технологическую) и экономическую. Эти взаимосвязанные составляющие предусматриваются единой государственной учетно-регистрационной политикой государства в отношении недвижимого имущества.

Экономической основой государственного кадастра недвижимости является государственная кадастровая оценка земель, которая выполняет две основополагающих функции: первая заключается в формировании налогооблагаемой базы для определения величины налога на имущество физических лиц и для определения арендной платы за пользование муниципальными землями; вторая – в обеспечении информацией, позволяющей использовать результаты кадастровой оценки объектов недвижимости в качестве инструмента территориального управления и регулирования рынка недвижимого имущества. Результаты выполнения кадастровой оценки земель населённых пунктов также используются для уточнения схемы территориально-экономического зонирования, определения стартовых цен продажи прав собственности или долгосрочной аренды объектов недвижимости на конкурсах и аукционах, обоснования направлений развития городской застройки [2].

Вопросами кадастровой оценки занимаются многие современные ученые, большинство их работ ориентированы на анализ экономической сущности кадастровой оценки без учета и анализа комплексной природы кадастровой оценки, как сложного явления, и без использования математического и статистического анализа факторов, влияющих на обоснованность и достоверность результатов оценки.

Во многих крупных городах создана и функционирует муниципальная геоинформационная система. В данной системе заложены все базовые характеристики пространственной инфраструктуры города, показатели состояния населения, необходимые органам правительства для реализации своей деятельности, более эффективного управления территориями, обеспечения достойного уровня безопасности и здравоохранения населения, повышения привлекательности региона. Муниципальная геоинформационная система также может быть использована гражданами, как инструмент общения с властями, получения информации, внесения дополнительных сведений в информационную систему, обращения в муниципальные службы. При этом, такая система должна служить главным поставщиком пространственной информации для выполнения комплексного анализа для целей выполнение кадастровой оценки, в силу того что они позволяют исследовать территорию по различным критериям из разнородных сфер человеческой активности.

Одним из способов решения задач, который позволяет определить совместное влияние множества взаимосвязанных и единовременно действующих признаков, а также отдельное влияние каждого признака на явление (процесс) является корреляционно-регрессионный анализ.

Благодаря этому типу анализа можно оценить степень взаимосвязи между несколькими признаками, между признаками и полученным результатом, а также смоделировать уравнение регрессии, описывающее форму взаимосвязи.

Основной задачей корреляционно-регрессионного анализа является выявление факторов, существенно влияющих на результат процесса, и использование полученной информации для его усовершенствования и моделирования.

Посредством корреляционного анализа определяется теснота и направления взаимосвязи между выборочными переменными величинами. Одним из важнейших условий правильного применения методов корреляционного анализа является требование однородности тех единиц, которые подвергаются изучению методами корреляционного анализа.

Другим важным требованием, обеспечивающим надежность выводов корреляционного анализа, является требование достаточного числа наблюдений.

В научном исследовании, проведенном на территории города Новосибирска и представленном в статье, приводятся результаты корреляционного анализа, выполненного по классическим формулам статистики, что позволяет выявить взаимное влияние показателей социальной комфортности элементов городской инфраструктуры на кадастровую стоимость объектов недвижимого имущества, а также вклад каждого показателя.

Для полного анализа социальной комфортности следует рассматривать комплекс показателей, представленный в статьях [4,5]. На комфортное проживание жителей, влияют следующие группы показателей: показатели состояния окружающей природной среды, показатели развития инфраструктуры, показатели объектов недвижимости, показатели угроз и эстетико-композиционные показатели.

Обобщенное значение показателей может быть выражено через интегральный показатель социальной комфортности элементов городской инфраструктуры [6]. Соотношение кадастровой стоимости объектов недвижимости и показателей социальной комфортности представлено в таблице.

Таблица

Соотношение кадастровой стоимости объектов недвижимости и показателей социальной комфортности

Показатель социальной комфортности элементов городской инфраструктуры	Коэффициентов корреляции
Престижность района	0.837
Близость к офисно-деловому центру	0.703
Социальное и культурно-бытовое обслуживание	0.700
Местоположение	– 0.645
Площадь объекта недвижимости	0.629
Транспортно-инженерная инфраструктура	0.590
Ландшафтно-архитектурный дизайн	0.567
Техническое состояние объекта недвижимости	0.543
Рекреационная ценность	0.539
Санитарно-гигиегнические условия	0.538
Инженерно-геологические условия	0.473
Экологическое состояние	– 0.446
Техногенные риски и угрозы	– 0.409
Материал объекта недвижимости	0.370
Историческая ценность	0.340
Экономическое развитие территорий	0.287
Природные риски и угрозы	0.275
Природно-климатические условия	0.225
Стоимость объекта недвижимости	0.203
Плотность населения	0.198
Плотность застройки	0.103

Коэффициенты варьируются в диапазоне от минус 1 до 1. Чем ближе значение к единице, тем сильнее взаимосвязь между фактором и результатом. Положительные значения говорят о прямой зависимости, а отрицательное значение показателей «Местоположение», «Экологическое состояние», «Техногенные риски и угрозы» свидетельствует об обратной взаимосвязи с сопоставляемой величиной, но в противоположном направлении. Так, с увеличением удаленности от центра города (показатель «Местоположение») значение показателя снижает кадастровую стоимость объектов недвижимости на коэффициент 0,645; наличие промышленных объектов, оказывающих влияние на окружающую природную среду (показатель «Экологическое состояние») – на коэффициент 0,446; вероятность возникновения техногенный и природных катастроф (показатель «Техногенные риски и угрозы») – на коэффициент 0,409.

На основе полученных коэффициентов корреляции выполняется построение ранжированного ряда показателей комфортности с присвоением каждому показателю весового значения. Ранжирование – это процесс расположения факторов в порядке возрастания или убывания какого-либо присущего им свойства, по их относительной значимости (важности) в решении поставленной проблемы. Данное действие является необходимым, поскольку факторы не соизмеримы по своей сущности, их необходимо упорядочить и определить степень влияния на результирующий интегральный показатель социальной комфортности. Ранжирование представляет собой процедуру упорядочения объектов, выполняемую лицом, принимающим решение, или экспертом. На основе знаний и опыта лицо, принимающее решение, эксперт располагают объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими выбранными показателями сравнения. Весовые коэффициенты должны качественно отражать важность соответствующих частных критериев.

Корреляционно-регрессионный и геоинформационный анализ кадастровой стоимости объектов недвижимости и уровня развитиясоциальной инфраструктуры может стать основой для определения относительной ценности и отражение экономического потенциала оцениваемой территории.

Литературы

1. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О государственной регистрации недвижимости» (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.01.2017) – Режим доступа: Консультант Плюс.
2. Петров В. И. Оценка стоимости земельных участков: учеб.пособие; под ред. М.А. Федотовой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2008. – 224 с.
3. Гохман, В. Корпоративные муниципальные ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID= 1548&SECTION_ID=43.
4. Подрядчикова, Е. Д. Усовершенствование методики земельно-оценочных работ на основе геоинформационного анализа социально-территориальных взаимосвязей элементов городской инфраструктуры [Текст] / Е. Д. Подрядчикова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 230–234.
5. Разработка подхода к зонированию городской территории на основе показателя социальной комфортности населения [Текст] / К. М. Антонович, А. В. Дубровский, В. Н. Никитин, Е. Д. Подрядчикова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 134–139.
6. Дубровский, А. В. Классификация способов картографической визуализации показателей социальной комфортности территории населенного пункта [Текст] / А. В. Дубровский, Е. Д. Подрядчикова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 227–229.

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.А Пономарёва

Научный руководитель доцент И.М. Швед

Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь

Во многих странах основой развития сельского хозяйства является мелкотоварное производство, которое представлено различными формами крестьянских хозяйств и предприятий малого типа. В экономически развитых странах фермерство - одна из широко распространенных и признанных форм функционирования аграрного сектора. В мировой практике фермерское хозяйство рассматривается как индивидуально-семейное или корпоративное сельскохозяйственное предприятие, осуществляющее производство продукции на собственном или арендуемом земельном участке. В развитых странах мира фермерство основывается преимущественно на семейно–трудовом принципе организации и характеризуется высоким уровнем государственной поддержки, обеспечивающей условия для устойчивого развития малых форм хозяйствования в аграрной сфере. В развитии фермерских хозяйств экономически развитых стран наблюдается устойчивая тенденция углубления специализации и концентрации производства, укрупнения размеров хозяйств на основе интенсификации и передового опыта.

Преобразование производственных отношений в сельском хозяйстве Беларуси на современном этапе способствует развитию разнообразных форм собственности и хозяйствования. Одной из форм ведения сельскохозяйственного производства являются крестьянские (фермерские) хозяйства, основанием для их формирования стал принятый в 1991 году Закон «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» [1].

На 1 января 2016 г. в Беларуси насчитывалось 2500 фермерских хозяйств, основным видом деятельности которых является производство сельскохозяйственной продукции. Опыт развития фермерства в республике свидетельствует, что фермерский сектор является одним из динамично развивающихся секторов аграрной экономики, в связи с укрупнением и оптимизацией численности фермерских хозяйств.

Надо сказать, что общая площадь земель в фермерском секторе за период с 1995 по 2015 годы расширилась на 124 тысяч гектаров или в 3 раза. В настоящее время на одно фермерское хозяйство приходится в среднем около 75 гектаров земли, в том числе сельскохозяйственных земель – 65 гектаров, пахотных – 47. С 1995 по 2015 годы удельный вес фермерских хозяйств среди организаций, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность, в производстве картофеля увеличился с 3,4 до 29,5 процента, овощей – с 2,6 до 51,3 % соответственно [3]. Наблюдается тенденция роста производства и реализации мяса скота и птицы, производство молока в фермерском секторе находилось на одном уровне за исследуемый период (таблица).

Таблица

Доля фермерских хозяйств в сельскохозяйственном производстве Беларуси, % от организаций, ведущих сельское хозяйство

Удельный вес фермерских хозяйств	Год						
	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015
В площади сельхозугодий	0,68	1,71	1,74	1,48	1,90	2,0	2,1
В стоимости продукции сельского хозяйства	0,76	1,01	1,16	1,57	1,86	2,1	2,5
В производстве зерновых и зернобобовых культур	1,08	1,06	1,50	1,43	1,94	1,88	1,84
В производстве картофеля	3,42	5,54	11,65	15,0	22,1	23,46	29,5
В производстве овощей	2,62	10,88	21,37	32,11	43,0	46,64	51,3
В производстве плодов и ягод	–	–	–	1,87	12,86	19,39	26,12
В производстве молока	0,26	0,22	0,63	0,25	0,22	0,22	0,26
В производстве яиц	0,02	0,65	0,18	0,06	0,11	0,10	0,07
В производстве плодов и ягод скота и птицы	0,42	0,32	0,68	0,59	0,59	0,67	0,59

Ключевым элементом эффективного развития фермерских хозяйств является специализация. Практика показывает, что крестьянские (фермерские) хозяйства могут быть как многоотраслевыми, производящими несколько видов товарной продукции, так и узкоспециализированными. В предприятиях с несколькими товарными отраслями, возможно более эффективно применять на протяжении года имеющиеся производственные и трудовые ресурсы, лучше использовать побочную продукции, при этом снижается риск деятельности в секторе фермерских хозяйств.

Актуальным вопросом для фермерских хозяйств является государственная поддержка и участие в реализации государственных программ по развитию сельского хозяйства. В 2011 – 2015 годах за счет средств республиканского бюджета профинансированы мероприятия по установлению границ земельных участков, разработке документов по внутрихозяйственному землеустройству и прав на землю, первичному обустройству 508 фермерским хозяйствам. На республиканском уровне в 2011–2015 годах для закупки тракторов, сельскохозяйственных машин и оборудования отечественного производства на условиях, предусмотренных постановлением Совета Министров

Республики Беларусь от 13 ноября 2002 года № 1563, 114 фермерским хозяйствам предоставлены льготные кредиты. В общем финансировании фермерских хозяйств значительную часть занимает финансовая аренда (лизинг) на льготных условиях, позволяющая укреплять машинно-тракторный парк фермерских хозяйств. В 2015 году в ходе реализации Указа Президента Республики Беларусь от 2 апреля 2015 г. № 146 «О финансировании в 2015 году закупки современной техники и оборудования» с фермерскими хозяйствами заключено на льготных условиях 283 договора лизинга. Фермерские хозяйства являлись и являются участниками отраслевых программ в области сельского хозяйства. Например, это касается Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства на 2011 – 2015 годы. В 2015 г. в рамках этой программы 27 фермерским хозяйствам оказана финансовая поддержка, в том числе за счет средств республиканского бюджета профинансированы мероприятия по закладке садов в 26 фермерских хозяйствах. В 2015 г. в фермерских хозяйствах заложено 371,9 га насаждений плодовых и ягодных культур (158,2 % к заданию) [4].

В Республике Беларусь государственная поддержка и гарантии деятельности фермерских хозяйств осуществляются по ряду направлений. Фермерским хозяйствам, у которых выручка от реализации произведенной или произведенной и переработанной ими продукции собственного производства растениеводства (кроме цветов и декоративных растений), животноводства (кроме пушного звероводства), рыбоводства и пчеловодства составляет не менее 50 процентов от общей выручки за предыдущий финансовый год, а также вновь созданным фермерским хозяйствам (в течение первого года со дня их создания) оказывается государственная поддержка за счет средств республиканского и местных бюджетов в порядке и формах, предусмотренных законодательством. Указанным хозяйствам оказывается государственная поддержка в сфере материально-технического снабжения, приобретения (в том числе по договору финансовой аренды (лизинга)), ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования, мелиорации земель и известкования почв, защиты растений, семеноводства, ветеринарного и племенного дела, научного обслуживания и в иных сферах наравне с другими производителями сельскохозяйственной продукции.

Фермерские хозяйства, в соответствии с законодательством Республики Беларусь, имеют равные права с другими производителями сельскохозяйственной продукции на поставку товаров для государственных нужд.

Установление границ земельных участков, предоставленных для ведения фермерских хозяйств, разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства фермерских хозяйств, оформление документов, удостоверяющих права на земельные участки, осуществляются государственными организациями, подчиненными Государственному комитету по имуществу Республики Беларусь, в порядке, установленном законодательством об охране и использовании земель, за счет средств, направляемых на эти цели из республиканского бюджета. На территории, где отсутствуют объекты производственной инфраструктуры, районный исполнительный и распорядительный орган обеспечивает первичное обустройство фермерского хозяйства путем строительства дорог, линий радио- и электропередачи, объектов водоснабжения, газоснабжения, телефонной связи и иных объектов, а также мелиорацию земель за счет средств, направляемых на эти цели из республиканского и местных бюджетов в соответствии с законодательством [1].

Одним из факторов, сдерживающих развитие крестьянских фермерских хозяйств в республике, является недостаточно отработанный механизм оказываемой финансовой и материальной государственной поддержки. В перспективе необходимо предусмотреть в системе государственной поддержки крестьянских фермерских хозяйств усовершенствование механизма возвратного и безвозвратного финансирования. Бюджетное финансирование на возвратной основе в форме бюджетных ссуд и займов будет способствовать созданию новых рабочих мест, развитию нетрадиционных отраслей и производств, обеспечению темпов роста объемов производства и реализации продукции в секторе крестьянских (фермерских) хозяйств. В Республике Беларусь в условиях развития социально-ориентированной экономики наряду с функционированием крупных высокотоварных сельскохозяйственных организаций, создание крестьянских (фермерских) хозяйств будет способствовать повышению эффективности использования сельскохозяйственных земель

Литература

1. О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Закон Республики Беларусь, 19 июля 2005 г.//Наш фермер. — 2006. — № 18–19.- С.4–5.
2. О некоторых мерах государственной поддержки малого предпринимательства: Указ Президента Респ. Беларусь, 21 мая 2009 г., № 255 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. — 2009. — № 131.(1/10713).
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. Минск, 2016. — 295 с.
1. Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.mshp.minsk.by/. — Дата доступа: 12.01.2017 г.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В РЕГИОНАХ ИНТЕНСИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Т.С. Постернак
Научный руководитель профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, Россия

Плодородные земли России являются национальным богатством старны, однако статистика показывает, что для всех регионов РФ сохраняется тенденция сокращения земель сельскохозяйственного назначения [1]. За 25 лет земли данной категории уменьшились почти на 40 % и в 2015 году составили 386,5 млн. га [2]. Не менее остро стоит проблема деградации с/х земель [3]. Среди причин можно выделить как природные факторы: водная и ветровая эрозия, опустынивание, закустаривание и засорение [4], так и антропогенные: перевыпас скота, нехватка питательных веществ, засоление, дегумификация и т.д. Сохраняется дефицит средств для реализации начатых реформ, что обусловливает низкую эффективность управления [5].

Во многих субъектах РФ активно применяют самые разные методики для оценки уровня деградации земель, степени их нарушенности с целью разработки программ по их восстановлению и вовлечению в сельскохозяйственный оборот. На примере областей Центрального, Приволжского, Северо-Кавказского и Южного федерального округа нами более детально рассмотрены причины деградации земель и методы оценки её интенсивности (таблица 1).

Таблица

Анализ состояния земель в регионах интенсивного хозяйственного освоения

Регион	Площадь земельного фонда, тыс. га	Площадь земель с/х назначения, %	Динамика изменения площади земель с/х назначения (1990-2015 гг.)	Основные причины деградации земель
Пензенская область	4335,2	70,9	Отрицательная	Эрозия, заболачивание, засоление, зарастание кустарником, перевыпас скота, загрязнение тяжелыми металлами
Воронежская область	5221,6	80,5	Отрицательная	Эрозия, дегумификация, переувлажнение
Ставропольский край	6616,86	90,7	Отрицательная	Дефляция, эрозия, переувлажнение, заболачивание
Волгоградская область	11287,7	78	Отрицательная	Эрозия, дегумификация, перевыпас скота, опустынивание

Для рассмотренных областей характерно вовлечение в сельскохозяйственный оборот свыше 70 % площади всего земельного фонда, а сельское хозяйство является ведущей отраслью региона. Деградация значительно снижает качество таких земель и влечет за собой снижение урожайности, поэтому разработка методов оценки интенсивности деградации является неотъемлемой частью работы по мониторингу земель. На первом этапе проводится картографирование с целью разделения региона на отдельные районы, затем осуществляется подбор критериев, которые позволят объективно оценить состояние земель. Активно применяются ГИС-технологии, а также бальный метод оценки деградации земель, в основе которого лежит присвоение землям балла деградационной опасности по каждому из выделенных критериев. Результатом такой работы может быть интегральный балл, отражающий степень деградации земель по суммарному воздействию всех учтенных факторов.

Несмотря на особенности каждого региона для всех рассмотренных территорий характерно неиспользование больших площадей земель сельскохозяйственного назначения. Так же важно отметить, что методики по оценки степени деградации, предложенные в 90е годы, устарели и не отражают реальную картину. Во многих областях не хватает финансирования для осуществления работ по мониторингу земель. Трудно выделить ведущий фактор деградации земель в европейской части России, так как природные факторы усугубляют антропогенные и наоборот. Можно говорить о совместном и неразделимом влиянии этих факторов на ухудшение качества земель сельскохозяйственного назначения [6-8].

Томская область существенно отличается от западной части России и по климатическим, и по агротехническим условиям. Всего 6,4 % земель от общей площади области вовлечено в сельскохозяйственный оборот, а 91 % земель занят лесами. Из общей площади земель сельскохозяйственного назначения 41,6 % занимают невостребованные земли фонда перераспределения [9]. Однако потенциал наших земель возможно реализовать лишь при условии ведения непрерывного мониторинга за их состоянием и качеством.

По мнению специалистов агрохимической службы Томской области, проблема деградации земель в нашем регионе заключается в их неиспользовании и заброшенности. Такие территории быстро зарастают кустарником, а впоследствии и древесными породами, могут подвергаться захламлению и стать местом для

несанкционированной свалки. Неиспользуемые земли подвергаются водной эрозии и теряют плодородные свойства, а также могут быть вовлечены в процессы оврагообразования.

Большую часть нашей области занимают болота и леса. Северные районы Томской области заняты добычей нефти и газа, а на юге занимаются сельским хозяйством и добычей твердых полезных ископаемых. Правобережье Оби остается неосвоенным, но имеет большие запасы углеводородов согласно разведке. Территории области находятся на стадии освоения, что позволяет говорить о более низкой антропогенной нагрузке в сравнении с западной частью РФ.

Таким образом, ведущей причиной деградации земель на территории Томской области является природный фактор, однако он вызван неиспользованием земель. На сегодняшний день из-за недостатка финансирования проводится сбор данных лишь на небольших участках районов области. Для дальнейшей работы требуется полное обновление картографических данных, уточнение границ и площадей земель сельскохозяйственного назначения, в чем могут помочь ГИС-технологии. Рассмотренные методики по оценке уровня деградации также могут быть применены и дополнены для Томской области.

Литература

1. Pomelov A., Pasko O., Baranova A. Comparative analysis of land management in the World / IOP conference series: Earth and environmental science XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development". 2015. URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=25863753
2. Романова Е. К. Состояние и динамика развития земельного фонда РФ [Текст] // Инновационная экономика: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2016 г.). — Казань: Бук, 2016. — С. 6-10.
3. Пасько О.А. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Томской области // Аграрная наука. 2013. № 6. С. 9-10
4. Bogdanov V.L., Posternak T.S., Pasko O.A., Kovyazin V.F. The issues of weed infestation with environmentally hazardous plants and methods of their control // PGON2016 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 43 (2016) 012036 URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/35144/1/dx.doi.org-10.1088-1755-1315-43-1-012036.pdf
5. Волгирева Г.П., Пасько О.А. Земельные реформы начала и конца xx века в России. НИ ТПУ : Томск, 2014. – 223 с.
6. Павликова Е. В., Ткачук О. А. Результаты мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в Пензенской области // Молодой ученый. — 2013. — №6. — С. 395-398.
7. Чеботарев П.М., Спесивый О.В. Оценка интенсивности деградации земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области // современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 3. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6354 (дата обращения: 26.01.2017).
8. Клюшин П.В., Ушакова Т.О., Фисенко Е.Н. Мониторинг земель ставропольского края // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 2. – С. 106-107;
URL: https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=12320 (дата обращения: 26.01.2017).
9. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / глав. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю. В. Лунева, Н. А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск : Дельтаплан, 2016. — 156 с.

АНАЛИЗ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ТОМСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ПРОГРАММ

А.Р. Протасова

Научный руководитель старший преподаватель В.Ю. Берчук

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Разработка программ и в особенности Географических информационных систем (ГИС) в современном обществе позволяет решать многие задачи, связанные с пространственной привязкой, обработкой географических данных, что в значительной степени упрощает проведение морфометрического, гидрологического, климатического, пространственного анализов территории [2]. Широкие возможности их использования появились в связи с организацией профессиональных обществ, а также развитием специализированных программ, таких как: ArcGis, Quantum GIS, SAGA, GRASS. Каждый, интересующийся изучением, анализом пространственных данных, может использовать вышеупомянутые программы в научно–исследовательских целях. ArcGIS является всесторонней системой, которая позволяет работать с геоданными и применять их соответствующе.

Для анализа овражных территорий, расположенных между верхней и средней надпойменной террасами г. Томска, были использованы пространственные данные, полученные в результате оцифровки карты масштаба 1:5000, кроме того, данные радарной топографической съемки (Shuttle radar topographic mission – SRTM). В результате была построена цифровая модель рельефа (DEM –модель) г. Томска, представленная на рисунке 1.

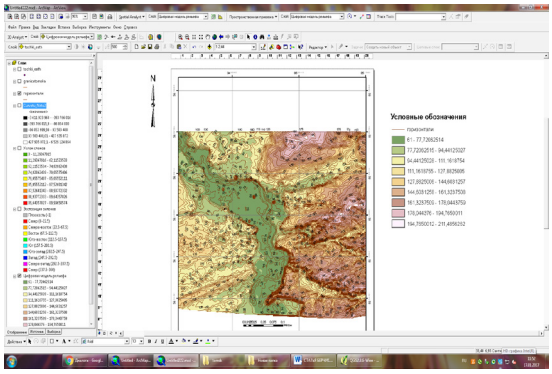
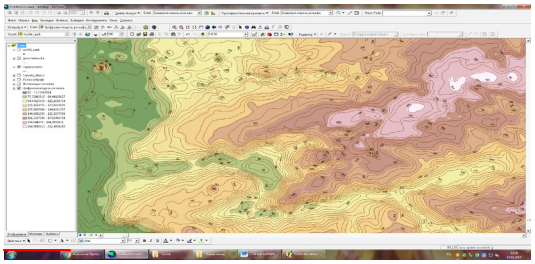


Рис.1. Цифровая модель рельефа г. Томска со значениями высот



——— *границы распространения овражных участков*

Рис.2. Области распространения овражных участков между верхней и средней надпойменными террасами в пределах Воскресенской горы г. Томска

Из полученного растрового изображения с помощью модуля ArcGis Raster Surface – Contour (Горизонтали) были построены горизонтали с высотой сечения рельефа 5 метров и подписаны значения соответствующих высот. Морфометрический анализ рельефа включал множество показателей, таких как: вертикальное расчленение (глубина расчленения); крутизна земной поверхности; кривизна поверхности; экспозиция склона; горизонтальное расчленение (густота расчленения) [1]. Используя соответствующие модули ArcGis Spatial Analyst Tools в геоинформационной системе, были получены карты кривизны склонов, экспозиции склонов, вертикального расчленения, представлены на рис 3, 4, 5, соответственно.

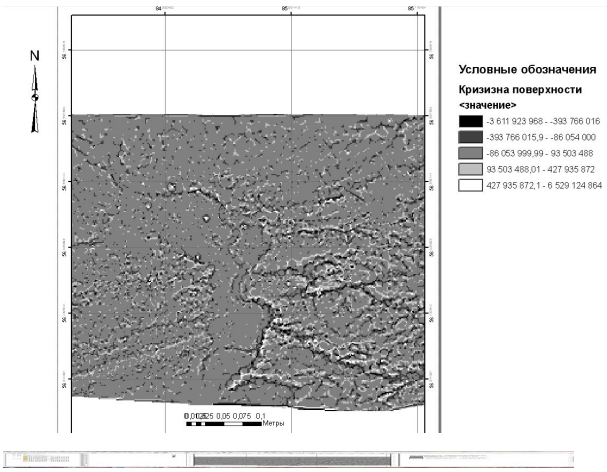


Рис.3. Карта кривизны склонов г. Томска

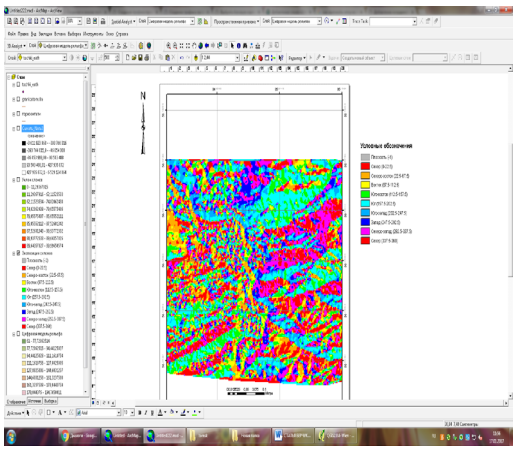


Рис.4. Карта экспозиции склонов г. Томска

Анализируя территорию г. Томска, можно сделать вывод о том, что рельеф города сложен овражно–балочной сетью с продольными уклонами 6–7%, отметки высот изменяются от 65 до 205 метров над уровнем моря, среднее значение высоты сечения рельефа – 125 метров. Наиболее подвержены овражной эрозии склоны Лагерной, Воскресенской, Юрточной и Каштачной гор.

Экспозиция склона влияет на количество получаемого этим склоном солнечного света. В северных широтах места с южной экспозицией теплее и суше, чем участки с северной экспозицией. Согласно рисунку 3, выпуклые части поверхности, такие как хребты, в целом хорошо видны на поверхности, и водотоки с них направлены в другие области. Вогнутые части поверхности (типа каналов) более скрыты и принимают водотоки из других областей.

Анализируя полученную цифровую модель, были выделены основные овражные участки, расположенные между верхней и средней надпойменной террасами в пределах Воскресенской горы г. Томска, и представленные на рисунке 2. Кроме того, с помощью соответствующих модулей программного обеспечения ArcGis были автоматически построены вертикальный профиль склона, а также растровая модель рельефа (DEM–модель) в перспективе (рисунок 5,6). На вертикальном профиле по оси X указаны значения расстояний в метрах, а по оси Y значения высот склона в метрах.

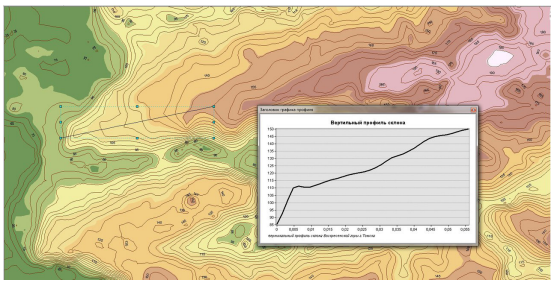


Рис.5. Вертикальное расчленение склона Воскресенской горы г. Томска

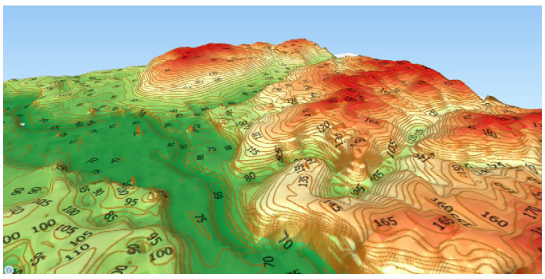


Рис.6. 3D–модель рельефа г. Томска

Таким образом, результаты пространственного анализа территории по важнейшим морфометрическим показателям с использованием ГИС позволяют быстро и эффективно оценивать особенности рельефа, в том числе для целей градостроительства и прогнозирования. Использование ГИС–технологий способствует существенному упрощению расчетов морфометрических показателей, а также дает возможность более наглядно сформировать представление об особенностях рельефа. В результате комплексного морфометрического анализа города Томска были выделены зоны распространения овражно–балочных систем, а также определены основные количественные показатели при оценке рельефа.

Литература

1. Глейзер И.В., Копанева И.М., Рублева Е.А. Некоторые аспекты использования ГИС–технологий при морфометрическом анализе рельефа // Вестник Удмуртского университета. – Ижевск, 2006. – № 11. – С. 143–146.
2. Поляков Е.В. Морфометрический анализ рельефа острова Вайгач по данным дистанционного зондирования Земли/ Е.В. Поляков, М.Ю. Гофаров//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. –Архангельск, 2014. – Т. 11. № 1. – С. 226–234.
3. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие. Томск: ТМЛ – Пресс, 2007.178с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ТОМСКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

А.Р. Протасова
Научный руководитель доцент В.А. Базавлук
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Градостроительная деятельность, в первую очередь, направлена на формирование территории для организации жизнедеятельности и развития общества. Территориальный рисунок ландшафта служит основой для создания градостроительной композиции [1]. От густоты и глубины расчлененности рельефа зависит характер и уникальность пространственной структуры систем расселения населения [3].

Целью данной работы является оценка и разработка рекомендаций по использованию овражных участков на территории Октябрьского района города Томска в пределах Воскресенской горы для решения основных градостроительных задач.

Рельеф города Томска сложен овражно-балочной сетью с продольными уклонами 6-7% и длиной до 500 метров, оползнями, также имеются многочисленные выходы родников. В пределах исследуемой территории широко развит процесс оврагообразования. Всего на территории Томска насчитывается более 80 оврагов общей протяженностью свыше 20 км. Наиболее подвержены овражной эрозии склоны Лагерной, Воскресенской, Юрточной и Каштачной гор. Планировочная структура Томска имеет четко определенную веерно-полукольцевую структуру, в целом ориентированную на главную природную ось – р. Томь [2].

В настоящее время возникает вопрос о рациональном использовании овражных территорий. Обычно, овраги рассматривают как объекты, которые создают определенные трудности и препятствия для развития городской инфраструктуры [4]. Однако, овражно-балочные системы напрямую могут быть использованы для удовлетворения градостроительных целей, в том числе формирование пешеходно-транспортной сети. Кроме того, мероприятия, связанные с организацией строительства на данных территориях способствуют предотвращению негативных тенденций в развитии оврагов.

Территорией настоящих исследований являются овражные земельные участки, расположенные между верхней и средней надпойменными террасами в пределах Воскресенской горы г. Томска. На общей цифровой модели рельефа города выделена область территории исследования оврагообразования (рисунок 1).

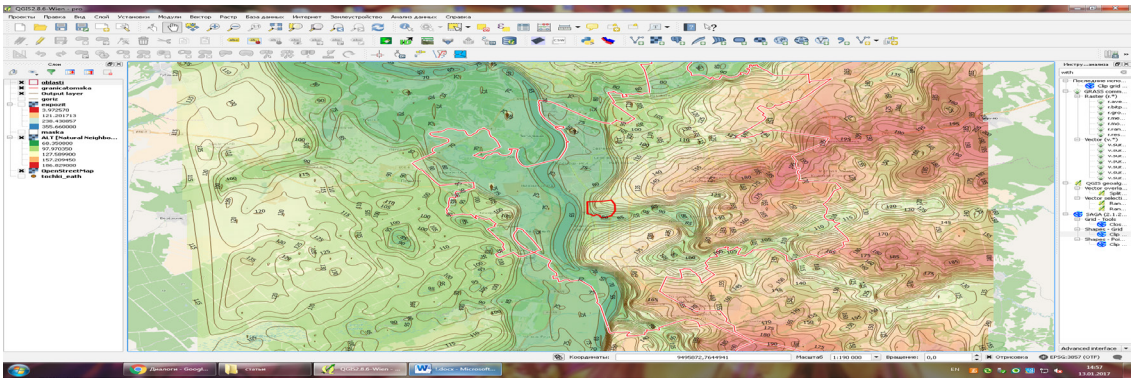


Рис.1. Цифровая модель рельефа города Томска со значениями высот
границы территории исследования

В настоящее время на данной территории существуют овраги как окончательно сформировавшиеся, так и развивающиеся. На рисунке 2 выделены участки благоустроенных и неблагоустроенных овражных территорий между верхней и средней надпойменными террасами на склоне Воскресенской горы, а также указана их площадь в гектарах. Земли, занятые оврагообразованиями, составляют около 13% от общей площади территории исследования. Данные участки были классифицированы по назначению для размещения: магистральных улиц, к которым отнесен существующий Кузнечный взвоз, являющийся связующей частью между площадью Соляной и переулком 1905 года; улиц районного значения – Октябрьский взвоз, являющийся продолжением улицы Пушкина с переходом на переулок Совпартшкольный, которые расположены между верхней и средней надпойменными террасами Томи, и овраг, рекомендуемый для размещения съезда к улице Лермонтова. Все другие оврагообразования на данной территории рекомендуется отнести к размещению внутриквартальных проездов, которые пока еще не освоены. На других сформировавшихся освоенных участках оврагов между террасами г. Томска размещены магистральные улицы городского и районного значений. По боковым склонам овражных участков расположены пешеходные лестницы, откосные части укреплены подпорными стенками естественным и искусственным способом.

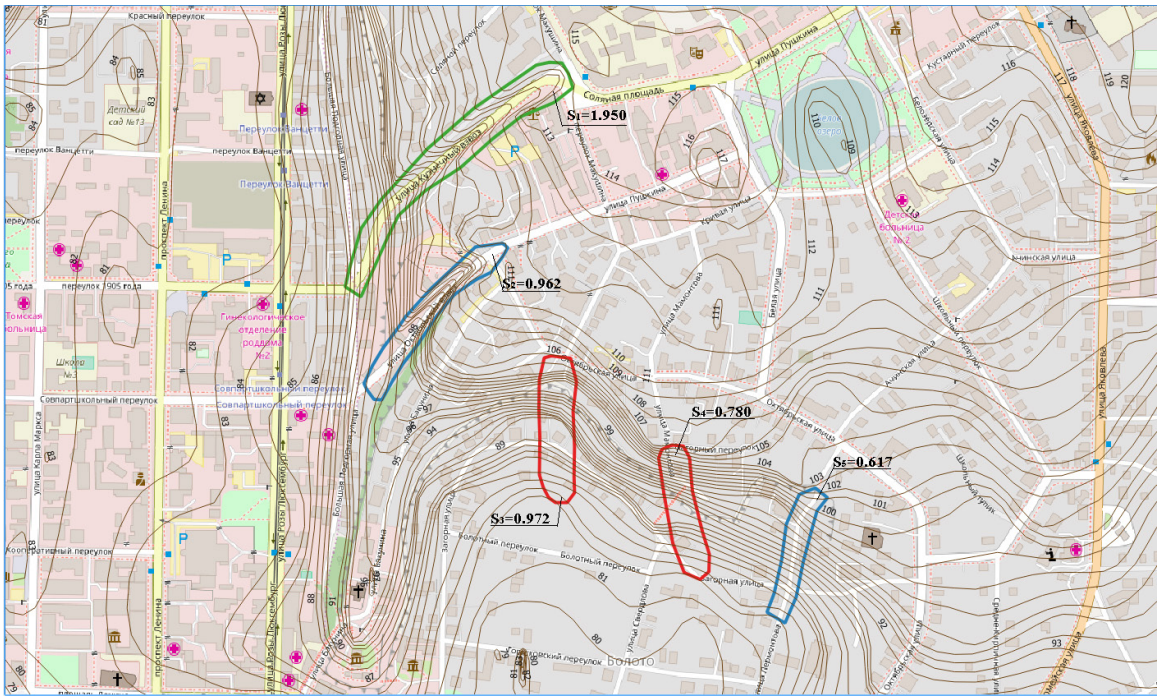


Рис.2. Размещение пешеходно-транспортной сети на овражных территориях между верхней и средней террасами в пределах Воскресенкской горы г. Томска

Овражно-балочная межтеррасовая сеть является потенциальным резервом земель для строительства и создания пешеходно-транспортных артерий в городе Томске. Развивающиеся и неблагоустроенные овражные территории между верхней и средней надпойменными террасами в пределах Воскресенской горы рекомендуется освоить для размещения пешеходных дорог и лестниц, оборудованных осветительными установками и соединяющими напрямую улицы Мамонтова и Загорную; Кривую и Загорную. Такое решение по устройству территории позволит не только уменьшить развитие негативных тенденций в развитии оврагов, но и значительно сэкономить время пешеходов на передвижение. Межовражную территорию предлагается использовать в качестве зеленой рекреационной зоны, применяя естественное укрепление откосных частей оврагов корнями растений (клён).

Таким образом, предложенные выше рекомендации по использованию овражных и межовражных территорий поспособствуют развитию городской инфраструктуры, а также предотвратят развитие опасных склоновых процессов (оползней, обвалов и т.д.).

Литература

1. Большаков А.Г. Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории: Диссертация доктора архитектуры. – Иркутск, 2003г. – 424 с.
2. Ковалев С.Н. Овражно-балочные системы в городах: научная литература /С.Н. Ковалев - Москва: Компания ПринтКоВ, 2011. – 138 с.
3. Ковалев С. Н. Развитие оврагов на урбанизированных территориях: Диссертация канд. геогр. наук. – Москва: МГУ, 2009/[Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.dissercat.com/content/razvitie-ovragov-na-urbanizirovannykhterritoriyakh#ixzz3tzMRPvSF.
4. Новикова Ю. К. Анализ возможности использования овражных территорий в городской среде / Ю.К. Новикова, В. И. Лучкова, Н. П. Крадин // Новые идеи нового века: Современные тенденции и проблемы развития и реконструкции в архитектуре и градостроительстве. – Хабаровск, 2016. – Т. 2. – С.248-254.

К ВОПРОСУ О ПРОВЕДЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ НА УЧЕТ ЗИМНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

М.Ю. Романенко
Научный руководитель доцент Н.С. Копылова
Санкт-Петербургский Горный Университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время дороги являются одним из наиболее важных элементов инфраструктуры любого региона. От степени развития дорожной сети напрямую зависит экономико-социальное состояние и обороноспособность страны. Именно поэтому важнейшая задача государства - обеспечить все условия для успешного проектирования, строительства и эксплуатации дорог в условиях нашей страны. Несмотря на внедрение многочисленных государственных программ развития автодорожного транспорта (например, «Развитие транспортного комплекса Республики Саха (Якутия) на 2012-2017 годы»; «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года») на сегодняшний день существует острая проблема отсутствия методики постановки на кадастровый учет зимних автомобильных дорог как объектов сезонного существования, а, следовательно, возникают трудности, связанные с их вводом в эксплуатацию и содержанием.

Изолированные районы северных частей Российской Федерации - это труднодоступные места со слабо развитой инфраструктурой. В теплые времена года (май-сентябрь) достичь таких районов можно посредством авиасообщений или водных переправ, что финансово нецелесообразно. Альтернативное решение возникает в зимний период, когда природа сама создает благоприятные условия для зимних автомобильных дорог.

Зимники – сезонные дороги с полотном и «дорожной одеждой» из снега, льда и мерзлого грунта [4]. Подобные понятия встречаются во многих литературных источниках, но не в современных нормативно-правовых актах. Отсутствие единого унифицированного определения понятия «зимняя автомобильная дорога» следует признать слабой стороной законодательства Российской Федерации, порождающей целый спектр правовых и технологических проблем, связанных с выполнением кадастровых работ для постановки на учет таких объектов.

На территории районов Сибири и Крайнего Севера протяжённость зимних дорог сопоставима с федеральными трассами, так как они являются своего рода «дорогами жизни» для многочисленных крупнопромышленных предприятий [3]. Например, разработка, обустройство и эксплуатация месторождений всегда требует применения большого количества крупногабаритных технических средств для доставки всех необходимых грузов и оборудования. Сложность перевозок определяется удаленностью объектов (Крайний Север, Дальний Восток, Сибирь), сложными инженерно-геологическими, гидрологическими, гидрогеологическими и климатическими условиями. [5]. Поэтому в таких условиях одна из основ инфраструктуры - зимние автомобильные дороги, протяженность которых увеличивается с каждым годом (см. таблицу).

Таблица

Наличие автозимников и ледовых переправ общего пользования местного значения, находящихся в собственности муниципальных образований

Регион	Протяженность объектов, км	
	значение показателя за 2009 год	значение показателя за 2010 год
Российская Федерация	11 544,7	12 885,6
Центральный федеральный округ	0	0
Северо-Западный федеральный округ	1 362	1 547,9
Южный федеральный округ (по 2009 год)	0	0
Приволжский федеральный округ	137	141,2
Уральский федеральный округ	304,9	754
Сибирский федеральный округ	4 165,6	4 246,5
Дальневосточный федеральный округ	5 574,9	6 196

Примечание к таблице: данные получены с использованием единой межведомственной информационно – статистической системы на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики.

Кроме того, зимники встречаются в изолированных районах Канады, на Аляске, в северных штатах США, в некоторых частях Скандинавии, Эстонии, а также холодных районах Восточной Азии. Это доказывает, что такие объекты играют важную роль в транспортной инфраструктуре не только отдельных регионов, но и целых стран.

С древних времен зимники были важным элементом традиционной дорожной сети. Например, в героическом эпосе племени Олонхо, занимающего территорию современной Якутии, можно найти упоминание о зимних дорогах. Они связывали племена, давали возможность не потеряться на огромных безлюдных пространствах, выжить в суровых северных условиях. Эти пути сообщения несли и прообразы «дорожных знаков» в виде затесов на деревьях и условных символов на них [1]. Таким образом, наращивая свою функциональную значимость со времен возникновения, сегодня зимние автомобильные дороги остаются неучтенными, несмотря на то, что они

входят в общую транспортную структуру.

Зимняя автомобильная дорога – это, прежде всего, временный объект сезонного существования. В то же время вопрос об ее принадлежности к категории инженерных сооружений однозначен. Процесс прокладки зимней автомобильной дороги сопровождается значимыми инженерными работами (например, создание насыпей, срезание возвышенностей, устройство водоотводных сооружений), поэтому такой объект будет признан инженерным сооружением и, соответственно, объектом недвижимости [2]. Соответственно, он требует регистрации в государственном кадастре недвижимости.

Очевидно, что зимним автомобильным дорогам, прежде всего, присущи те же характеристики, что и дорогам постоянного функционирования. Однако существуют различия, по причине существования которых возникают определенные проблемы при постановке на кадастровый учет зимних автомобильных дорог.

Во-первых, в качестве временных сооружений, зимние автомобильные дороги не имеют балансовой стоимости и не учитываются по бухгалтерскому учету, но, так как располагаются на земельном участке, то в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации должны быть закреплены на вещном праве в определенной категории земель.

Во-вторых, если рассматривать зимник как дорогу временного существования, изменчивый путь сообщения определенного направления, то использование аэрокосмических снимков, полученных в разные сезоны, становится невозможным. Они не дают точной информации о местоположении объекта, так как дорога меняет свое местоположение в зависимости от погодных условий (направление ветра, количество выпавших осадков, высота снежного покрова). Таким образом, сложность при подготовке землеустроительной документации является прогнозирование состояния этих автодорог из-за погодных условий, либо несоответствующей работы дорожных служб.

В-третьих, проведение кадастровых работ в суровых условиях северных регионов России всегда сопряжено со значительными трудностями. Для проведения таких работ в отношении зимних автомобильных дорог необходимо соответствующее финансирование. Средства должны выделяться из муниципального дорожного фонда.

К сожалению, на сегодняшний день проблема проведения кадастровых работ с целью постановки зимних автомобильных дорог на учет остается нерешенной, вследствие чего возникают трудности в содержании и эксплуатации таких объектов. Следовательно решение данного вопроса требует не только больших затрат, но и научно-методических разработок.

Литература

1. Алексеева Е.К. Взаимодействие культур народов Севера (на примере материальной культуры эвенов)// Молодой ученый. – Москва, 2011. – № 11. Т.2. – С. 39 – 42.
2. Аншаков В.И., Потехин И.А. Особенности проведения земельно-кадастровых работ для государственной регистрации прав на земельные участки, занятые федеральными автомобильными дорогами (на примере Московской области)//Транспортное дело России. – Москва, 2006. – № 9. – С. 40 – 44.
3. Колбасина Марина. Дороги жизни//Всероссийская транспортная еженедельная информационно-аналитическая газета «Транспорт России». – Москва, 2016. – № 50 (961). – С. 12 – 18.
4. Министерство транспортного строительства СССР. Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР. ВСН 137 – 89. Москва, 1991.
5. Саттаров Т.Х., Вислобицкий П.А. Строительство зимних дорог для освоения нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. – Москва.: ВНИИОЭМГ, 1987. – 430 с.

СОСТОЯНИЕ РЕЛИКТОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В САНКТ – ПЕТЕРБУРГЕ

В.В. Ростопша

Научный руководитель профессор В.Ф.Ковязин

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Большой вклад в озеленение Санкт-Петербурга внес Петр I, он заботился о насаждении садов не только в Петербурге, но и в Москве, Таганроге, Риге, на Украине. Был осведомлен обо всех деталях садового строительства, отдавал распоряжения, даже будучи за границей; выписывал книги по садоводству, создавал проекты новых садов [3]. По указанию Петра I был создан целый ряд парков в Петербурге.

Комплексное обследование состояния и селекционная инвентаризация всех сохранившихся деревьев дуба черешчатого проводилось в 2015-2016 гг. в Санкт-Петербурге. Состояние реликтовых деревьев дуба черешчатого рассмотрено на примере парка «Дубки» г. Сестрорецка, административного центра Курортного района Санкт-Петербурга.«Дубки» – парк культуры и отдыха, являющийся памятником культурно-исторического наследия, имеющим федеральный уровень охраны[4]. Его историко-культурная ценность – общепризнана. Парк «Дубки», также как и старинные сады Санкт-Петербурга, был создан Петром I, который возвращаясь 20 сентября 1714 года после Гангутской победы по Финскому заливу, остановился отдохнуть на уходящем в Балтийское море мысе, неподалеку от устья реки Сестры. Вскоре после этого на мыс Финского залива завезли на баржах землю из других регионов страны и посадили несколько тысяч деревьев дуба черешчатого, древесину которого планировали

использовать для последующего строительства кораблей морского флота. Особое пристрастие Петра I к дубу объяснялось тем, что это была основная древесная порода, из которой строились корпуса кораблей. Один из построенных в 1718 году кораблей молодого российского флота даже назвали «Старый дуб». В 1717 году это место становится загородной резиденцией императора, где он отдыхал во время многочисленных походов и путешествий. В период 1723-1725 гг проведена панировка парка, по желанию императора созданы сад, огород, оранжерея и газоны. В саду выращивали каштаны, яблоки, груши и вишни, привезенные из Швеции.



Рис.1. Дуб черешчатый в возрасте 200 лет в парке «Дубки»

В настоящее время парк «Дубки» является самой северной дубравой России. Он представляет собой парк с оборонительным валом, гидротехническими сооружениями и голландским садом[3]. В парке выявлено 7342 дерева дуба черешчатого различного возраста. При этом возраст дубов определялся по толщине коры на основании установленной зависимости ее от возраста, а у 60 деревьев различного возраста - возрастным буравом. Результаты исследований свидетельствуют о том, что 6030 деревьев имеют возраст от 10 до 100 лет , от 100 до 200 лет – 295, от 200 до 350 лет – 259 шт., из них старше 280 лет лишь 18 экземпляров. Деревьев старше 350 лет не оказалось в насаждениях парка. (рис.1.).

Около 70% деревьев дуба размещеныгруппами, 21% - аллеями, 6,5% - в насаждениях и 2,5% - одиночно стоящие (рис.2).

Средний диаметр деревьев дуба на высоте груди колебался по возрастным группам, от 15 и 25 см у 10-30-и-60-летних, до 83см у деревьев старше 150 лет. Средняя высота соответственно была равна 9,3; 14,4 и 21 м, а максимальная – 28 м. Максимальный диаметр равен 135см. Диаметр деревьев замерялся мерной вилкой на высоте 1,3м от поверхности земли, а их высота –высотомером Блюме-Ляйсса.

Установлено большое формовое разнообразие деревьев дуба черешчатого в парке «Дубки», как и в других парках г. Санкт-Петербурга - по форме кроны, по характеру трещиноватости коры, по размерам листьев и их черенков, по форме и массе желудей. По времени распускания листьев распределение экземпляров дуба следующее: 76% деревьев отнесено к промежуточной форме, а рано распускающихся деревьев дуба оказалось 18%, а поздно распускающихся – 6%. Разница во времени распускания листьев между рано и поздно распускающимися формами дуба составляет 14 дней, а между ранней и промежуточной – 7 дней [1].

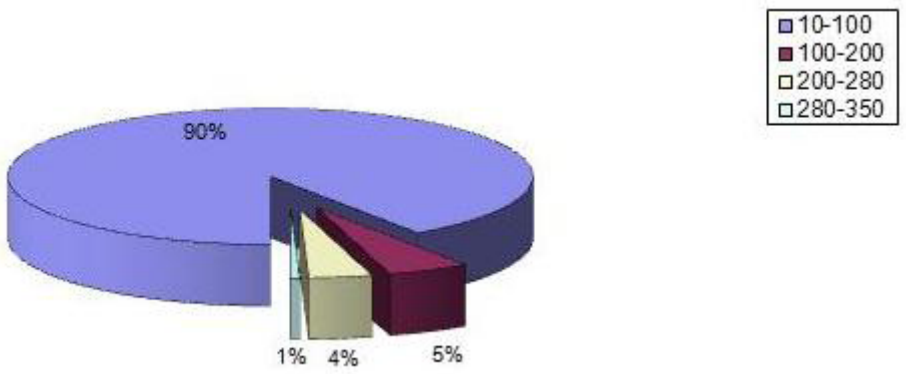


Рис.2. Возрастная структура деревьев дуба черешчатого в парке «Дубки»

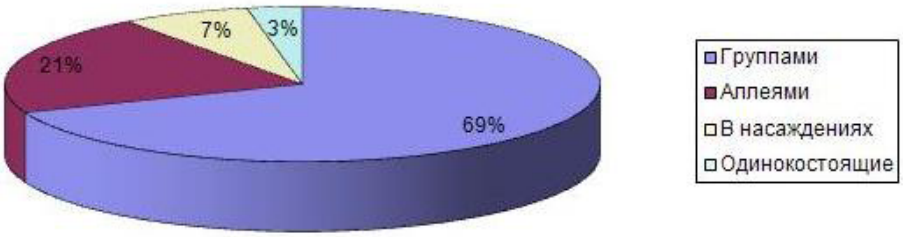


Рис.3. Типы размещения деревьев дуба черешчатого в парке «Дубки»

Деревьев дуба поздно распускающейся формы старше 100 лет в парке нет, а большинство из них 10-30-летнего возраста. Большинство перестойных деревьев дуба относится к рано распускающейся форме.

Абсолютному большинству деревьев дуба характерны чрезмерная суковатость, как следствие плохой очищаемости стволов от сучьев, толстоветвистость крон, наличие водяных побегов, эксцентричность стволов, вильчатое разветвление ствола, суховершинность. Старые деревья повреждены сосудистым микозом, имеют дупла. Наружные радиальные морозобойные трещины встречаются почти у всех перестойных деревьев. Главными причинами всего этого являются неблагоприятные условия роста для дуба, прежде всего избыточное увлажнение почв в парке, преобладание деревьев промежуточной формы по времени облиствения. Близость залива обуславливает подтопление дубовых рощ морской водой. Они часто повреждаются дубовой листоверткой и заморозками[2].

Абсолютное большинство деревьев дуба черешчатого относится к категории минусовых, даже с точки зрения их декоративных свойств. Для сбора желудей выделено всего лишь 134 плюсовых дерева, 41 дерево нормальное.

Геоботанические исследования основного компонента парка – древостоя приведены выше. Кроме деревьев дуба нами изучались и другие компоненты фитоценоза. Приведем результаты изучения нижних ярусов растительности: подросте и подлеске. Они изучались путем учета растений на круговых площадках радиусом 1,78 м (S = 10м^2), которые закладывались через 10 м по трансекте, проложенной по диагонали парка. По учетным площадкам установлено, что встречаемость подроста дуба составляет всего 26% на свежих почвах, его высота – 0,65м, состояние неблагонадежное. Кроме дуба, в качестве подроста встретились: береза повислая, ольха серая и черная. Подлесок формируется из рябины обыкновенной и ивы козьей. Эти растения по площади парка распределены более равномерно, чем дуб. Коэффициент встречаемости подлеска близок к 50% (47,5%). Следовательно, ждать восстановления старых деревьев дуба молодыми не приходится. Нужно проводить посадку саженцами дуба, взятыми из питомника [1].

Литература

1. Ковязин В.Ф. , Шабнов В.М., Мартынов А.Н. Мониторинг почвенно-растительных ресурсов в экосистемах Санкт-Петербурга. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010.-344с.
2. Ковязин В.Ф. Динамика агрохимических свойств почв Санкт-Петербурга. //Плодородие. 2008.№3. с. 34 - 36
3. Луппов С.П. // История строительства Петербурга в первой четверти XVIII века. М.: Издательство Академии наук СССР, 1957. – 189с.
4. Постановление Правительства РФ от 10.07.2001 N 527 «О перечне объектов исторического и культурного наследия федерального значения, находящихся в г.Санкт-Петербурге»

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕГИСТРАЦИИ СДЕЛОК С ЗЕМЕЛЬНЫМИ УЧАСТКАМИ В РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»

Е.М. Савицкий

Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Регистрация сделок с недвижимым имуществом – юридический акт признания и подтверждения государством факта совершения сделки.

Регистрации сделок проводятся в случаях, предусмотренных соглашением сторон, хотя по законодательству для сделок данного вида регистрация не требуется. Обязательной регистрации подлежат договоры, которые являются или могут стать основанием возникновения, перехода, прекращения прав или ограничений (обременении) прав на недвижимое имущество, подлежащих регистрации, даже если они прямо не обозначены объектами регистрации в законодательных актах.

Документы, являющиеся основанием для государственной регистрации сделки с недвижимым имуществом должны быть нотариально удостоверены либо удостоверены регистратором.

Регистратор удостоверяет документы, являющиеся основанием для регистрации сделки, если сделка в соответствии с законодательными актами не подлежит обязательному нотариальному удостоверению.

Если законодательством для данного вида договора не требуется нотариальной формы, но стороны договорились заключить его в нотариальной форме, то договор считается заключенным с момента придания ему нотариальной формы [1].

Регистратор не вправе удостоверять документы, если заключение сделки представляет для него имущественный или иной личный интерес, в том числе если регистратор, его супруг (супруга), их родственники (родители, дети, внуки, дед, бабка, родные братья и сестры) являются участниками сделки с недвижимым имуществом.

Удостоверение регистратором документов осуществляется в помещении соответствующей организации по государственной регистрации. За удостоверение документов, выдачу дубликатов удостоверенных документов взимается государственная пошлина.

Срок удостоверения документов не должен превышать трех рабочих дней со дня их приема, внесения платы за удостоверение и госпошлины. Этот же срок должен исполняться, если документ не только удостоверяется, но и составляется. Течение срока начинается со дня, следующего за днем приема документов или за днем внесения платы (госпошлины), если это более поздняя дата.

Удостоверение документа может быть приостановлено регистратором на срок до десяти календарных дней. Приостановление может быть обосновано необходимостью истребования дополнительных сведений у сторон сделки, их представителей, должностных лиц.

Регистратор удостоверяет документы, являющиеся основанием для регистрации сделки, путем проставления на них отметки. Отметка, подтверждающая удостоверение, представляет собой надпись, совершаемую на всех экземплярах документа, являющегося основанием для регистрации сделки. Отметка должна содержать дату ее совершения, фамилию, имя, отчество регистратора, совершившего надпись, наименование республиканской или территориальной организации по государственной регистрации (филиал, бюро), номер заявления об удостоверении, код регистратора и подпись регистратора, скрепленную печатью. Текст отметки может быть отпечатан на компьютере или на пишущей машинке, либо ясно написан от руки черными чернилами, либо изложен в форме штампа установленной формы. Если отметка не умещается на соответствующем документе, она может быть продолжена или изложена полностью на подшитом к документу листе бумаги. При проставлении отметки или ее продолжении допускается также подклейка листа бумаги с приложением печати, часть оттиска которой должна находиться на подклеенном листе. Подчистки и исправления в тексте отметки не допускаются [2].

К сожалению, бывает, что регистратор не видит различий в удостоверении документов, являющихся основанием регистрации, и удостоверением произведенной регистрации сделок. Удостоверение произведенной регистрации сделки и удостоверение документов, являющихся основанием для регистрации, – это два разных действия. Удостоверение произведенной регистрации сделки с недвижимым имуществом осуществляется путем совершения регистрационной надписи на оригинале документа, выражающего содержание зарегистрированной сделки. Удостоверение регистрации сделки с недвижимым имуществом – действие, которым регистратор подтверждает осуществление регистрации сделки, в то время как удостоверение документов, являющихся основанием для регистрации сделки, – действие регистратора, направленное на установление соответствия содержания договора намерениям сторон, непротиворечия сделки законодательству Республики Беларусь и т.д.

Представленные для удостоверения документы возвращаются лицам, их представившим. В организации по государственной регистрации остаются заявление об удостоверении, документ, подтверждающий внесение платы и госпошлины, экземпляр удостоверенного документа, копии документов, представленных для удостоверения (например, справки налоговых органов о декларировании денежных средств). Копии представляются заинтересованными лицами либо изготавливаются самим регистратором. В последнем случае копии заверяются регистратором. Данная процедура совершается путем проставления на каждом листе либо на каждой прошитой

копии слов «Копия верна», скрепления ее печатью. Сведения о них вносятся в заявление.

Заявление об удостоверении, удостоверенный документ, копии иных документов, представленных для удостоверения и (или) составленных регистратором, не относятся к документам ЕГРНИ. Указанные документы подлежат хранению в соответствующей организации по государственной регистрации в общем порядке делопроизводства.

Регистратор не вправе разглашать сведения об условиях сделки, ставшие ему известными в связи с удостоверением документов, являющихся основанием для регистрации сделки.

Отметка, подтверждающая удостоверение, проставляется на последнем листе документа. Удостоверенный документ, документы, представленные для удостоверения, выдаются заявителям или указанным в заявлении сторонам сделки, их представителям, должностным лицам.

После предоставления всех необходимых документов для совершения регистрационного действия, регистратор в течение 7 рабочих дней принимает решение о совершении регистрации сделки. Однако регистрация сделки с недвижимым имуществом не может происходить отдельно. Вместе с ней осуществляется регистрация, в данном случае, создания земельного участка на основании выделения вновь образованного земельного участка, регистрация возникновения права собственности Республики Беларусь на земельный участок, регистрация возникновения права аренды на земельный участок, государственная регистрация возникновения прав, ограничений (обременений) прав на земельный участок (ограничения (обременения) прав на земельные участки, расположенные в пределах территорий перспективного развития населенных пунктов),государственная регистрация возникновения прав, ограничений (обременений) прав на земельный участок (ограничения (обременения) прав на земельные участки, расположенные в водоохранных зонах водных объектов).

Если для заключения сделки требуется отказ от права преимущественной покупки других субъектов, кроме сторон сделки, то дополнительно представляются документы, подтверждающие такой отказ, оформленные в установленном законодательством Республики Беларусь порядке. Если отсутствует письменный документ, подтверждающий отказ от права преимущественной покупки, то регистратор предпринимает необходимые действия для выявления воли лица, обладающего таким правом, в порядке, установленном ГУП «Национальное кадастровое агентство». В данных видах сделок такие документов не требовалось.

При регистрации сделок все данные о сделке вносятся в регистрационную книгу. В случае раздельной регистрации сделки и основанного на ней объекта регистрации, например, перехода права собственности, сведения о сделке вносятся в лист Е регистрационной книги. В противном случае лист Е в регистрационную книгу не вносится.

Данные о количестве зарегистрированных сделок с земельными участками в РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» за период с 2012-2015 гг. приведены в таблице.

Таблица

Количество зарегистрированных сделок с земельными участками в РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» за период с 2012 по 2014 гг.

Вид сделки с земельным участком, ед.	Год исследования		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Купля-продажа	1179	1389	1466
Дарение	701	690	869
Мена	14	22	26

Как видно из таблицы, количество регистраций сделок с земельными участками с каждым годом возрастает. Наибольшим спросом обладают сделки купли-продажи с земельными участками.

Из данных рисунков видно, что наибольшее количество договоров купли-продажи зарегистрировано по обращениям физических лиц в 2014 году, наименьшее в 2012 году, договоров дарения в 2014 и 2012 году, договоров мены в 2014 и 2012 году соответственно. По обращениям юридических лиц наибольшее количество договоров купли продажи зарегистрировано в 2012 году, договоров дарения и мены в 2013 году.

Количество регистраций сделок с земельными участками РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» с каждым годом возрастает. Наибольшим спросом обладают сделки купли-продажи с земельными участками.

Литература

1. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7.12.1998 г. №218-З (в ред. Закона Республики Беларусь от 8.01.2014 г. № 3128-З).
2. Об утверждении Инструкции о порядке удостоверения регистратором документов, являющихся основанием для государственной регистрации сделки с недвижимым имуществом: Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 8 августа 2013 г. № 38 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2015.

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А.А. Сафронова
Научный руководитель профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из приоритетных направлений деятельности органов государственной власти является обеспечение экологической безопасности России, поддержание целостности и сохранение природных систем, для устойчивого развития общества и повышения качества жизни граждан, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны [3].

Достижение этой цели возможно при максимальном использовании возможностей землеустройства при поэтапном переходе к модели экологически устойчивого развития территории.

Необходимость системного решения данной задачи обусловила наличие и утверждение субъектами Российской Федерации региональных программ как обязательного условия выбора регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами [1]. При этом сама региональная программа в области обращения с отходами становится инструментом финансирования территориальной схемы, содержащей в себе перечень мероприятий в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами (ТКО), нацеленной на:

стимулирование строительства объектов, предназначенных для обработки, утилизации, обезвреживания и захоронения отходов;

переадресацию отходов;

внедрение раздельного сбора отходов.

Программа представляет собой объемный документ, содержащий перечень всех мероприятий, регламентирующих строительство, реконструкцию и модернизацию объектов по обращению с ТКО и указанием сроков проведения. Программа разрабатывается субъектами РФ впервые. Она не имеет четких форм и включает лишь краткие требования к разработке. Кроме того, мероприятия региональной программы должны быть реализованы в достаточно короткие сроки, что может привести к несвоевременности их выполнения и недостаточному качеству работ[6].

Другой весомой проблемой региональных программ является вопрос финансирования – нет четкой определенности, за счет каких средств они будут реализовываться. Единственное направление – это привлечении частных инвестиций, в рамках государственно-частного партнерства или муниципально-частного партнерства.

Помимо проблемы контента программы, имеется недочет, вызванный отсутствием положения о ликвидации несанкционированных объектов размещения отходов, а также и о недопущении возникновения новых, при том, что объем свалок в России превышает 20 млн тонн. До сих пор отсутствует общепринятое определение термина "несанкционированная свалка", поэтому под ним на данный момент понимают несанкционированное размещение отходов сплошным свалочным телом или отдельно расположенными очаговыми навалами отходов.

Морфологический состав отходов образующийся на несанкционированных свалках показывает, что около 80 % их объема приходится на долю органических фракций, которые являются идеальной средой для протекания биохимических превращений по типу брожения и гниения [4], что является питательной средой для патогенных организмов. В местах свалок происходит заражение почвы солями тяжелых металлов, отработанных масел и нефтепродуктов. Продуктами биохимической деструкции отходов являются соединения азота (нитрат и нитрит комплексы), которые не сорбируются почвой и попадают в грунтовые воды, загрязняя водоемы [5]. Соединения углерода и углеводорода аккумулируются в почвах, изменяя их свойства, и блокируют внутриклеточные процессы всех живых организмов. Это препятствует нормальному течению процессов биогеоценоза в почве, в следствии чего происходят деградация земель и ухудшение плодородия почвенного слоя. Серьезной угрозой для земельных ресурсов, связанной с захламлением отходами, является загрязнение почвы супертоксикантами, которые образуются при горении отходов. Например, таких как диоксины [7].

Как правило, площадь свалок возрастает (рисунок). С помощью дистанционного зондирования программы Гугл Планета Земля показан рост площади несанкционированной свалки в Красноярском крае в районе города Канска за 5 лет.

Ввиду вышеизложенного появляется необходимость дополнить требования к разработке региональной программы системой мероприятий по защите земель, загрязненных несанкционированными свалками, которые поспособствовали бы принятию решений по предотвращению захламления земель и ликвидации уже существующих свалок. Следует включить в нее мониторинг мест несанкционированных свалок, содержащий оценку степени экологической опасности для окружающей природной среды и осуществление контроля за ликвидацией несанкционированных свалок.

Мероприятия по ликвидации несанкционированных свалок в обязательном порядке должны отражаться в региональных программах и в соглашениях, заключаемых с региональными операторами. В соглашениях необходимо прописывать обязанность региональных операторов проводить работы по ликвидации нелегальных свалок. В связи с тем, что финансирование данной работы региональными бюджетами не предусмотрено, важно определить, за счет каких средств она должна производиться.



а *б*

Рис. Площадь несанкционированной свалки в 2011 году (а) и в 2016 году (б) после ликвидации

Создание новой системы обращения с отходами — это значительный шаг в развитии современного общества. Но, существует серьезный пробел в законодательной базе в области обращения с отходами. Для достижения цели по созданию новой системы обращения с отходами необходимо скорректировать существующую законодательную базу, а также утвердить законодательно круг лиц ответственных за благоприятную среду обитания граждан, что позволит более тщательно подходить к вопросу охраны окружающей среды.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р «Об Экологической доктрине Российской Федерации
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ // Справочная правовая система <Консультант плюс>;
3. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» от 29.12.2014 N 458-ФЗ // Справочная правовая система <Консультант плюс;
4. Бичелдей Т.К.Динамика биохимической деструкции органического вещества на полигонах твердых бытовых отходов //. Вестник серии «Естественные науки»– Москва,2010. – № 3. –С. 141–145;
5. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов // Практическое руководство. – Москва,БИНОМ, Лаборатория знаний 2013– С. 244-247;
6. Жуковский А.И., Васильев С.В., Штрейс Д.С. Разработка, реализация и оценка региональных целевых программ (на основе Канадского опыта)// Уч. пособие. –Новгород, Типограф,2006.– С.174;
7. Яковлев А.С. Оценка реального воздействия и потенциальной опасности объектов размещения отходов //. Экология производства.– Москва, 2007.– С.47;

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩАЮЩИХ (СИНТЕЗИРУЮЩИХ) ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ И НОРМАТИВНОЙ ЦЕНЫ ЗЕМЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.В. Северцов, В.В. Шкредова
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь

Начиная с 60-х годов XX века, на территории Республики Беларусь было проведено три тура оценки (бонитировки) почв землепользований сельскохозяйственных организаций. В 1964-1969 гг. бонитировка почв проводилась на основании Общесоюзной инструкции по бонитировке почв 1967 г., в 1974-1975 гг. – согласно Методическим указаниям по бонитировке почв 1975 г., в 1984-1985 гг. – согласно Методическим указаниям по бонитировке почв 1985 г. Также был проведён один тур экономической оценки земель в 1986-1987 гг. на основе Указаний о порядке проведения оценки земель. После распада СССР, в связи с переходом на рыночные условия, в Республике Беларусь возникла необходимость в проведении более углубленной кадастровой оценки земель. Постановлением Верховного Совета Республики Беларусь от 18 декабря 1991 г. № 1315-XII «О введении в действие Закона Республики Беларусь «О платежах за землю» и Государственной программой охраны и рационального использования земель, утвержденной постановлением Кабинета Министров Республики Беларусь от 17 ноября 1994 г. № 183, было предусмотрено проведение поучастковой кадастровой оценки земель.

Первый тур кадастровой оценки земель проводился в соответствии с Методическими указаниями по кадастровой оценке земель сельхозпредприятий (далее – Методические указания) [1], и был завершен в 1999 г. Показатели оценки широко использовались и применялись для дифференциации ставок земельного налога, обоснования землеустроительных проектов, для прогнозирования и оценки результатов хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций, при решении других задач по обеспечению рационального использования и охраны сельскохозяйственных земель.

За период 1999-2009 гг. в составе, названиях и границах землепользований сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств произошли значительные изменения. Также, в связи с проведенными во многих районах работами по корректировке почвенных карт, агрохимическому обследованию, инвентаризации мелиорированных земель изменились многие характеристики сельскохозяйственных земель. Всё это вызвало необходимость дальнейшего совершенствования методики проведения кадастровой оценки сельскохозяйственных земель [2]..

В 2008 г. Совет Министров Республики Беларусь поручил провести в 2009-2014 гг. второй тур кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Для проведения второго тура был разработан и внесен РУП «Проектный институт Белгипрозем», РНДУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси, Научно-исследовательским республиканским унитарным предприятием по землеустройству, геодезии и картографии «БелНИЦзем» технический кодекс установившейся практики ТКП 302-2011 «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ» (далее – ТКП), утвержденный и введенный в действие приказом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 28 марта 2011 г. № 98. Данный технический кодекс устанавливает содержание, порядок и технологию работ по кадастровой оценке сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Требования настоящего технического кодекса обязательны для организаций по землеустройству Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, выполняющих работы по кадастровой оценке сельскохозяйственных земель [2].

Завершающим этапом проведения кадастровой оценки сельскохозяйственных земель как в Методических указаниях, так и в ТКП является определение обобщающих (синтезирующих) показателей оценки и нормативной цены земли.

Порядок определения обобщающих (синтезирующих) показателей оценки в ТКП по сравнению с Методическими указаниями изменился достаточно значительно. В Методических указаниях определение общего балла кадастровой оценки определялось на основании расчета ряда индексов – определялись индексы нормативных затрат на 1 га исходя из балла плодородия (продуктивности), технологических свойств и местоположения земельных участков; затем определялись индексы урожайности в зависимости от балла плодородия; затем делением индексов затрат на индексы урожайности рассчитывались индексы себестоимости; затем по индексам урожайности и индексам себестоимости рассчитывались индексы дифференциации чистого дохода. При этом за общий балл кадастровой оценки принимался балл, соответствующий баллу плодородия, обеспечивающему такой же по величине индекс дифференциации чистого дохода при фиксированных среднереспубликанских показателях оценки технологических свойств, местоположения земельных участков и сельхозпредприятий [1].

В ТКП вместо расчета индексов определяют значения самих показателей. При этом вначале определяется нормативная урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от балла плодородия почв, затем определяются нормативные затраты на 1 га площади исходя из балла плодородия (продуктивности) почв, технологических свойств и местоположения земельных участков, затем делением нормативных затрат на урожайность сельскохозяйственной культуры рассчитывается нормативная себестоимость, после этого устанавливается (назначается) расчетная цена единицы продукции оцениваемых сельскохозяйственных культур и по полученным результатам рассчитывается нормативный чистый доход. В ТКП балл кадастровой оценки – это балл, соответствующий баллу плодородия, обеспечивающему такой же по величине чистый доход или дифференциальный доход при фиксированных среднереспубликанских показателях оценки технологических свойств и местоположения земельных участков. Таким образом, при определении общего балла кадастровой оценки вместо индекса дифференциации чистого дохода определяется непосредственно чистый доход либо дифференциальный доход [2].

Что касается определения нормативной цены земли, то как в Методических указаниях, так и в ТКП она рассчитывается на основании общего рентного дохода, который складывается из дифференциального рентного дохода и абсолютного рентного дохода. Однако порядок их расчета в ТКП был значительно упрощен. В Методических указаниях в основу расчета цены земли принимался общий рентный доход, слагающийся из абсолютного рентного дохода и дифференциального рентного дохода, образующихся при возделывании сельскохозяйственных культур и использовании земель, занятыхмноголетними насаждениями, природными сенокосами и пастбищами. Общий порядок расчета заключался в следующем. По данным годовых отчетов о хозяйственной деятельности сельхозпредприятий за последние 3 года на основании других подходов устанавливался средний (базисный) уровень урожайности сельскохозяйственных культур на пахотных землях, природных сенокосах и пастбищах. Затем по типовым технологическим картам рассчитывались нормативные затраты на производство и реализацию продукции при среднереспубликанских базисных уровнях урожайности, среднереспубликанских характеристиках технологических свойств земельных участков, среднереспубликанских характеристиках местоположения земельных участков по отношению к внутрихозяйственным и

сельхозпредприятий по отношению к внехозяйственным пунктам реализации продукции и приобретения ресурсов. Базисные показатели урожайности и затрат на основании данных кадастровой оценки дифференцировались затем по оцениваемым объектам (областям, районам, сельхозпредприятиям, земельных участков) в виде нормативных оценочных показателей. Затем определялась нормативная урожайность по оцениваемым объектам, исходя из среднереспубликанской базисная урожайность культуры, среднереспубликанского индекса урожайности сельхозкультуры по кадастровой оценке земель и индекса урожайности оцениваемого объекта по кадастровой оценке земель. Затем на основании среднереспубликанских базисных затрат на возделывание и реализацию сельхозкультур, среднереспубликанского индекса затрат на возделывание сельскохозяйственных культур по кадастровой оценке земель и индекса затрат на оцениваемом объекте по кадастровой оценке земель рассчитывались нормативные затраты по оцениваемым объектам. На основании величин рентного дохода по сельскохозяйственным культурам определялся средний рентный доход по пахотным землям исходя из средней структуры посевных площадей.

В ТКП в основу расчета цены земли принимается общий рентный доход по участку, слагается из дифференциального рентного дохода на участке и абсолютного рентного дохода. Дифференциальный рентный доход обусловлен функционированием земли в качестве средства производства, абсолютный рентный доход – функционированием земли как количественно ограниченного природного ресурса. При расчете общего рентного дохода для определения нормативной цены земли отрицательные значения дифференциального дохода принимаются равными нулю. Абсолютный рентный доход устанавливается в размере, достаточном для получения минимальной цены земли как ресурса независимо от качества и местоположения.

Подходы к определению срока капитализации общего рентного дохода не изменились. И в Методических указаниях, и в ТКП отмечается, что наиболее проблематичным при денежной оценке земель является определение срока капитализации рентного дохода. Далее указывается, что в мировой практике сложилось два основных варианта его определения. По первому за срок капитализации рентного дохода принимается продолжительность активной жизни арендатора, обычно этот период составляет 20 лет. Таким образом, цена земли по первому варианту определяется как ожидаемый суммарный рентный доход (сумма рент) за ряд лет. По второму варианту цена земли рассчитывается как капитал, обеспечивающий получение годового дохода в размере земельной ренты при сложившейся ставке ссудного процента по долгосрочным кредитам, или эффективности приложения капитала в отрасли. В странах Западной Европы и в России эти показатели для сельского хозяйства составляют 3 % годовых (срок капитализации – 33 года). Применительно к современным условиям Республики Беларусь, когда ставки ссудного процента складываются в значительной степени под влиянием инфляции, их можно принять на уровне нениже 8 % (12,5 лет – срок капитализации рентного дохода) [1, 2].

Таким образом, порядок расчетов обобщающих (синтезирующих) показателей в ТКП по с равнению в Методическими указаниями значительно упростился и стал более понятен, позволяя наглядно представить результаты экономической деятельности хозяйства в области производства продукции растениеводства.

Литература

1. Методические указания по кадастровой оценке земель сельхозпредприятий: утверждены приказом Государственного комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь от 10 марта 1997 г. № 13 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2000. – № 8/4271.
2. Технический кодекс установившейся практики ТКП 302-2011 «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ»: утвержден приказом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 28 марта 2011 г. № 98. – Минск: Госкомимущество. – 2011. – 137 с.

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Семенков, А.В. Давыдько
Научный руководитель старший преподаватель С.В. Радченко
УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Среди различных средств производства, используемых человеком для производства материальных благ, земля занимает особое место. В каждой отрасли материального производства земля выступает в качестве естественной основы производства, так как служит местом его расположения, т.е. пространственным базисом.

Земельные ресурсы и их важнейший компонент – почвы являются основным природным и национальным богатством Беларуси, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране. Структура земельного фонда является характеристикой земельных ресурсов. Особенности и назначение единого земельного фонда как объекта собственности и хозяйствования определили необходимость его учета по целевому назначению, хозяйственному использованию, качественному состоянию [2].

Согласно данным Государственного земельного кадастра площадь земельного фонда Республики Беларусь на 2016 год составила 20760,0 тыс. га. По данному показателю, Могилевская область в Республике занимает 5-е

место (2906,8 тыс. га).

Изучив земельно-учетные данные и оценив земельные ресурсы Могилевской области по экологическим показателям можно увидеть, что сельскохозяйственная освоенность (удельный вес сельскохозяйственных земель в общей площади) составляет– 48,3 %, распаханность (удельный вес пахотных земель в общей площади) – 61,9%, лесистость территории – 41,1%, заболоченность и обводненность территории– 4,4%, доля площади застроенных территорий– 3,7%. Данные показатели находятся на уровне средних по республике.

Так, на 1 января 2016 года в соответствии с основным целевым назначением земельный фонд Могилевской области распределяется следующим образом по категориям земель и категориям землепользователей:

земли сельскохозяйственного назначения 1344,6 тыс. га (46,3 %);

в том числе:

- земли сельскохозяйственных организаций 1308,4 тыс. га (45,0 %);
- земли крестьянских (фермерских)хозяйств 36,2 тыс. га (1,3 %);
- земли граждан 127,8 тыс. га (4,4 %);
- земли организаций промышленности, транспорта, обороны, связи, энергетики и иного назначения 71,3 тыс. га (2,4 %);
- земли государственного лесного фонда 1259,0 тыс.га(43,3 %);
- земли общего пользования населенных пунктов и садоводческих товариществ36,1 тыс.га. (1,2 %);
- земли запаса 66,3 тыс.га (2,3 %);
- земли водного фонда1,4 тыс.га (0,1 %);
- земли природоохранного, оздоровительного и рекреационного назначения 0,3 тыс. га (0,0 %).

С целью выявления основных тенденций в использовании земель Могилевской области проанализированы изменения, произошедшие в структуре её земельного фонда за период с 2010 года по 2015 год. Основываясь на данных Государственного земельного кадастра. Можно утверждать, что сохранилась положительная направленность в динамике площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью в сторону их увеличения. В то же время площадь сельскохозяйственных земель продолжала планомерно уменьшаться, что в свою очередь связано с отводом сельскохозяйственных земель для не сельскохозяйственных целей. Так, количество сельскохозяйственных земель за период с 2010 по 2015 годы сократилось на 96,7 тыс. га, а их процентное соотношение по отношению к общей площади сократилось на3,3%, что говорит ежегодном сокращении площади сельскохозяйственных земель. Изменения в структуре сельскохозяйственных земель указывают в первую очередь на сокращение площади луговых и залежных земель.

Проследить тенденцию изменения площадей по видам земель можно по данным таблицы [1].

Таблица

Динамика земельного фонда Могилевской области по видам земель (тыс.га)

Годы	Сельскохозяйственные земли	Лесные земли	Под древесно-кустарниковой растительностью	Под болотами	Под водными объектами	Под дорогами и иными транспортными коммуникациями	Под улицами и иными местами общего пользования	Под застройкой	Неиспользуемые земли	Иные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010	1392,0	1139,4	54,8	87,9	36,9	50,1	19,0	49,8	67,0	9,6
2011	1391,5	1140,5	54,3	87,7	37,0	50,2	18,9	50,4	66,1	9,9
2012	1390,8	1138,7	54,7	89,6	36,9	50,5	18,8	50,8	65,5	10,0
2013	1355,3	1173,0	81,8	92,3	36,0	51,8	18,4	49,1	39,5	9,2
2014	1319,8	1175,1	121,6	90,4	35,9	50,0	18,2	49,0	38,4	9,1
2015	1295,3	1178,5	148,0	84,7	35,8	49,9	18,8	48,5	37,9	9,0
2016										

При анализе данной таблицы можно увидеть, что в период с 2010 по 2015 гг. произошло сокращение сельскохозяйственных земель, земель под болотами, под водными объектами, под застройкой, неиспользуемых и иных, в то время как произошло увеличение лесных земель, земель под древесно-кустарниковой растительностью, земель общего пользования.

В структуре земельного фонда Могилевской области 4,1% занимают земли под водными объектами и болотами. Площадь этих видов земель не имеет явной отрицательной динамики, что позволяет сохранить экологический баланс территории. Также можно заметить, что площадь земель под застройкой, несмотря на уменьшение, имеет незначительный удельный вес - 0,2%. Уменьшение площади нарушенных связано с активным вовлечением их в сельскохозяйственный оборот. Отрицательная динамика уменьшения площади сельскохозяйственных земель объясняется еще и тем, что происходит недостаточное рациональное использование данных земель, когда

небольшие по площади участки луговых земель зарастают кустарником и мелколесьем.

Подводя итог можно утверждать, что в течении анализируемого периода существенных изменений в структуре земельного фонда Могилевской области не произошло. В связи с вовлечением в разработку неиспользуемых земель за период с 2010 по 2015 годы произошло увеличение площади некоторых видов сельскохозяйственных земель. Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод о возможности наращивания производственных площадей.

Литература

1. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2016 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2016. – 63 с.
2. Интернет-портал [Электронный ресурс] / Сельское хозяйство (агрономия, земледелие, овощеводство). – Режим доступа: http://selo-delo.ru/ekonomika-skh/22-ekonomika-i-organizatsiya-selskokhozyajstvennogo-proizvodstva?start=8. – Дата доступа: 11.12.2016 г.

К ВОПРОСУ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОД ИНДИВИДУАЛЬНУЮ ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.А. Старицына[1], И.А. Старицына[2]

[1]ГОУ СО Уральский колледж им. И.И. Ползунова, г. Екатеринбург, Россия

[2]ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия

Согласно генеральному плану развития города Екатеринбурга к 2025 году 40 % нового строительства будет составлять малоэтажная застройка. В эту концепцию хорошо вписывается выделение бесплатных земельных участков под индивидуальное жилищное строительство льготным категориям граждан [3]. В 2015 году земельные участки под эти нужды выделялись только в г. Красноуфимске и в п. Бобровка Сысертского района [6]. В 2016 году произошли положительные изменения в географии этой проблемы. Участки под ИЖС для льготников были выделены в пригородах города Екатеринбурга [4]. Земельные участки выделены в пригородах мегаполиса, в не самых выгодных для проживания населённых пунктах, которые на данный момент входят в состав муниципального образования город Екатеринбург (рис.), но находятся на некотором удалении от основных объектов инфраструктуры.

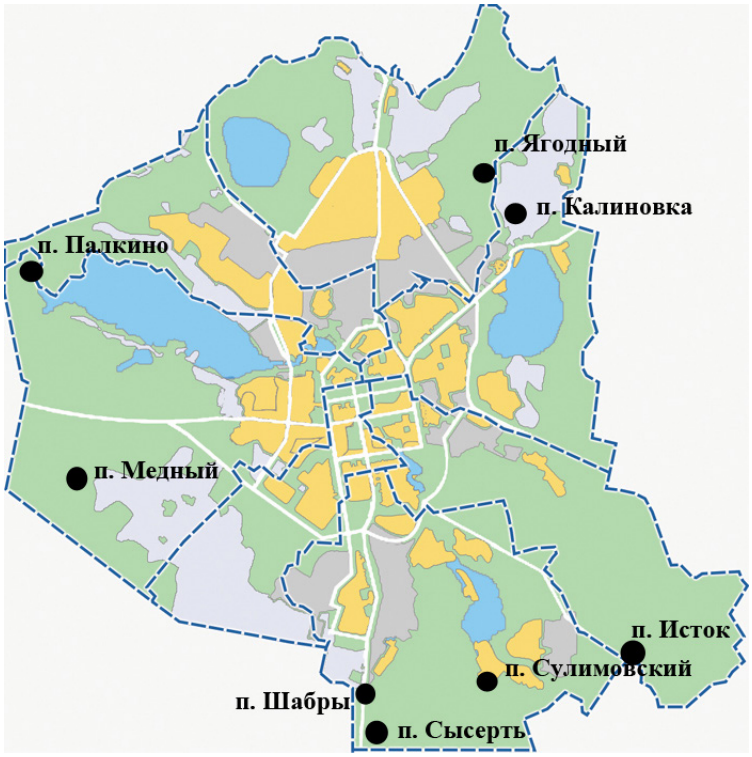


Рис. Расположение населённых пунктов, в которых выделяются бесплатные земельные участки под индивидуальное жилищное строительство в МО г. Екатеринбург.

Интересным вариантом является п. Калиновка, но он имеет ряд недостатков. Этот посёлок расположен на северо-восточной окраине мегаполиса. Маршрут единственного автобуса проходит по ул. Проезжей, которая

соединяет г. Екатеринбург с его городом-спутником Берёзовским. Данная автомагистраль не имеет полноценного дублёра, поэтому ежедневно перегружена, и стоит в пробках. В посёлке есть школа, детский сад, учреждение СПО, военная часть, магазины. Большая часть посёлка застроена малоэтажными жилыми домами, но есть и многоэтажная застройка. Новые участки под ИЖС выделены в полях, то есть не имеют подвода коммуникаций и другой инфраструктуры.

Наиболее пригодные для строительства участки находятся в п. Исток**.** Участки выделены вдоль существующих улиц, рядом уже построены жилые дома. При строительстве на этих участках подвод коммуникаций произойдёт намного быстрее. Однако, п. Исток достаточно удалён от г. Екатеринбурга, общественный транспорт соединяет его с микрорайоном Химмаш. Соответственно, до центра мегаполиса на общественном транспорте добираться 1,5 – 2 часа в будний день, большую часть времени этот маршрут загружен из-за пробок. Выбирая такой участок под застройку желательно быть владельцем личного автотранспорта, чтобы иметь возможность выбирать альтернативные возможности въезда в г. Екатеринбург, например, используя кольцевую автодорогу.

Всего 2 земельных участки из перечня, в котором представлено 147 объектов, выделено в **п. Ягодный**. Этот посёлок находится недалеко от п. Садовый, а тот соответственно от г. Верхняя Пышма. В 2000-ых годах эта территория стала активно застраиваться коттеджами, соответственно проведены все коммуникации и проложены дороги, идеальное место для строительства ИЖС. Интересно, что участки выделены не на окраине посёлка, как это обычно делается в полях, а посреди уже застроенной территории.

Большое количество участков выделено в п. Шабры, п. Сулимовский (бывший Сулимовский торфяник), п. **Сысерть** [5]. По карте видно, что все они являются юго-западным пригородом г. Екатеринбурга. Это территории с преобладанием малоэтажной застройки, к мегаполису были присоединены в 2000-ых, когда активно стал продвигаться проект «Большой Екатеринбург». В советские годы это были площади, занятые дачными и садоводческими товариществами. Сейчас рядом с советскими дачами разрастаются коттеджные посёлки. Юго-западная окраина мегаполиса граничит с Сысертским районом, это один из наиболее благоприятных для жизни и экологически чистый район [1, 2]. Именно в юго-западной части муниципального образования город Екатеринбург в настоящее время активно ведётся коммерческая коттеджная застройка.

Политика государства в области ИЖС, однозначно свидетельствует о том, что эту сферу нужно развивать, но при этом вся экономическая нагрузка по строительству и подведению коммуникаций, разработке проекта ложится непосредственно на собственников. Ни один коммерческий проект коттеджного посёлка не будет введён в эксплуатацию пока не пройдёт все согласования. В таком проекте разрабатывается планировка улиц, количество жителей, варианты подвода коммуникаций, и только после этого начинается застройка территории. Выделением бесплатных земельных участков под ИЖС занимается только Министерство управления государственным имуществом Свердловской области (МУГИСО), но к этой работе должны иметь непосредственное отношение специалисты отдела архитектуры города. Только они в состоянии разработать полноценный проект, в том числе и по подводу коммуникаций. Бесплатные участки под ИЖС нужно не просто выделять льготным категориям граждан и бросать их на произвол судьбы с этими участками. Необходимо «вести» нового собственника дальше, предоставлять проект, сопровождать этапы строительства и оформления, не контролировать, а оказывать всестороннюю помощь и поддержку. Специалисты МУГИСО, выделив льготнику участок под ИЖС, должны сразу же передать всю информацию по участку в отдел архитектуры. Там могут помочь собственнику встать на очередь по подведению коммуникаций, передать документы в МФЦ для оформления прав на новое строение. На начальном этапе должны провести совместную работу специалисты МУГИСО и отдела архитектуры. Только после разработки детального проекта будущей застройки, с учётом всей инженерной инфраструктуры, и сроков её реализации, участки можно предоставлять людям. На сегодняшний день, некоторые собственники не в состоянии оплатить подвод коммуникаций и вынуждены продавать или отказываться от выделенных им участков. Не так много желающих строить дом, в котором неизвестно появятся ли когда-нибудь вода, свет и газ.

Литература

1. Гусев А.С., Цапаев Н.А., Беличев А.А. Биологическая активность почв с различным уровнем загрязнения тяжелыми металлами. // Коняевские чтения. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Уральская государственная сельскохозяйственная академия. – 2006. – С. 311 – 314.
2. Гусев А.С. Некоторые показатели мониторинга земель техногенно-загрязнённых территорий. // Коняевские чтения. V Юбилейная Международная научно-практическая конференция. – 2016. – С. 38 – 39.
3. Капицкий В.Н. Порядок регистрации прав на земельные участки. // Актуальные проблемы развития биотехнологий Сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 82 – 87.
4. Олейников Ф.А., Вашукевич Н.В. Основное содержание государственной кадастровой оценки земель. // Молодежь и наука. – 2016. – № 6. – С. 28.
5. Старицына И.А., Вашукевич Н.В., Старицына Н.А. Проблемы развития сельскохозяйственных территорий Свердловской области. // Островские чтения. – 2016. – № 1. – С. 557 – 564.
6. Старицына И.А., Старицына Н.А. Проблемы рационального использования земель под индивидуальную жилую застройку (Свердловская область) // В книге: АГРАРНАЯ НАУКА - СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ Сборник статей в 3 книгах. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет». – 2016. – С. 440 – 442.

АНАЛИЗ РЕГИСТРАЦИИ СДЕЛОК С НЕДВИЖИМОСТЬЮ В ГОРЕЦКОМ ФИЛИАЛЕ РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»

А.М. Сутоцкий

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь

Горецкий филиал является обособленным подразделением РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» и действует на основании Положения № 124 от 17.11.2009 г. Он не является юридическим лицом, осуществляет защиту и представительство интересов унитарного предприятия, совершает от его имени сделки, выполняет часть его функций. Горецкий филиал осуществляет: государственную регистрацию недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним; техническую инвентаризацию и проверку характеристик недвижимого имущества; ведение реестра цен; кадастровую и индивидуальную оценку недвижимого имущества. Структура Горецкого филиала включает: отдел технической инвентаризации №1; отдел технической инвентаризации №2; отдел регистрации недвижимости; финансово – экономический сектор; юрисконсульт; инженер – программист; архив; технический персонал. В состав филиала также входит 5 бюро: Дрибинское, Круглянское, Мстиславское, Чаусское и Шкловское. Общее число сотрудников филиала составляет 59,75 единиц. Хозяйственная деятельность предприятия характеризуется экономическими и производственными показателями, которые наиболее точно отражают доходность предприятия. Для измерения эффективности работы предприятия используются показатели производительности труда, рентабельности, прибыльности, окупаемости.

Отдельными видами деятельности, перечень которых определяется законодательством Республики Беларусь, филиал может заниматься только на основании специального разрешения (лицензии), полученного Республиканским унитарным предприятием.

Право филиала осуществлять деятельность, на занятие которой необходимо получение лицензии, возникает с момента получения такой лицензии Республиканским унитарным предприятием или в указанный в ней срок и прекращается по истечении срока ее действия, если иное не установлено законодательством Республики Беларусь.

Имущество филиала находится в собственности Республики Беларусь. Филиал наделяется имуществом Республиканского унитарного предприятия, которому имущество принадлежит на праве хозяйственного ведения.

Имущество филиала состоит из основных фондов, нематериальных активов, оборотных средств, стоимость которых отражается в его обособленном балансе, а также иных ценностей, приобретенных в ходе его хозяйственной деятельности.

Филиал не вправе продавать закрепленное за ним недвижимое имущество, сдавать его в аренду, в залог, вносить в качестве вклада в уставный фонд хозяйственных товариществ и обществ или паевого взноса в производственный кооператив либо иным способом распоряжаться этим имуществом без согласия директора Республиканского унитарного предприятия.

Филиал является обособленным подразделением Республиканского унитарного предприятия «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» и действует на основании настоящего Положения.

Филиал не является юридическим лицом, осуществляет защиту и представительство интересов Республиканского унитарного предприятия, совершает от его имени сделки и иные юридически значимые действия, выполняет часть его функций.

Филиал осуществляет свою деятельность в соответствии с законодательством Республики Беларусь, приказами директора Республиканского унитарного предприятия и приказами Председателя Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь. Филиал имеет обособленный баланс, являющийся составной частью баланса Республиканского унитарного предприятия, текущий (расчетный) счет, круглую печать и угловой штамп со своим наименованием.

Унитарное предприятие возглавляет начальник, который назначается на должность и освобождается от должности приказом директора Республиканского унитарного предприятия по согласованию с Председателем Госкомимущества. С начальником предприятия заключается контракт.

Начальник Горецкого филиала организует его работу и несет полную ответственность за результаты деятельности и выполнение обязательств филиала перед директором Республиканского унитарного предприятия и Председателем Госкомимущества.

Государственная регистрация сделки с недвижимым имуществом – это юридический акт признания и подтверждения государством факта совершения сделки. Так, государственной регистрации подлежат договоры отчуждения недвижимого имущества (купля-продажа, мена, дарение, рента), об ипотеке, доверительного управления, аренды, субаренды, безвозмездного пользования, раздела недвижимого имущества, являющегося общей собственностью, слияния двух или более объектов недвижимого имущества в один объект недвижимости с образованием общей собственности [1].

В соответствии с законодательством, осуществление сделок с земельными участками в республике возможно, если земельные участки предоставлены субъектам земельных правоотношений на правах частной

собственности, аренды и пожизненного наследуемого владения [2]. Сделка с недвижимым имуществом, подлежащая государственной регистрации, считается заключенной с момента государственной регистрации, если иное не предусмотрено законодательными актами Республики Беларусь.

Государственная регистрация сделки с недвижимым имуществом может быть признана недействительной только в судебном порядке.

В соответствии со статей 5 Закона о государственной регистрации недвижимого имущества,, прав на него и сделок с ним являются республиканская организация по государственной регистрации недвижимого имущества и прав на него, территориальные организации по государственной регистрации недвижимого имущества и прав на него, регистраторы, а также собственники недвижимого имущества и обладатели иных прав в отношении недвижимого имущества, лица, претендующие на приобретение прав в отношении недвижимого имущества [2].

Анализируя регистрацию сделок с недвижимым имуществом в Горецком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» в период с 2010 по 2015 г.г., следует отметить, что количество зарегистрированных объектов недвижимого имущества, а именно земельных участков и изолированных помещений с 2010 г. по 2015 г. возрастало, однако с 2014 г. наблюдается снижение количества зарегистрированных капитальных строений. Так, если в 2014 г. общее количество зарегистрированных капитальных строений составило 400 единиц, то в 2015 г. этот показатель снизился на 36 единиц и составил 364 единиц. Вторичный рынок в значительной мере характеризуется числом регистраций переходов прав на основании сделок купли-продажи, дарения и перехода прав по наследству. В 2010 г. было зарегистрировано 461 сделка купли-продажи. В 2011 г. этот показатель увеличившись составил 475 единиц. С 2012 по 2014 гг. на основании договоров купли-продажи был зарегистрирован 1581 переход права собственности на объекты недвижимого имущества соответственно. В 2015 г. на основании договоров купли-продажи было зарегистрировано соответственно 514 переходов прав. Таким образом, число сделок купли-продажи недвижимости в 2015 г. увеличилось по сравнению с 2010 г. почти на 30%. Говоря о переходах прав на недвижимое имущество на основании договоров дарения, следует отметить, что в 2010 г. было заключено 165 подобных договора. За 2012-2013 г.г. количество регистраций договоров дарения уменьшается на 24 единицы, а в 2015 г. уже увеличивается и составляет 247 договоров. В случае перехода прав на недвижимое имущество на основании наследования, можно сказать, что с 2010 г. по 2012 г. число сделок постоянно увеличивается и составляет 1320 единиц. С 2013 г. количество перехода прав немного уменьшилось на 100 единиц. Однако к 2015 г. на основании наследования недвижимого имущества количество зарегистрированных сделок увеличилось и составляет 428 единиц, что на 38 единиц больше по сравнению с 2010 г.

Из вышеизложенного, следует, что развитие вторичного рынка недвижимости в первую очередь обусловлено развитием первичного рынка, нормативной правовой базой, социально- экономическими особенностями развития территории. Для дальнейшего совершенствования регистрационных действий необходимо создать систему автоматической выдачи электронных документов, что даст возможность государственным органам и организациям получать электронные документы с электронной цифровой подписью из системы государственной регистрации в режиме реального масштаба времени; сделать возможным электронную регистрацию, когда заявления и документы, основания государственной регистрации представляются для государственной регистрации дистанционно уполномоченными авторизованными лицами в форме электронных документов. Данные мероприятия будут способствовать уменьшению затрат времени и средств за счет ускорения обращения документов и снижения эксплуатационных затрат, создадут более удобные условия как для граждан и юридических лиц, так и для государства.

Литература

1. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7 декабря 1998 г. № 218-З // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. О государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним: Закон Респ. Беларусь от 22 июля 2002 г. № 133-З // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2016.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА

П.Ю. Тагиев
Научный руководитель профессор О. А. Пасько
Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Начиная с 2000 года в России наблюдается тенденция увеличения количества лесных пожаров, связанная в том числе с сокращением финансирования служб пожарной охраны и труднодоступностью мест, подверженных лесным пожарам [1]. Пожары наносят гигантский вред экономике региона. Убытки в Томской области, связанные с тушением пожаров и ликвидацией их последствий оцениваются миллионами рублей [2]. Сгорают хозяйственно-ценные лесные массивы [3,4], гибнут растения и животные, уничтожаются уникальные экосистемы [5]. В атмосферу выбрасываются воздушные массы, содержащие углекислый газ, угарный газ и окись азота.

Задымление ведет к росту многих опасных заболеваний у жителей городов и поселков.

Это актуализирует установление причин развития пожароопасной ситуации в регионе.

Целью исследования являлась сравнительная оценка пожароопасной ситуации районов Томской области и установление природных и антропогенных факторов, способствующих их возникновения.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Анализ пожарной ситуации в районах в экстремальный год;
2. Выбор основных причин ее развития;
3. Создание карты пожарной опасности районов Томской области.

Объектом исследования стали земли лесного фонда, которые в Томской области занимают около 69% от общей площади земель. Целевое назначение лесов в Томской области распределяется на защитные леса и эксплуатационные. Наличие резервных лесов в области не предусмотрено.

Были использованы следующие методы: монографический, статистический, аналитический, картографический.

В результате исследований установлено, что пожарная опасность в лесах Томской области определяется, прежде всего природными особенностями территории – значительной долей хвойных лесов (53,7% покрытой лесом площади), развитым горимым напочвенным покровом и жарким сухим летом, особенно в первой его половине. Среднегодовая фактическая горимость лесов составляет 100-110 дней и длится с начала мая и до второй декады сентября [6].

Причинами возникновения лесных пожаров являются:

1.Способность насаждений гореть (служить местом и материалом для возникновения лесных пожаров);
2.Наличие источников огня (огнеопасных производств в лесу);
3.Большая посещаемость леса людьми;
4.Наличие железных дорог в лесу;
5. Грозовые разряды;
6. Падение ступеней ракет;
7. Сельскохозяйственные палы.

Анализ статистических данных по лесным пожарам в районах Томской области на период с 2007 года по 2013 года выявил, что пик пожаров пришелся на 2012 г. (таблица 1). В данный год самыми пожароопасными районами Томской области оказались Каргасокский район (107 очагов возгорания); Верхнекетский (87) и Томский (72) районы (таблица).

Таблица

Статистика лесных пожаров по районам Томской области за 2007 - 2013 г. [по 6]

Районы	Количество пожаров, шт.						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Александровский	3	1	6	0	2	1	1
Асиновский	1	0	4	0	6	16	1
Бакчарский	0	4	0	1	5	12	0
Верхнекетский	16	17	21	9	63	87	20
Зырянский	0	2	2	2	14	16	0
Каргасокский	0	6	16	2	12	107	8
Кожевниковский	1	3	22	10	13	9	3
Колпашевский	2	2	0	0	9	43	4
Кривошеинский	2	9	1	4	4	10	0
Молчановский	0	2	2	3	13	31	0
Парабельский	2	0	6	0	7	15	3
Первомайский	0	8	63	6	11	47	5
Тегульдетский	0	1	0	0	2	11	0
Томский	32	72	63	30	53	72	13
Чаинский	0	1	0	0	0	0	0
Шегарский	5	18	24	13	21	10	1
Итого по субъекту РФ	64	148	175	80	235	527	59

Количество пожаров за 2012 год практически в два раза превышало количество пожаров в аналогичном 2011 г., что было вызвано жарким, сухим летом, отсутствием осадков на протяжении всего пожароопасного сезона [1].

Карта пожароопасности районов (рисунок), разработанная автором, была подтверждена материалами космоснимка территории Томской области за тот же период [7].

а ***б***

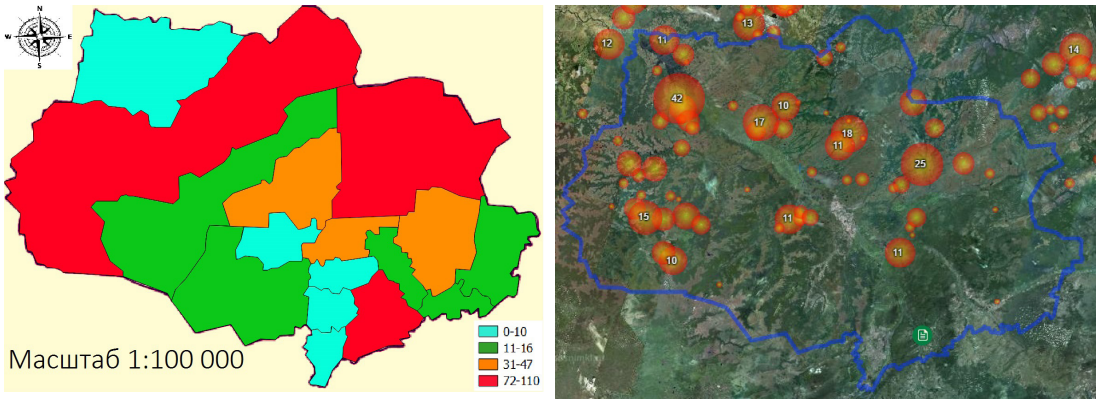


Рис. Пожароопасность земель лесного фонда районов Томской области в 2012 году: а - карта-схема автора; б - космоснимок [по 7]

- районы с максимальным количеством пожаров; – со средним; – с низким; – с минимальным количеством пожаров

Районами с наибольшей пожароопасностью являются Каргасокский, Верхнекетский и Томский; со средней – Первомайский, Колпашевский, Молчановский (31-47), с низкой – Асиновский, Бакчарский, Зырянский, Парабельский, Тегульдетский районы (11-16). Самыми благоприятными оказались Александровский, Кожевниковский, Кривошеинский, Чаинский, Шегарский районы, где количество лесных пожаров не превышает десяти.

Таким образом, в результате проделанной работы проведена классификация районов по пожароопасности и создана соответствующая карта-схема.

В дальнейшем автор планирует определить основные факторы возникновения пожароопасной обстановки. В этом случае карта-схема пожароопасности земель лесного фонда районов Томской области (рисунок) позволит оптимизировать поисковую работу по космоснимкам.

Литература

1. Пасько О.А. Причины возникновения пожароопасной ситуации на землях лесного фонда Томской области / Современные вопросы землеустройства, кадастра и мониторинга земель.– Мат. рег. науч.-практ. конф.– 2016. – С. 135-138.
2. Pasko O.A., Baranova A.V. Forest fire situation analysis over forest reserve land in Tomsk petroleum province / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. –Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress, 2015. – С. 012022.
3. Kovyazin V., Belyaev V., Romanchikov A., Pasko O. Taxation indices of forest stand as the basis for cadastral valuation of forestlands / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science..– XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development, PGON 2014. – 2014. – С. 012026.
4. Kovyazin V., Romanchikov A., Pasko O. Comparative analysis of forest lands cadastral appraisal estimated with regards to wood and food resources / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov:'Problems of Geology and Subsurface Development. 2015.
5. Зубарева А.Е., Перминов В.А. Анализ статистических данных по лесным пожарам в Томской области // Вестник науки сибири. – Томск 2014. - №1 (11).
6. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров. – Новосибирск: Наука СО РАН, 2008. - 404 с.
7. Карта пожаров [Электронный ресурс]. Открытый режим доступа fires.ru 2010-2017 г.

РАЗВИТИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

О.В.Тишкович

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Земельные отношения Республики Беларусь регулируются Конституцией, актами Президента, Кодексом о земле, а также принимаемыми в соответствии с ними иными актами законодательства.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 5 мая 2006 г. № 289 «О структуре Правительства Республики Беларусь» путем присоединения Фонда государственного имущества Министерства экономики к Комитету по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь создан Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь.

Основные задачи Государственного комитета по имуществу — проведение единой государственной политики в области земельных отношений, геодезической и картографической деятельности, наименований географических объектов, государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним, по вопросам имущественных отношений (включая управление, распоряжение, приватизацию, оценку и учет имущества, находящегося в собственности Республики Беларусь), за исключением приватизации жилых помещений государственного жилищного фонда, а также ведение соответствующих кадастров, регистров и реестров [1].

В настоящее время в республике создана четкая система управления и распоряжения государственным имуществом, исключающая возможность стихийной массовой приватизации. Успешно развивается система государственной регистрации недвижимости. Ведение регистров и реестров государственного земельного кадастра играет значительную роль в улучшении инвестиционного климата, развития рынка недвижимости, совершенствования системы налогообложения в стране, существенно способствует ускорению экономических реформ.

В системе Госкомимущества проведена большая работа по созданию нормативно-правовой и научно-методической базы оценочной деятельности в Республике Беларусь, проводится повышение квалификации и аттестация оценщиков. В настоящее время организации, входящие в систему Госкомимущества и занимающиеся оценочной деятельностью, с успехом выполняют все заявки на проведение оценки объектов гражданских прав. Государственная регистрация недвижимости и оценочная деятельность, выполняемые организациями Госкомимущества, являются основой для решения возложенных на него задач и функций в области регулирования имущественных отношений, повышения эффективности управления и распоряжения государственным недвижимым имуществом и его приватизации.

Основными источниками, регулирующими земельно-имущественные отношения в Республике Беларусь являются следующие:

Кодекс Республики Беларусь о земле;

Указ Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2011 г. № 1780 «Об утверждении Положения о порядке изменения целевого назначения земельных участков»;

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 февраля 2000 г. № 260 «Об утверждении Положения о порядке размещения объектов внутрихозяйственного строительства на землях сельскохозяйственного назначения»;

Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 29 июля 2015 г. №30 «Об определении организаций по землеустройству, расположенных на соответствующих территориях и выполняющих отдельные виды работ согласно Указу Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2007 г. № 667 ”Об изъятии и предоставлении земельных участков»;

Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 18 сентября 2015 г. №36 «О внесении дополнения в постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 29 июля 2015 г. № 30»;

Приказ Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 27 октября 2015 г. №233 «Об утверждении графика проведения кадастровой оценки земель, земельных участков»;

Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 3 декабря 2015 г. №45 «О внесении дополнения в постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 29 июля 2015 г. № 30».

Научно-производственное государственное республиканское унитарное предприятие "Национальное кадастровое агентство" (далее - НКА) образовано в 1998 году. Главная задача агентства – информационно-правовое обеспечение земельного администрирования на территории Республики Беларусь.

Основные функции, которые выполняются Национальным кадастровым агентством Республики Беларусь, следующие:

- сбор информации и анализ рынка недвижимости;
- создание регистра прав и единого государственного кадастра;

- предоставление данных по кадастровой стоимости;
- оценка недвижимости и цены земли по кадастру;
- регистрация прав на землю;
- предоставление информации по цене и условиям сделок [2].

На протяжении 2016 года специалистами НКА по городам, сельским населенным пунктам, садоводческим товариществам и землям, расположенными за пределами населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов была проведена кадастровая оценка земель по виду функционального использования «жилая усадебная зона» и «рекреационная зона». Всего были оценены земли в 202 городах, 23 181 сельском населенном пункте и 4 380 садоводческих товариществах, а также земли за пределами населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов 118 районов.

Для всей территории Республики Беларусь применяется единый подход к оценке земель населенных пунктов и садоводческих товариществ. Если говорить о результатах кадастровой оценки земель по виду функционального использования «жилая усадебная зона» и «рекреационная зона» в целом по стране, то подробный анализ рынка недвижимости позволил выявить факторы, влияющие на рыночную и кадастровую стоимость.

В настоящее время завершен второй тур кадастровой оценки сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения Республики Беларусь.

Работы проводились Проектным институтом «Белгипрозем» Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь. Далее материалы по результатам работ второго тура кадастровой оценки сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения Республики Беларусь будут рассмотрены Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Министерством экономики, Министерством финансов. После утверждения результаты оценки будут доступны в электронном виде всем заинтересованным лицам.

Кадастровая оценка земель проводится с целью получения объективных данных о качестве и местоположении земель, характеризующих условия ведения сельского хозяйства и выражается в баллах кадастровой стоимости сельхозземель.

По своему содержанию кадастровая оценка относится к экономической оценке. Проводится она с учетом особенностей земли как средства производства в области сельского хозяйства. Объектом оценки является отдельный земельный участок, а предметом – совокупность свойств земель, характеризующих условия ведения сельского хозяйства. В данном случае это: плодородие почвы и агроклиматические условия, влияющие на уровень урожайности сельхозкультур; технологические свойства земельных участков, которые определяют уровень благоприятности проведения различных полевых работ с помощью разных механизмов и затраты на их выполнение; удаленность участка земли от внутрихозяйственных производственных центров и населенных пунктов; месторасположение участков относительно внехозяйственных пунктов реализации сельхозпродукции и приобретения необходимых производственных ресурсов.

Кадастровая оценка сельхозземель проводится по следующим аспектам: по виду земель в целом и по пригодности для выращивания отдельных сельхозкультур. Материалы, полученные при проведении кадастровой оценки земельных участков, оформляются в книги (сборники), которые затем передаются заинтересованным потребителям. Содержание этих книг зависит от того, каким будет их предполагаемое практическое использование. Показатели, полученные при проведении кадастровой оценки земельных участков, используются в разных целях. В первую очередь, они нужны для установления ставок земельного налога на сельскохозяйственные земли для сельхозорганизаций и фермерских (крестьянских) хозяйств. Также они необходимы для того, чтобы оптимизировать размещение посевов сельхозкультур.

Также, кадастровая оценка необходима в случае, когда нужно обосновать проекты внутрихозяйственного землеустройства и схемы землеустройства районов, определить размеры убытков сельхозорганизаций и фермерских хозяйств, когда проводиться изъятие или временное занятие земельного участка. Данные, полученные при проведении кадастровой оценки, требуются и тогда, когда нужно обосновать возможность изъятия земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения для нужд, которые не связаны с ведением сельского хозяйства; решить задачи по организации труда и управления сельхозпроизводством в условиях рыночных отношений. [3].

От результатов кадастровой оценки зависит система налогообложения. В идеале система налогообложения должна выполнять три функции: фискальную – обеспечивать необходимый уровень поступлений в бюджет; стимулирующую – более высокие налоги за более дорогие здания и землю стимулирует их более рациональное использование, заставляя тех собственников, которые используют недвижимость неэффективно, передавать ее в руки тех, кто сможет ее использовать с наибольшей выгодой; социальную – взимание большей суммы налога за более ценную и более выгодно расположенную недвижимость.

Литература

1. Новой кадастровой стоимостью земель для целей налогообложения можно будет воспользоваться с 1 января 2017 года, а для иных целей, предусмотренных законодательством, сразу после внесения результатов в регистр стоимости земель, земельных участков государственного земельного кадастра. [Электронный ресурс] http://gki.gov.by/ru/about-press-news-ru/view/novoj-kadastrovoj-stoimostjju-zemel-dlja-tselej-nalogooblozhenija-mozhno-budet-vospolzovatsja-s-1-janvarja-1408/ (дата обращения: 03.01.2017).
2. О предприятии. [Электронный ресурс] http://nca.by (дата обращения: 29.12.2016).
3. Завершен второй тур кадастровой оценки сельскохозяйственных земель. [Электронный ресурс] https://ej.by/news/economy/2016/12/09/zavershen-vtoroy-tur-kadastrovoy-otsenki-selskohozyaystvennyh-zemel.html (дата обращения: 04.01.2017).

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ОТВАЛА «КУМНАГАШ»

А.А. Тырганова
Научный руководитель доцент Кончакова Н.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Добыча любого полезного ископаемого - это серьезное вмешательство в природу, и один из мощных видов техногенеза. В местах добычи полезных ископаемых происходит почти полное уничтожение природных ландшафтов на месте которых возникают скважины, шахты, карьеры, отвалы, отходы первичного обогащения руд, угольные терриконы, транспортные магистрали и т.д. и формируются особые ландшафтно - геохимические системы – горнопромышленные ландшафты.

Объектом исследования выбрано Шерегешское месторождение железных руд, в состав которого входит отвал Кумнагаш [1]. Отвал сложен на естественном косогорье. Грунты под ним представлены наносами мощностью 10-15 м, состоящими из глин красного и бурого цвета с многочисленными обломками выветренных пород различного состава. Отвал имеет 2 яруса и вытянут с юга на север. Общая площадь подлежащей рекультивации поверхности отвала составляет 145707 м^2. К основанию склона восточной экспозиции примыкает пихтово-березовый высокотравный лес. Естественное зарастание отвала идет по типу первичной сукцессии. Растительность находится на пионерной стадии самозарастания. Фитоценозы не сложившиеся, растительный покров представлен агрегациями. на горизонтальных поверхностях древостой сильно угнетен, годичный прирост незначительный, отмечен сухостой. Травяной ярус неразвит. На характер самозарастания влияет рельеф. Если на горизонтальных поверхностях растительный покров относительно развит, то на склонах отмечены лишь отдельные курины мхов и единичные древесные растения [1].

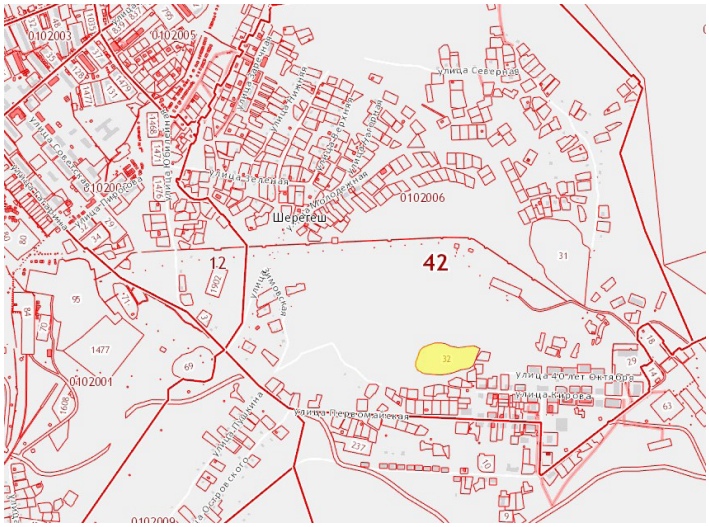


Рис. 1. Расположение месторождения (желтый цвет)



Рис. 2. Внешний вид отвала Кумнагаш

Процесс самозарастания протекает крайне медленно. Лимитирующими факторами является дефицит влаги, состав слагающего отвал грунта и наличие крутосклонных поверхностей. Без проведение рекультивации растительность отвала может находиться на данной стадии развития неопределенно долго [2].

С целью ускорения естественно-природного восстановления ландшафта и сокращение вредного влияния отвала необходимо провести рекультивационные работы. Для данного объекта было выбрано природоохранное направление рекультивации. Данный выбор обоснован расположением отвала на окраине п.Шерегеш, который быстро набирает популярность, как перспективный центр зимнего туризма.

На поверхности отвала рекультивация должна проводится в два этапа: технического и биологического. Работы должны включать подготовительные, рекультивационные и послерекультивационные мероприятия [3].

Подготовительные работы включают в себя устройстве временных технологических автодорог , по которым автотранспорт будет заезжать на рекультивационные участки.

Технический этап следует начинать с планировки верхней площадки отвала хвостов обогащения второго яруса. Приземлении откосов отвалов суглинки будут покрывать около 2/3 их поверхности. При нанесении на откосы суглинки, сталкиваемые бульдозером с верхней бровки отвала , неизбежно будут скапливаться на дороге, приложенной на поверхности откоса отвала. Необходимую очистку дороги от избытка суглинок со сталкиванием их вниз на откос следует проводить по разработанному специальному проекту организации работ, учитывающему границы возможной призмы обрушения уступов отвала [1]. Траншеи на горизонтальной поверхности отвала нарезаются в направлении восток-запад (при такой ориентации траншеи высаженные в них деревья и кустарники будут минимально затенять друг друга, поскольку все они оказываются открытыми с солнечной южной стороны). Ограждающий (предохранный) вал должен сооружаться по периметру верхней площадке отвала. После нанесения на поверхность отвала суглинков , технический этап рекультивации завершается рыхлением сформированной поверхности. При этом рыхление выполняется непосредственно перед началом работ биологического этапа, заменяя собой вспашку.

Операция биологического этапа рекультивации включает в себя посадку саженцев деревьев и кустарников в траншеи и их полив. Также посев семян многолетних трав с внесением минеральных удобрений.

Рекультивация отвалов горных пород улучшает состояние окружающей среды [5]. Все действия на земельном участке должны быть проведены в соответствии с требованиями по охране природной окружающей среды , атмосферного воздуха и поверхностных вод [4].

Литература

1. Баранов А.С., Донской В.А. ОАО Евразруда "Вскрытие и отработка запасов Шерегешевского месторождения" Проектная документация - Санкт-Петербург, 2014.
2. Бурламов О.П. Рекультивация земель при открытых горных разработках . //Научный журнал ИНТЕРЭКСПОГЕО-СИБИРЬ — 2015 [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. — URL: http://cyberleninka.ru/article/n/rekultivatsiya-zemel-pri-otkrytyh-gornyh-razrabotkah (дата обращения: 01.02.2017).
3. Ганеев И.Г., Кулагин А.А. Ремедиация и рекультивация техногенно-деградированных земель // Филиал ФГУ ВНИИЛМ Татарская лесная опытная станция, г. Казань Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа — 2009 [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. — URL: file:///C:/Users/%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD/Downloads/remediatsiya-i-rekultivatsiya-tehnogenno-degradirovannyh-zemel%20(1).pdf (дата обращения: 01.02.2017).
4. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. №136-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации - 29 октября 2001 г. - №44 - Ст. 4147

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА ТОМСКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Э.С. Усеинова

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема движения транспортных средств в городах общеизвестна. При современном уровне автомобилизации 300-400 автомобилей на 1000 жителей автомобили занимают проезжую часть и практически всю территорию улиц микрорайонов.

К 2000 г. на улицах г. Томска появились первые признаки транспортного кризиса, характерные для других городов России [1,2]. Заторы и «пробки» транспортных средств, стеснения тротуаров по их ширине возникли на улично-дорожной сети города по двум причинам:

– несоответствие площадей земельных участков, отведенных улицам и требованиям нарастающего числа автомобилей;

– неучета в транспортной схеме генерального плана города прироста числа автомобилей к числу городского населения.

Вопрос об обеспечении жителей объектами транспортной инфраструктуры становится все острее, поэтому планировка и прогнозирование территорий поселений является важным аспектом в условиях масштабного жилого строительства городских и сельских поселений [3, 4].

Данное исследование связано с необходимостью совершенствования городских улиц путем их реконструкции

с учетом изменения параметров, а также требований по благоустройству и оборудованию их на основе прироста числа автомобилей, в том числе находящихся в личной собственности жителей поселения.

Основными задачами настоящего анализа исследования являются:

1. Оценить прирост числа личных автомобилей за советский и постсоветский периоды;
2. Установить зависимость удельного прироста числа личных автомобилей за период с 2004 по 2016 гг.;
3. Выполнить краткосрочный прогноз удельного прироста автомобилей;
4. Разработать предложения по исключению возможности возникновения новых заторов автомобилей на улицах города.

Следует отметить, что современный автомобильный рынок очень чувствителен к экономической ситуации в регионе, поскольку приобретение автомобиля, как товара долгосрочного пользования, осуществляется населением лишь, будучи уверенным в перспективе экономического благополучия.

На протяжении советского, постсоветского и прогнозного периодов, наблюдается относительно стабильный рост числа автомобилей. Закон «О кооперации в СССР» мая 1988 года позволил гражданам свободно приобретать любые типы автомобилей в частную собственность.

По мере развития перестройки народного хозяйства автомобили стали высоко котироваться как высоколиквидное средство сохранения сбережений. Вначале XXI в. рост автомобилизации обусловлен укреплением экономики страны и доступностью для населения кредитных программ.

В конце советского (начале постсоветского) периода численность городского населения значительно сократилась из-за многочисленных административно-территориальных преобразований переходного периода. Распад СССР отметился общим духовным кризисом российского общества, что способствовало снижению рождаемости, росту смертности и спаду продолжительности жизни населения, однако уже с 1994 г. этот кризис прекратился после возникновения миграционных процессов развития.

С 2005 г. начался положительный миграционный и естественный ежегодный прирост населения в Томске и Томской области, который за последние 6 лет составил 1,2 %.

Рост автомобилизации городского населения привел к возникновению проблем, как в нехватке полос на проезжей части улиц, так и машиномест для стоянок и парковки автомобилей в центре города и в жилых массивах. Возник критический недостаток отводимых площадей для расчетных значений улиц 200 авт./1000 чел. по нормам СНиП 2.07.01-89* и 300 авт./1000 чел. по нормам СП 42.13330.2011.

Эти данные дают возможность оценить прирост личных автомобилей по трем периодам: до 1992 года, до и после 2016 года. Для каждого из этих периодов коэффициент прироста личных автомобилей изменился от 4 % в год для советского периода и до 7 % в постсоветский период. Расчетный прогнозный прирост до 2021 года предполагается 8 %.

Наш прогноз на пятилетнюю перспективу при соотношении прогнозных параметров 2,5:1 показывает, что темп автомобилизации населения города неуклонно будет расти до предельного расчётного уровня 400 авт./1000 чел. к 2021 г. (в будущем и более), что может привести к очередной перегруженности городских улиц с образованием заторов.

Решить проблему транспортного кризиса в городе предлагается за счет реализации предлагаемых кратковременных и долгосрочных мероприятий:

1. Краткосрочные мероприятия:

1.1. Устройство стояночных мест на полосе технических тротуаров с расширением их до двух метров, в зависимости от габаритов автомобиля (применительно к летнему сезону);

1.2. Провести мероприятия по уширению зеленых полос в переделах существующих красных линий для размещения снежных отвалов в критических ситуациях (пример зима 2016 – 2017 г. г.);

1.3. Организация удобного движения городского общественного транспорта, пересадочных пунктов.

2. Долгосрочные мероприятия:

2.1. Формирование и отвод необходимых земельных участков под площадки, и строительство общегородских и ведомственных парковок (гаражей), временных стоянок в местах дислокации, в том числе на территориях промышленных предприятий, высших учебных заведений;

2.2. Изменение положения красных линий и линий застройки по улицам в соответствии и с учетом реализации краткосрочных мероприятий, предупреждающих заторы на улицах города;

2.3. Размещение временных и капитальных автостоянок, на внутриквартальных территориях существующих и новостроящихся объектах сосредоточения легковых автомобилей, вместимость которых исключает необходимость ставить транспорт на проезжих частях улиц.

2.4. Устройство бессветофорного движения на магистральных улицах за счет строительства подземных и надземных переходов и узловых развязок, ликвидации левоповоротного движения на перекрестках.

Комплексное решение проблем приведет к достижению сокращения количества дорожно-транспортных происшествий, увеличения скорости сообщения, ликвидации транспортных заторов и сокращение времени поездки пассажиров.

Литература

1. Немчинов М.В. Транспортный кризис городов // Журнал «Транспортное строительство». Москва, 2015.№ 05, С. 19 -21.
2. Немчинов Д.М. Оценка потребного развития улично-дорожной сети городов и городских агломераций // Журнал «Транспортное строительство» – Москва, 2015. – № 06. – С. 27 – 31.
3. Пугачев И.Н. Совершенствование транспортных систем городов – Комплексный подход к решениям стоящих проблем // Журнал «Вестник ХНАДУ». – Харьков, 2009. – № 47.
4. Харитонов В.А. К вопросу о путях решения транспортных проблем городской среды // Журнал «Вестник МГСУ». – Москва, 2009. – № 3. – С. 71 – 74.

ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ТОМСКОГО РАЙОНА

Е.В. Фролкова
Научный руководитель профессор О.А.Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Земля как основное средство производства в сельском хозяйстве по своим характеристикам является уникальным ресурсом [1,2]. Земли СХН имеют особый правовой статус и требуют контроля по сохранению площадей сельхозугодий [3,4].

В ходе работы были определены основные причины уменьшения площадей и снижения плодородия данной категории, характерные для Томской области.

Наличие невостребованных земельных долей. Вследствие проведения земельной реформы значительное место среди земель, переданных в общую собственность граждан в ходе земельной реформы, заняли невостребованные земельные доли. На сегодняшний день около 55 % земель, находящихся в собственности Томского района не вовлечено в сельскохозяйственный оборот (табл.).

Таблица

Структура земель Томского района по формам собственности [по 3]

Земли, находящиеся:	2015 год	
	Площадь, га	% от общей площади
В собственности РФ	3174,49	1,89
В собственности субъекта РФ	1553,28	0,93
В собственности района, из них:	162830,22	97,18
Не вовлечено в сельскохозяйственный оборот	89393,79	54,9 (% от земель Томского района)



Рисунок 1. Используемые и неиспользуемые сельскохозяйственные угодья

С появлением земельных долей остро встала проблема их вовлечения в рыночный и хозяйственный оборот как основы для перераспределения между собственниками и перехода прав от неэффективных собственников к более эффективным [4]. На сегодняшний день, согласно результатам агрохимического обследования «Станции агрохимической службы «Томская», из 66101,54 га сельскохозяйственных угодий Томского района выявлено 32203,19 га неиспользуемых сельскохозяйственных земель (рис. 1) [5]. Решение этой проблемы требует выработки механизма, который бы позволил создать необходимые условия для вовлечения невостребованных земельных долей в оборот сельскохозяйственного производства. Вместе с вовлечением земельных долей в оборот необходимо проработать условия для оборота земельных долей, уже находящихся в собственности граждан.

Перевод земель сельскохозяйственного назначения в земли иных категорий. Уменьшению площадей земель сельскохозяйственного назначения (рис. 2) способствует низкий уровень спроса при их целевом использовании на производство сельхозпродукции и переработку.

Согласно построенным графикам, прогноз по землям сельскохозяйственного назначения не утешительный [6]. С таким развитием событий площади этой категории будут постоянно уменьшаться, земли будут постоянно исключаться из оборота и переводиться в другие категории (рис. 3). Прежде всего, это связано с деградацией почвы и зарастанием сельскохозяйственных угодий, с их переводом в земли лесного фонда, а так же с увеличением земель, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, личного подсобного хозяйства, развитием инфраструктуры и промышленности.

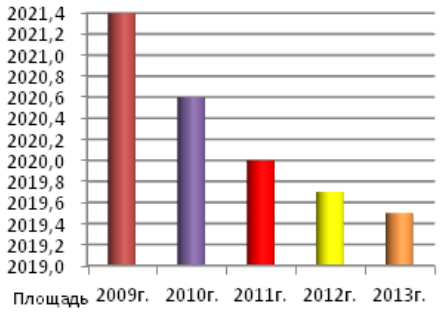


Рис. 2 – Динамика изменения площади земель сельскохозяйственного назначения [2].



Рис. 3 – Проблемы использования земель сельскохозяйственного назначения в Томской области

В результате проведенного анализа было выявлено следующее:

− происходит постоянное уменьшение площади сельскохозяйственных земель и исключение их из оборота;

− в условиях использования земли сельскохозяйственного назначения со временем истощаются и деградируют.

1) **Зарастание земель древесно-кустарниковой растительностью**

В 2015 г. в Томском районе отделом государственного земельного надзора было выявлено 756 га, подвергшихся зарастанию сорной и древесно-кустарниковой растительностью [7]. Зарастание почв древесно-кустарниковой растительностью приводит к снижению плодородия почв, т.к. под такой растительностью развивается подзолистый процесс, в результате которого ухудшается плодородие. Более того, в случае возвращения заросших земель в сельскохозяйственное производство требуется проведение механических мероприятий по раскорчевке древесно-кустарниковой растительности, в процессе которых нарушается плодородный слой почвы и снижается ее плодородие.

2) **Использование земель СХН не по целевому назначению**

В Томской районе примерами использования земель не по назначению являются: самовольные постройки (дома, склады, гаражи); размещение производственных объектов (пилорамы, мастерские); свалки промышленных и коммунальных отходов. В связи с увеличением потребления товаров населением появляется все больше свалок, которые не только загрязняют и засоряют ландшафт, но и являются источником химических и биологических соединений, поступающих в биосферу.

В настоящий момент в Томском районе специалистами Управления Россельхознадзора по Томской области выявлено 10 свалок на землях СХН [8]. К примеру, осмотр места размещения свалки отходов возле с. Батурино Томского района (Спасское сельское поселение) выявил факты сброса отходов производства и потребления в виде строительного мусора и отходов (более 1000 куб. м) на земельном участке примерной площадью более 1000 кв. м. По данным Россельхознадзора, работа над выявлением свалок ведется постоянно. Собственникам, на чьих участках выявлены свалки, выписывают штрафы; их обязывают к возмещению ущерба, причиненного почве в результате захламления. К сожалению, предпринимаемых мер недостаточно. Свалки продолжают появляться, загрязняя и захламляя почву и окружающую среду. Необходимо принятие мер по их предотвращению, в частности, устранение существующих причин, а так же увеличение административной ответственности.

3) **Снятие плодородного слоя с неиспользуемых земель СХН.** В настоящее время в Томской области существует проблема незаконного снятия плодородного слоя почва на неиспользуемых землях сельскохозяйственного назначения с целью дальнейшей продажи. Специалистами отделам государственного земельного надзора по Томской области за 2015г. было выявлено более 20 нарушений, которые связаны с незаконным снятием плодородного слоя почвы на площади свыше 60 га [9]. За данные нарушения земельным законодательством РФ и Федеральным законом «Об охране окружающей среды» [10] предусмотрена административная ответственность в виде штрафа и возмещение вреда, причиненного земле как природному объекту. Незаконные действия граждан с целью получения финансовой прибыли, наносят вред окружающей среде так, как восстановление плодородного слоя требует сотни лет. При этом граждане, покупая «землю» для своих участков, рискуют приобрести верхний плодородный слой низкого качества (с повышенной кислотностью и низким содержанием питательных веществ).

Несмотря на ужесточение санкций, проблема снятия плодородного слоя в Томском районе остается ввиду сохранения ее основной причины – наличия неиспользуемых земель. Поэтому для уменьшения числа административных правонарушений, связанных со снятием плодородного слоя почвы, следует обеспечить вовлечение неиспользуемых земельных участков в сельскохозяйственный оборот.

По результатам исследования было выявлено, что к решению сложившихся проблем необходимо применение комплексного подхода, охватывающего весь круг выявленных проблем, поскольку они взаимосвязаны между собой. Комплексный подход должен в себя включать мероприятия, направленные на сохранение и восстановление земель сельскохозяйственного назначения, к примеру, таких, как:

1. Проведение инвентаризации и мониторинга земель СХН.
2. Совершенствование законодательной базы.
3. Финансирование государственных программ.
4. Создание базы кадастровых сведений.
5. Разработка мероприятий системы контроля за целевым использованием и охраной земель.

Литература

1. Bogdanov V.L., Posternak T.S., Pasko O.A., Kovyazin V.F. The issues of weed infestation with environmentally hazardous plants and methods of their control // PGON2016 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 43 (2016) 012036
2. Pomelov A., Pasko O., Baranova A. Comparative analysis of land management in the world / IOP conference series: Earth and environmental science XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development". 2015.
3. Пасько О.А. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Томской области // Аграрная наука. 2013. № 6. С. 9-10
4. Pasko O.A. Vergleichende Analyse des effizienten Flaechenverbrauchs in der Landwirtschaft in Deutschland und Russland /Economic development and perspectives of cooperation between the USA, Europe, Russia and CIS states. –CIBUNET Publishing Monograph Series No. 1 ed. by S. Stark: New York, 2013. – Pp. 45-59.
5. Отчет выполнения перечня и объемов работ, предусмотренных на 2014 год, за счет средств федерального бюджета /ФГБУ «Станция агрохимической службы «Томская». Томск 2015. – 138с.

6. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году — Томск: Издательство «Графика DTP», 2009-2014. — 144 с.
7. Отчет Россельхознадзора [Электронный ресурс]. Режим доступа www.rsn.tomsk.ru, свободный
8. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс] Режим доступа http://green.tsu.ru/oos/, свободный
9. УФСБ по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Томской области (Россельхознадзор) [Электронный ресурс] Режим доступа www.rsn.tomsk.ru, свободный
10. Федеральный закон "Об охране окружающей среды"// Информационно-правовая система «Гарант».

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ООПТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.Ю. Черникова
Научный руководитель профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Созданию ООПТ в Томской области предшествовала большая работа по изучению природы родного края, уникальных природных объектов учеными Томского государственного университета: С.И. Коржинским, В.В. Сапожниковым, П.Н. Крыловым, Н.Ф. Кащенко, А.М. Зайцевым, П.П. Пилипенко, Г.Э. Иоганзеным, Н. А. Гезехусом, Ф.Я. Капустиным, А.П. Поспеловым, В.П. Аникиным. Начальный этап создания ООПТ включает время с конца XVIII в. до начала 60 гг. XX в. В этот период осуществляются первые научные описания рек, прибрежной растительности, животного мира, исследования геологического строения области. Под руководством П.Н. Крылова организован Ботанический сад. Дореволюционные исследования в связи с новым этапом хозяйственной деятельности носили прикладной характер и были связаны с решением вопросов переселения и водоснабжения. В советский период в 20-30 гг. 20 века с признанием значительной роли торфа в топливном снабжении страны началось научное изучение болот Томской области. Большой вклад в исследование, строения, растительности, эволюции болот внесли В. Рубчевский, Д.А. Драницын, А. Я. Бронзов, Р.С. Ильин и другие.

Второй этап (начало 60 гг. – конец 80-х гг. XX в.) связан с созданием первых заказников, перечня природных объектов, подлежащих охране, памятников природы. Таким образом, начала формироваться сеть охраняемых природных территорий Томской области. После издания Закона РСФСР от 27.10.1960 г. «Об охране природы в РСФСР», который обязывал исполнительные комитеты местных Советов депутатов трудящихся обеспечивать сохранность образцов нетронутой природы и живописных местностей, очагов размножения и расселения ценных видов животных в целях обогащения охотничьих угодий, отдельных редких и исчезающих растений и животных, Решениями исполнительного Комитета Томского районного совета стали создаваться первые заказники и памятники природы. Инициаторами создания охраняемых объектов являлись вузы, научно-исследовательские институты Томска и Совет Томского отделения Всесоюзного общества охраны природы (ВООП). Как правило, этими учреждениями готовились обоснования и проекты решений и постановлений государственных органов власти по выделению объектов особой охраны.

Важным событием этого периода стало создание заказника «Таганский» местного значения, который был организован в Кожевниковском районе Томской области в 1960 г. площадью 24 тыс. га. Одним из первых зоологических заказников местного значения, созданных с целью восстановления поголовья лося, других охотничьих животных и для естественного пополнения охотничьей фауной ближайших к заказнику охотугодий, на территории Томской области учрежден заказник «Калтайский» площадью 44 тыс. га в 1963 г. С этого момента Решениями облисполкома Томской области, позже Решениями Малого Совета народных депутатов трудящихся Томской области были созданы еще 10 заказников. Для них были утверждены границы и регламент хозяйственной деятельности. При создании памятников природы складывалась иная ситуация. В 1962 г. утвержден первый перечень из 94 природных объектов, подлежащих охране. Позднее, с 1975 г. по 1986 во исполнение постановления Совета Министров РСФСР от 12.09.1974 «О порядке признания водных объектов памятниками природы и культуры», а затем и постановления Совета Министров РСФСР от 05.05.1982 «О порядке отнесения природных объектов к государственным памятникам природы», постановлению комиссии Президиума Совета Министров РСФСР по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов от 10.12.1982 № 5 были объявлен памятниками природы 101 природный объект.

Третий этап развития сети ООПТ (1988 – 2005 гг.) связан с реформированием структуры органов исполнительной власти в области охраны окружающей среды и развитием правовой основы охраны природных комплексов. В 1988 г. в Томской области создан Государственный Комитет экологии и природных ресурсов (Госкомэкологии), на баланс которого переходили созданные и вновь создаваемые памятники природы и заказники. В 1993 г. создан самый обширный зоологический заказник «Поль-то» площадью 775,8 тыс. га сроком на 10 лет. Однако по истечению срока заказник был упразднен. В 1994 Постановлением Главы Администрации Томской области был создан памятник природы «Парк Кривошеинский». После издания Федерального Закона «Об особо охраняемых природных территориях» от 15.03.1995 в Томской области начала формироваться правовая основа создания ООПТ.

В связи с реформированием федеральных органов по охране окружающей среды и природопользованию и ликвидацией Госкомэкологии России и его территориальных подразделений в Томской области в 2000 г. было создано первое самостоятельное подразделение областное государственное учреждение «Областной комитет охраны окружающей среды». В 2002 г. создано Управление охраны окружающей среды, преобразованное 27

декабря 2003 г. в Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области. С этого момента государственное управление и государственный контроль в области организации и функционирования ООПТ осуществляет Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, а функционирование ООПТ обеспечивает областное государственное учреждение «Областной комитет охраны окружающей среды». В 2004 г. в целях сохранения уникального оранжерейного комплекса и дендрологической территории Сибирский ботанический сад временно до придания статуса федерального значения был признан ООПТ областного значения. В 2005 г. изданы Законы Томской области: «Об охране окружающей среды», «Об особо охраняемых природных территориях». К концу 2005 г. официальный список ООПТ состоял из 167 ООПТ общей площадью 1406,8 тыс. га или 4,4 % территории области, в том числе 18 заказников, один из которых федерального значения, 144 памятника природы, территория рекреационного назначения, Ботанический сад, 3 ООПТ местного значения.

Изменение геополитической, экономической ситуации в стране в данный период повлияло на состояние сложившейся сети памятников природы. Отсутствие утвержденных границ, схемы, привело к потере многих из них вследствие вовлечения в хозяйственную деятельность. В связи с этим, важнейшим направлением деятельности Департамента в последующие годы стало приведение нормативной базы ООПТ в соответствие с действующим законодательством, а также создание новых ООПТ с утвержденными границами и режимом использования.

Начинается ***четвертый этап*** (с 2006 по 2012 гг.) развития сети ООПТ, который характеризуется активной работой по организации и проведению комплексных обследований природных объектов и утверждению режима охраны, границ и схем ООПТ, подтвердивших свое значение и статус. В 2006 г. издается коллективный труд Томских ученых и начальника Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области – «Особо охраняемые природные территории Томской области».

С 2010 г. с целью обеспечения правовой охраны сведения об ООПТ, созданных в соответствии с действующим законодательством, вносят в Государственный кадастр недвижимости как о зонах с особыми условиями использования. При этом перевода земель из одной категории в другую не проводят. Все ООПТ Томской области создаются без изъятия земельных участков у собственников, пользователей и арендаторов и в этом Томская область не отличается от других регионов России.

На конец 2013 г. список ООПТ включал 214 объектов общей площадью 1319,35 тыс. га, что составляло 4,1 % доли площади Томской области (1 заказник федерального значения, 128 ООПТ областного значения, 85 ООПТ местного значения). При этом ООПТ областного значения представлены: 17 заказниками, 107 памятниками природы, Ботаническим садом и 3 территориями рекреационного значения. Постановлениями Администрации Томской области утверждены положение, границы и схема 34 памятников природы и 15 заказников. Сведения о 34 памятниках природы и 9 заказниках внесены в Государственный кадастр недвижимости. За этот период созданы новые ООПТ областного значения: 5 памятников природы, территория рекреационного назначения, для 2 государственных заказников проведено функциональное зонирование, созданы охранные зоны для трех заказников, а также 79 ООПТ местного значения.

Пятый этап в развитии сети ООПТ начинается с 2014 г. и продолжается в настоящее время, связан в первую очередь с реорганизацией структуры управления ООПТ, а также продолжением работ по обеспечению правовой защиты, ведением государственного кадастра ООПТ области, созданием новых ООПТ. В августе 2014 г. Министерство природных ресурсов и экологии РФ направило предложение о преобразовании государственного природного заказника федерального значения «Томский» в государственный природный заказник регионального значения «Томский», которое Администрация Томской области поддержала. В январе 2015 г. вышло распоряжение Правительства Российской Федерации о преобразовании. В этом же г. создан зоологический заказник «Поль-то».

Таким образом, историю формирования и развития сети ООПТ Томской области можно представить в виде следующей таблицы.

Таблица

Этапы развития сети ООПТ Томской области

Период этапа	Основные события
Начальный этап. Конец XVIII в. – начало 60 гг. XX в.	Первые научные описания рек, прибрежной растительности, животного мира, исследования геологического строения области, изучение болот. Создание Ботанического сада.
Второй этап. Начало 60 гг. – конец 80-х гг. XX в.	Создание сети ООПТ: организация первых заказников и памятников природы.
Третий этап. 1988 г – 2005 г.	Реформирование структуры органов исполнительной власти в области охраны окружающей среды и развитие правовой основы охраны природных комплексов. Создание ООПТ категории «Ботанический сад», территории рекреационного значения.
Четвертый период. 2006 г – 2013 г.	Утверждение ООПТ в соответствии с действующим законодательством, упразднение ранее объявленных ООПТ. Внесение сведений об ООПТ в государственный кадастр недвижимости, ведение кадастра ООПТ. Создание государственного ландшафтного заказника «Васюганский».
Пятый этап. С 2014 г. по н.в.	Реорганизация органов исполнительной власти в области охраны и использования ООПТ. Завершение периода инвентаризации ООПТ. Создание зоологического заказника «Поль-то». Реорганизация государственного зоологического заказника федерального значения в региональный зоологический заказник. Создание двух новых памятников природы.

Исследование процесса формирования сети позволило выявить 24 объекта, безосновательно включенных в список ООПТ. Вопрос о природных объектах, объявленных памятниками природы без границ и утративших свое значение, до сих пор остается не решенным. Динамика изменения площади, занимаемой ООПТ, имеет отрицательную тенденцию, вследствие этого главной задачей в области развития сети ООПТ становится поиск компромиссных решений для сохранения уникальных и имеющих природоохранное, научное, рекреационное значение природных объектов.

АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Я.Е. Шелёхина

Научный руководитель доцент С.Ю.Комарова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

Земельно-имущественный комплекс – совокупность земельного участка с расположенными на нем иными элементами недвижимости, инфраструктуры по поводу их использования, по функциональному назначению, обособления и отчуждения. Земельно-имущественный комплекс классифицируется по функциональному назначению: гражданские, промышленные и сельскохозяйственные комплексы [1]. Сельскохозяйственный земельно-имущественный комплекс включает в себя недвижимое имущество – составные части сложных объектов недвижимости (земля, здания и сооружения) и связанное с ним движимое имущество, имущество, не относящееся к недвижимости (машины, оборудование) и является экономическим каркасом производства [2]. Распределение имущества по сельскохозяйственным организациям представлено на рисунке. Все элементы этого каркаса связаны как производственно-технологическими, так и имущественными отношениями.

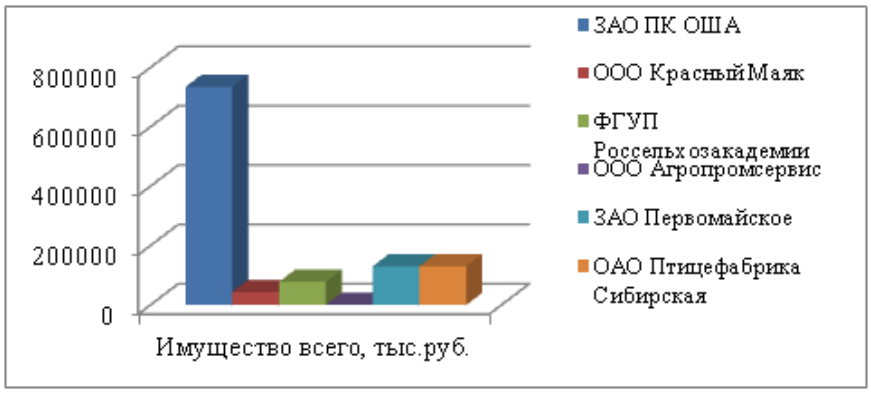


Рис. Распределение имущества по организациям

Таблица 1

Структура сельскохозяйственного земельно-имущественного комплекса

Сельско-хозяйственная организация	Площадь с.-х. угодий в собств., га	Стоимость имущества всего, тыс. руб.	Стоимость всего недвижимого имущества, тыс.руб.	в том числе относительно всего имущества, %	Кадастровая оценка земли всего, тыс. руб.	в том числе		Движимое имущество, тыс. руб.
						удельный вес имущества, %	удельный вес недвижимого имущества,%	
ЗАО ПК ОША	2022	367494	332687	90,5	27782,3	7,6	8,4	34807
ООО Красный Маяк	0	44107	29128	66,0	0,0	0,0	0,0	14979
ФГУП Омское Россельх.	1094	78327	37616	48,0	15031,0	19,2	40,0	40711
ООО Агропромсервис	0	886	886	100,0	0,0	0,0	0,0	0
ЗАО Первомайское	10119	130440	89662	68,7	130035,0	99,7	68,7	40778
ЗАО Птицефабрика Сибирская	0	130440	89662	68,7	0	0,0	0	40778

Наибольшие площади сельскохозяйственных угодий использует ЗАО Первомайское, наибольший удельный всего имущества и недвижимого имущества говорит о развитом земельно-имущественном комплексе, у остальных сельскохозяйственных организаций он менее развит (Таблица 1).

Основные показатели земельно-имущественного комплекса фактически определяют величину производственного потенциала растениеводства и его социально-экономическую результативность.

Таблица 2

Характеристика производственного потенциала растениеводства

С.-х. организация	Площадь всего, га	Основные средства, тыс. руб.	Стоимость зданий, сооружений, тыс. руб.	Стоимость с.-х. машин, тыс.руб.	Кадастровая стоимость земли, тыс. руб.	Рабочая сила, чел.	Стоимость продукции растениеводства, тыс.руб.	Затраты растение-водства, тыс.руб.
ЗАО ПК ОША	3 138	253406	252146	20919	43116	260	4959	2975
ООО Красный Маяк	1000	181	632	2814	13740	4	5133	5332
ФГУП Омское Россельх.	4397	31325	37616	28496	42607	68	38846	45592
ООО Агропромсервис	20	886	886	0	275	2	43000	938
ЗАО Первомайское	10599	61349	89612	40032	97650	45	29002	26677
ЗАО Птицефабрика Сибирская	0	725635	684674	424310	0	12600	0	0

Наибольшие площади используемых сельскохозяйственных угодий имеют ЗАО Первомайское, ФГУП Омское Россельхозакадемии. ЗАО Птицефабрика Сибирская является животноводческой организацией.

Более точно характеризуют уровень интенсивности используемого производственногопотенциала его удельные показатели на один гектар сельскохозяйственных угодий и на одного работника. Исходя из данных кадастровой оценки, наиболее ценными сельскохозяйственными угодьями располагают ЗАО ПК ОША, ООО Агропромсервис. Организации, у которых кадастровая стоимость равна нулю, не имеют в собственности сельскохозяйственных угодий, следовательно, данное сравнение будет некорректно.

Наибольшие площади сельхозугодий на одного работника отмечаются в ООО Красный Маяк, ЗАО Первомайское, что говорит о более интенсивном труде, а наибольшая стоимость зданий и сельскохозяйственных машин и механизмов – ЗАО Первомайское, ФГУП Омское Россельхозакадемии.

В заключение сформулированы следующие основные положения:

1. При анализе движимого и недвижимого имущества выявлена структура земельно-имущественного комплекса. В трех организациях движимое имущество преобладает над недвижимым, и в двух - наоборот.
2. Характеристика производственного потенциала растениеводства позволила выявить, что организации ЗАО Первомайское, ООО Красный Маяк обладают наибольшими площадями сельскохозяйственных угодий, а также показала, что ЗАО Птицефабрика Сибирская является животноводческой организацией.
3. Удельные показатели помогают более точно охарактеризовать уровень интенсивности используемого производственного потенциала.

Литература

1. Рогатнев Ю.М. Земельно-имущественный (экономический) каркас сельскохозяйственного производства Омской области как основа устойчивого развития / Ю.М. Рогатнев // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (21). С. 111-118.
2. Слезко В.В. Землеустройство и управление землепользованием: Учебное пособие / В.В. Слезко, Е.В. Слезко, Л.В. Слезко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 203 с.

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

Ю.А. Югина
Научный руководитель старший преподаватель В.Ю. Берчук
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томск – один из старейших городов нашей страны. Его история, наполненная различными событиями, началась еще в XVII веке, когда на нынешней Воскресенской горе основали военную крепость. Из военной крепости Томск превратился в торговый город, административный центр огромной губернии, а с открытием университета Томск стал центром высшего образования, городом науки и студентов. Все эти исторические события отразились на культурной жизни города, его экономическом развитии, а также, несомненно, – на развитии его территории. Что же повлияло на развитие Томска? Как из купеческого городка образовался город с высокоразвитой инфраструктурой, огромный научный и культурный центр?

Для того чтобы ответить на данные вопросы, нами была проведена ретроспективная оценка территории города Томска, включающая сбор информации о территории за прошедшие периоды времени, выявление изменений качественных и количественных характеристик, причинно-следственных связей при изучении современного состояние территории, а также оценку динамики и прогноз ее дальнейшего развития.

Картографический анализ местности на современном этапе производится с помощью различных ГИС-программ, которые позволяют достаточно легко и с высокой точностью извлекать из картографического материала различного рода данные, такие как местоположение (координаты), площадь, протяженность границы и другие количественные характеристики.

В ходе ретроспективного анализа были собраны и изучены 15 планов и карт XVIII, XIX и XX веков. Для сравнительного анализа площадей, застроенности (отношение площади застроенной части к общей площади территории) и идентификации на территории каких-либо объектов была выполнена картографическая привязка карт к современной территории города. На рисунках представлена часть анализируемых карт, обработанных с использованием программы QGIS.

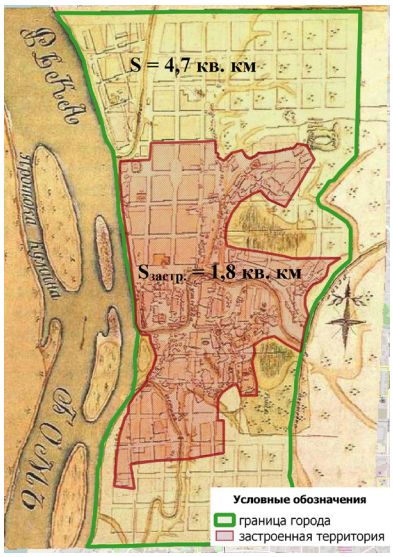


Рис 1. Карта г. Томска 1797 г



Рис 2. Карта г. Томска 1898 г

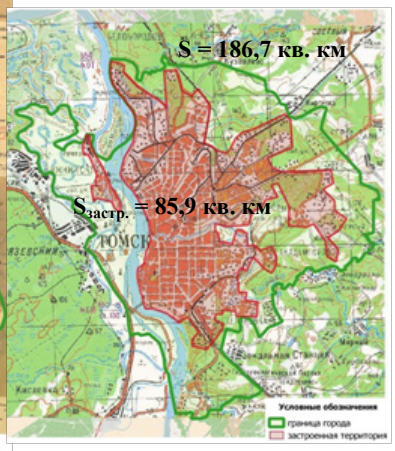


Рис 3. Карта г. Томска 1985 г

При анализе карт была сформирована атрибутивная таблица, фрагмент которой представлен ниже.

Таблица

Динамика показателей территории г. Томска

Год	**Площадь общая, кв. км**	**Площадь застроенной территории, кв. км**	**Коэффициент застроенности, %**	**Население, чел.** [3], [4]
1818	5,9	3,4	57,6	10 000
1830	16,5	3,8	23,0	11 000
1890	21,4	15,9	74,3	52 000
1903	131,7	17,4	13,2	65 000
1947	148,3	35,2	23,7	180 000
2017	297,2	132,2	44,5	590 690

На основании полученных данных можно отметить, что значительное увеличение площади города Томска приходится на первую половину XIX в. (1830 год), а также на начало XX в. Такая динамика связана с важными событиями в истории Томска. Так, в начале XIX в. из Тобольской губернии, которая была неудобна для управления из-за огромной площади, была выделена Томская, в состав которой входили территории современных Алтайского и Красноярского края, Кемеровской и Томской области. Таким образом, Томск становится центром губернии, развивается его благоустройство, улучшается внешний облик, увеличивается население. Вместе с тем, город растет и в территориальном отношении: стремительно расширяется в южном и восточном направлениях, начинается образование новых районов для застройки. Население города после 30-х годов XIX века прибывает из-за начавшейся в то время так называемой «золотой лихорадки», когда в Томской губернии открываются и разрабатываются многочисленные месторождения золота. [2]

Во второй половине XIX века Томск становится важнейшим транспортным узлом Сибири, сюда все еще стремительно прибывает население, застроенная территория города начинает расширяться, деревянные здания постепенно сменяются каменными.

К началу XX века территория города увеличивается почти в 2 раза, так как в 1896 г. была проложена железнодорожная ветвь, которая и определяла границы города, согласно плану Томска 1898 г. Также в конце столетия открываются два высших учебных заведения: Сибирский университет (1888 г.), и Технологический институт (1900), и Томск становится центром высшего образования в Сибири. Численность населения города вновь возрастает – теперь сюда прибывают студенты и молодые ученые. [2]

Затем происходит резкое увеличение территории в границах города, при относительно небольшой застроенной части. Если обратиться к плану земель томского городского общества 1903 года, можно заметить, что в границу города на плане включена часть Левобережья, а также начинает осваиваться территория за пределами железной дороги.

Вместе с приростом населения из-за большого числа эвакуированных в послевоенные годы стремительно увеличивается и застроенная часть города. Прежде всего, застраивались территории на окраинах, которые ранее не были заселены. К таким территориям относятся бывший дачный поселок Степановка, районы Черемошники и АРЗ (авторемонтный завод). Застройка этих районов считалась неплановой и незаконной, но к 50-м годам власти были вынуждены узаконить постройки в этих районах, и дать наименование новым улицам, которых на тот момент было около 150.

К концу XX в. значительно возрастает общая площадь города и площадь его застроенной части, появляются новые жилые и производственные районы. В 1978 году был создан Томский научный центр Сибирского отделения Российской Академии наук, вокруг которого образовался новый микрорайон – Академгородок. На сегодняшний день данная территория продолжает расти: на востоке образовался микрорайон Академический, а также здесь располагается территория Томской особой экономической зоны.

Расширение площади города и увеличение его застроенной части на современном этапе связано, прежде всего, с появлением новых технологий строительства, разнообразных высокопрочных строительных материалов, что позволяет застраивать районы со сложным рельефом, часто подтопляемые и даже сейсмически опасные территории. В городе Томске наиболее распространенной проблемой является образование оврагов и оползней, из-за чего застройка территорий, подверженных этим процессам, затруднена. Тем не менее, в Томске появляются новые жилые микрорайоны. Так, к концу XX века был основан микрорайон Солнечный, строительство которого сначала не принесло успеха: микрорайон был лишен транспорта и опасен для застройки и проживания из-за расположения части его территории в оползневой зоне. Но к 2011 году микрорайон был полностью достроен и обеспечен несколькими маршрутными автобусами. Сегодня Солнечный – один из самых востребованных жилых микрорайонов города. Также, благодаря современным технологиям строительства были застроены и другие овражные и оползнеопасные территории города, такие как Радужный, Зеленые горки.

С начала XXI века территория города развивается преимущественно на северо-восток, где на сегодняшний день сосредоточена промышленность города. Здесь находится предприятие «Томскнефтехим», а также Томская тепловая электростанция. Территория, застроенная жилыми районами, расширяется в восточном и южном направлениях (микрорайоны Подсолнухи, Мокрушинский).

Наблюдая за динамикой развития территории Томска, мы можем сделать следующий прогноз: граница города вскоре перенесется на северо-восток – для расширения промышленной и производственной зоны, на восток и юг – для увеличения жилой зоны города. Предполагается застройка и расширение территории Левобережья. Также вскоре в черту города войдут новые жилые районы – Южные ворота и расположенный на левом берегу р. Томь Северный парк.

Таким образом, ретроспективный анализ территории позволил не только наглядно изучить историю города, динамику его развития, но и сделать оценку данной территории, выявить причинно-следственные связи и тенденции ее развития и спрогнозировать дальнейшее направление ее расширения и совершенствования.

Литература

1. Дмитриенко, Н.М. День за днем, год за годом: хроника жизни Томска в XVII-XX столетиях / Н. М. Дмитриенко; Томский государственный университет; Томский областной краеведческий музей. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 2003. — 347 с
2. Сазонова, Н.И. История Томска : курс лекций / Н. И. Сазонова. — Томск: Изд-во ТГПУ, 2004. — 156 с.
3. Российский статистический ежегодник. Стат.сб./Росстат. – М.
4. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. Стат.сб./Росстат. – М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОВОЛЬНОГО ЗАНЯТИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.В. Якубовская
Научный руководитель старший преподаватель В.В. Савченко
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Согласно ст. 72 Кодекса Республики Беларусь о земле самовольным занятием земельного участка является использование земельного участка без документа, удостоверяющего право на него, за исключением случаев использования по целевому назначению гражданами земельных участков, предоставленных им до 1 января 1999 года для строительства и (или) обслуживания жилого дома, обслуживания зарегистрированной организацией по государственной регистрации квартиры в блокированном жилом доме, ведения личного подсобного хозяйства, коллективного садоводства, дачного строительства, строительства и эксплуатации индивидуального гаража для хранения транспортного средства, сведения о которых внесены в земельно-кадастровую документацию, а также иных случаев использования по целевому назначению земельных участков гражданами, индивидуальными предпринимателями, юридическими лицами, предусмотренных актами Президента Республики Беларусь, решениями иных государственных органов, осуществляющих государственное регулирование и управление в области использования и охраны земель в соответствии с их компетенцией, предусмотренной актами законодательства, либо по постановлению суда [2].

Самовольное занятие земельного участка выражается в его огораживании, иных мерах для воспрепятствования доступа на земельный участок других лиц, в возведении на нем различных сооружений, обработке и производстве посадок, посевов сельскохозяйственных и иных культур, то есть такой деятельности, которая свидетельствует о том, что данный земельный участок принадлежит конкретному лицу при отсутствии у него права на землю.

Выявление правонарушения возможно двумя основными способами:

- в ходе осуществления мероприятий по контролю за использованием и охраной земель, что предполагает знание местности и принятых решений государственных органов;
- при поступлении информации о совершенном правонарушении.

Наиболее подвержены самовольному занятию земельные участки, расположенные на окраинах населенных пунктов, в природоохранных и водоохранных зонах, зонах массового отдыха, а также земли запаса, лесного фонда, земли общего пользования, другие земли, не включенные в производственную или иную хозяйственную деятельность.

Данный вид нарушений законодательства об охране и использовании земель существенно доминировал в республике в 90-е годы, что обусловлено сложившейся на тот момент социально-экономической ситуацией и реформированием земельных отношений. Однако в настоящее время самовольное занятие земель перестало быть преобладающим нарушением, но по прежнему имеет место как на территории Брестской области, так и в других регионах республики. В таблице представлена информация о выявлении в Брестской области случаев самовольного занятия земельных участков при осуществлении государственного контроля за использованием и охраной земель специалистами землеустроительных служб районных и городских исполнительных комитетов.

Таблица 1

Динамика самовольного занятия земельных участков, выявленного на территории Брестской области специалистами землеустроительных служб исполнительных комитетов

Год	Количество выявленных правонарушений		
	всего	в т. ч. совершенных	
		юридическими лицами	гражданами
2011	106	18	88
2012	64	19	45
2013	74	21	53
2014	80	28	52
2015	119	29	90

Согласно приведенным данным, наибольшее количество случаев самовольного занятия земельных участков было выявлено в 2011 и 2015 гг. – 106 и 119 правонарушений соответственно. Это в первую очередь обусловлено активизацией работы специалистов землеустроительных служб исполнительных комитетов по осуществлению государственного контроля за использованием и охраной земель и наведению порядка на земле. При этом на протяжении всего анализируемого промежутка времени наибольший удельный вес самовольного занятия земель приходился на правонарушения, совершаемые гражданами, − 76 % в 2015 г.

Рассматривая выявление самовольного занятия земельных участков в разрезе административно-территориальных единиц Брестской области, следует отметить, что в Жабинковском, Кобринском и Лунинецком районах, а также городе Брест в течение 2015 г. не было выявлено фактов самовольного занятия земель. В тоже время наибольшее количество выявленных самовольно занятых земельных участков имело место в Столинском районе, а также городах Барановичи и Пинск – 39, 16 и 14 правонарушений соответственно (рисунок 1).

Наибольший прирост выявленных случаев самовольного занятия земель по отношению к 2011 г. зафиксирован в Столинском районе Брестской области – 18 правонарушений.

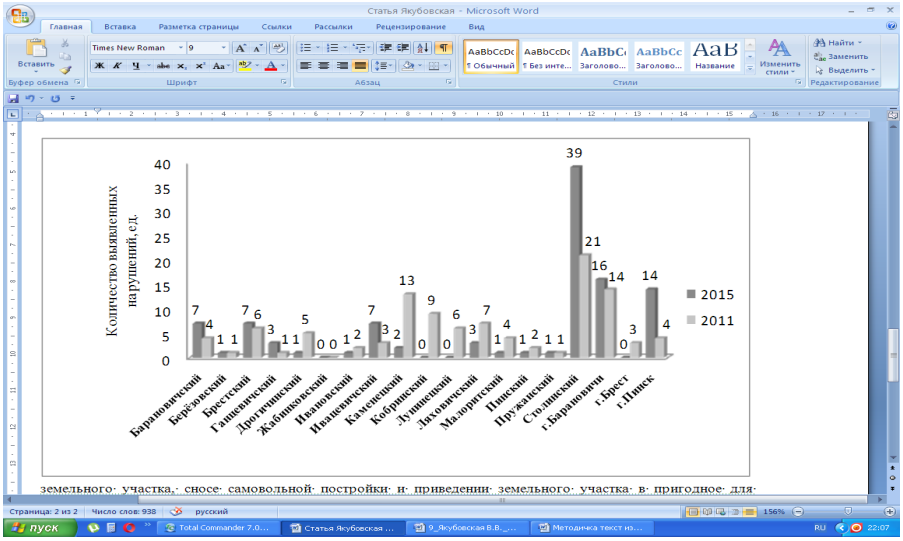


Рис. 1 Выявление специалистами землеустроительных служб исполнительных комитетов самовольного занятия земельных участков в разрезе административно-территориальных единиц Брестской области

Следует отметить, что самовольное занятие земельного участка может быть сопряжено с самовольным строительством. Гражданско-правовые последствия самовольного строительства на самовольно занятом земельном участке предусмотрены п. 3 ст. 223 Гражданского кодекса Республики Беларусь.

Согласно ст. 72 Кодекса Республики Беларусь о земле возврат самовольно занятого земельного участка производится на основании решения городского, районного, сельского, поселкового исполнительного комитета, принятого в соответствии с его компетенцией, о возврате самовольно занятого земельного участка, сносе самовольной постройки и приведении земельного участка в пригодное для использования по целевому назначению состояние с определением сроков выполнения указанных действий [2]. При этом самовольно занятый земельный участок возвращается по его принадлежности в порядке, предусмотренном законодательством, без возмещения лицу затрат, произведенных им за время незаконного использования. Приведение земельного участка в пригодное для использования по целевому назначению состояние, а также снос возведенных на нем строений производятся за счет лица, самовольно занявшего земельный участок.

Согласно ст. 23.41 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях самовольное занятие земельного участка влечет наложение штрафа на граждан в размере от 120 до 355 $, на индивидуального предпринимателя – от 240 до 1180 $, а на юридическое лицо – от 590 до 3540 $ [1].

В соответствии со ст. 386 Уголовного кодекса Республики Беларусь самовольное занятие земельного участка, совершенное в течение года после наложения административного взыскания за такое же нарушение, наказывается штрафом, или исправительными работами на срок до одного года, или арестом на срок до трех месяцев [4].

В соответствии с п. 3 ст. 202 Налогового кодекса Республики Беларусь (Особенная часть) и пп. 1.15 п. 1 Указа Президента Республики Беларусь от 1 марта 2010 г. № 101 «О взимании арендной платы за земельные участки, находящиеся в государственной собственности» сведения о самовольно занятых земельных участках представляются землеустроительными службами исполнительных комитетов налоговым органам по месту нахождения этих земельных участков в десятидневный срок со дня вступления в законную силу постановления уполномоченного государственного органа по делу о соответствующем правонарушении [3].

Согласно вышеизложенному, самовольное занятие земель является одним из распространенных, но не доминирующих в Брестской области нарушений законодательства об охране и использовании земель. Санкции за его совершение предусмотрены нормами Кодекса об административных правонарушениях, Уголовного кодекса, а также Налогового кодекса Республики Беларусь.

Литература

1. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 31 декабря 2006 г. № 208−З // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2017.
2. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425−З // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2017.
3. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть) от 29 дек. 2009 г. № 71−З // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2017.
4. Уголовный кодекс Республики Беларусь от 9 июля 1999 г. № 275−З // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. − Минск, 2017.

СЕКЦИЯ 10
ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Впервые в нашей стране широкие научно-методические и прикладные геохимические исследования урбанизированных территорий были начаты под руководством Ю.Е. Саета в 1976 году [1, 2]. Эти исследования опирались, с одной стороны, на разработки А.П. Виноградова, В.В. Ковальского, В.А. Ковды и их последователей, а с другой, на опыт поисковой геохимии. Затем эти методы были использованы при геохимической оценки источников загрязнения окружающей среды [3] и поверхностных вод [4]. Аналогичный методический подход был применен в исследовании рудных месторождений при проведении геолого-разведочных работ для оценки воздействия на окружающую среду горнодобывающих предприятий [5].

В последующие годы большой вклад в совершенствование методики эколого-геохимических исследований и геоэкологического картирования, основанной на теории и методах поисковой геохимии [6], внесены сотрудниками Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), Всесоюзного геологического института (ВСЕГЕИ), Всероссийского института минерального сырья (ВИМС), институтами геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (г. Москва), института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), объединённого института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г. Новосибирск), Московского, Санкт-Петербургского, Воронежского государственных университетов, а также многих других учебных, научно-исследовательских и производственных организаций. Эколого-геохимические работы сразу же были довольно широко развернуты как в нашей стране (А.А. Беус, М.А. Глазовская, В.К. Лукашев, К.И. Лукашев, В.В. Иванов, В.В. Ковальский, В.А. Алексеенко, А.И. Перельман, Н.С. Касимов, П.В. Коваль и др.), так и за рубежом (E. Goldberg, U. Forstner, J.A.C. Fortescue, H.J.M. Bowen, E.I. Hamilton и др.).

Более широко методологические подходы в области геоэкологии разрабатывались Г.А. Голодковской, Ю.Е. Саетом, В.Н. Островским и Л.А. Островским, Н.С. Касимовым, Э.К. Буренковым, А.А. Кременецким, Е.П. Яниным, А.А. Головиным, Л.Н. Гинзбургом, Н.К. Грибановой, В.И. Осиповым, В.Т. Трофимовым, Г.С. Вартаняном, В.Е. Ольховатенко, О.Н. Грязновым и др.

Выше речь шла в основном об оценках экологического состояния отдельных компонентов геологической среды и происходящих в ней процессах. Еще сложнее задача оценки интегрального экологического состояния геологической среды как сложной природно-техногенной системы. Для решения этой задачи в большинстве случаев применяется метод оценок с помощью баллов, широко используемый в географии [7]. Однако, как показывает практика, существующие балльные оценочные системы, предлагаемые в ряде методических документов по проведению геоэкологических исследований и картографирования, несовершенны и требуют корректировки. В частности, неудовлетворительно использование для геоэкологических характеристик средних баллов. Для интегральных оценок экологического состояния компонентов геологической среды весьма перспективен метод биоиндикации.

Авторами в ходе многолетних исследований в составе коллектива кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета наработан определенный опыт в проведении комплексных эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий юга Западной Сибири со сложной техногенной нагрузкой [7,8]. Работы включали исследования как от региональных внемасштабных площадей территорий населенных пунктов в зоне воздействия разнопрофильных производств, в т.ч. и от предприятий ядерно-топливного цикла Сибирского химического комбината [9,10], так и до детальных обследований территорий городов, горно-промышленных предприятий, тепличных хозяйств и полигонов промышленных отходов отдельных предприятий Томской, Кемеровской областей, Алтайского края и Хакасии, городов Томска, Северска, Стрежевого, Междуреченска и др. [11].

Эти исследования базировались на общих системных экологических подходах, сформулированных Б.Г. Иоганзеном, И.П. Лаптевым и др., что позволило выработать некоторые общие методологические подходы к проведению оценки эколого-геохимического состояния урбанизированных территорий со сложным характером техногенного воздействия. При этом должны соблюдаться следующие принципы:

1. Исследования должны выполняться комплексно и базироваться на использовании геохимических и геофизических методов.

2. Оценку уровня накопления химических компонентов в различных точках территории необходимо выполнять синхронно (сближенно по времени). При этом опробование различных компонентов природной среды (снег, почва, биота и др.) следует отбирать в точках максимально сближенных в пространстве.

3. В исследование необходимо вовлекать максимальное количество депонирующих компонентов природной среды, способных сохранять загрязняющие вещества в течение длительного времени, а временные интервалы накопления можно достаточно четко устанавливать в этих комонентах (снег, почва, торф, волосы по длине их роста и т.д.).

4. Отбор проб, пробоподготовку и анализ компонентов необходимо проводить по единым унифицированным методикам с использованием высокочувствительных методов анализа, стандартных образцов и в аттестованных лабораториях. Следует определять максимально возможный комплекс химических компонентов (тяжелые металлы, радиоактивные и редкоземельные элементы, техногенные радионуклиды и основные ароматические углеводороды) и микробиологический состав вод и т.д. (табл. 1).

5. Одновременно с общим составом следует изучать и минеральный состав твердофазных образований в природных средах с использованием современных методов исследований (электронного микроскопа, микрозонда, лазерного микроанализа, рентгенно-фазового, дифференциально-термического и других анализов).

6. Использовать геохимические (Th/U, La/Yb, La/Ce, La+Ce/Yb+Lu и др.) и биоиндикаторные (хромосомные аберрации, микроядерный тест и др.) показатели для оценки экологической ситуации в районах с наличием радиационных факторов воздействия.

7. Математическую обработку геохимической информации проводить с применением современного статистического аппарата (статистические параметры, критерии Фишера, Стьюдента, Родионова, Колмогорова–Смирнова, Пирсона, Спирмена и др.), обращая особое внимание на достоверность полученных данных на основе нерегулярной сети опробования и малого объёма выборок.

8. Картографическую привязку точек осуществлять в единой системе координат и создание карт проводить с использованием ГИС-технологий.

Все эти подходы использованы авторами при проведении региональных и детальных эколого-геохимических исследований отдельных объектов урбанизированных территорий юга Западной Сибири.

В ходе выполнения работ на территории юга Западной Сибири в условиях различных как природных ландшафтов равнинного и горно-долинного типа, так и техногенных выработан определенный комплекс эколого-геохимических исследований, который включает гамма-радиометрические, гамма-спектрометрические, снегогеохимические, литогеохимические, гидрогеохимические и биогеохимические съёмки. Выполнение гамма-радиометрической съемки на площади работ позволяет фиксировать радиоактивные аномалии с повышенной природной и техногенной величиной мощности экспозиционной дозы. Спектрометрическая съемка выявляет площади распространения природных радионуклидов (U, Th и K), а также позволяет фиксировать участки неравномерного внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственных полях. С помощью снеговой съёмки определяем уровень запыленности и степень загрязнения в кратковременной депонирующей среде. Литогеохимическая и биогеохимическая съемки фиксируют в долговременной депонирующей среде загрязнения тяжелыми металлами территорий городов, промышленных предприятий и сельхозугодий.

Комплексность и системный подход в изучении природно-техногенных систем изученных территорий сводится к следующему:

1. Региональные внемасштабные исследования малых населенных пунктов в зоне воздействия предприятий ядерно-топливного цикла.
2. Среднемасштабные исследования урбанизированных территорий средних и малых городов.
3. Крупномасштабные исследования горно-промышленных территорий и территорий сельхозугодий.
4. Детальные исследования тепличных хозяйств.
5. Детальные исследования территорий полигонов промышленных и бытовых отходов, отвальных хозяйств горно-рудных производств и золошлаковых отходов.

Реализуемый в исследовании подход может быть представлен в виде таблицы:

Таблица

Основные виды и масштабы исследований объектов эколого-геохимической оценки

Объекты изучения	Виды исследования	Масштаб исследования
Территории малых населенных пунктов	Выбор в населенном пункте пяти частных подворий: 1.Размещение площадки исследования размером 10х10 метров на пахотном участке с проведением радиометрических, спектрометрических замеров методом конверта и отбор объединенной пробы почвы; 2.Измерение радона в подпольных помещениях; 3.Отбор проб картофеля, молока, воды и снега.	внемасштабные исследования
Территории малых и средних городов	1.Снеговая съемка; 2.Комплексная радиометрическая, спектрометрическая и литогеохимическая съемки; 3.Биогеохимическая съемка; 4.Гидрогеохимические исследования;	1:50 000 1:25 000 1:100 000 внемасштабные
Территории промышленных предприятий	1.Снеговая съемка; 2.Литогеохимическая съемка; 3.Радиометрическая съемка; 4.Спектрометрическая съемка; 5.Радиометрическая и спектрометрическая съемки цехов предприятия; 6.Опробование отходов производства.	1:25 000 1:10 000 1:2 500 1:5 000 1:500 внемасштабные

Территории сельхозугодий	1.Исследования снегового покрова; 2.Спектрометрическая и литогеохимическая съемки; 3.Отбор проб растительной продукции; 4.Исследование контрольных площадок.	внемасштабные 1:10 000 внемасштабные внемасштабные
Территории тепличных хозяйств	1.Радиометрическая и спектрометрическая съемки теплиц; 2.Отбор проб почво-смесей и их исходных компонентов; 3.Отбор проб растительной продукции; 4.Гидрогеохимическое исследование вод.	1:500 внемасштабные внемасштабные внемасштабные
Территории полигонов, отвальных хозяйств и золошлаковых отходов	1.Спектрометрическая съемка отвалов; 2.Отбор проб по выборочным площадкам или с отбором групповых проб; 3.Отбор проб почв из почвенных горизонтов.	1:1000 внемасштабные внемасштабные

Комплексная эколого-геохимическая оценка современного состояния урбанизированных территорий с учётом природно-климатических и гидрогеологических условий, демографической и социально-экономической обстановки, хозяйственной деятельности и связанной с ней техногенной нагрузки, показывает, что Сибирский регион испытывает прессинг со стороны различных предприятий, которые отличаются специфической геохимической особенностью пылеаэрозолей и почв.

Использование комплексного геохимического подхода к изучению экологической обстановки позволило районировать территории с наличием разнопрофильных производств, выделять зоны и сектора с неблагополучной обстановкой, что способствует разработки мероприятий практической медицины с учётом конкретной геохимической обстановки, как, например, в случае наличия бромной субпровинции в зоне воздействия нефтехимического производства при дефиците йода [12].

Результаты работы представляют интерес как в теоретическом отношении (вопросы эмиссии пылеаэрозольных выпадений с их геохимической особенностью для Сибири), так и с точки зрения решения широкого круга прикладных задач, связанных с экспрессной оценкой загрязнения территорий и проблемами организации геохимического мониторинга, что может обеспечить геоэкологическую безопасность урбанизированных территорий.

Литература

1. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО. 1980. – 59 с.
2. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
3. Методические рекомендации по геохимической оценки источников загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод. – М.: ИМГРЭ, 1985. – 46 с.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
6. Принципы и методика геохимических исследований при прогнозировании и поисках рудных месторождений: методические указания / ред. А.А. Смыслов. – Л.: Недра, 1979. – 248 с.
7. Арманд, Д.П. Системы баллов. Наука о ландшафте. – М.: Мысль, 1975. – С.114–136.
8. Экология Северного промышленного узла г. Томска: проблемы и решения / ред. А.М. Адам. – Томск: Изд. ТГУ, 1994. – 260 с.
9. Язиков, Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. – 2001[1]. – Т.304. – Вып. 1. – С. 325–336.
10. Рихванов, Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
11. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. … докт. геолого-минерал. наук: 25.00.36 / Егор Григорьевич Язиков; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2006. – 423 с.
12. Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области): дис. … канд. биолог.: 03.00.16 / Наталья Владимировна Барановская; Том. политехн. ун-т; науч. рук. Л.П. Рихванов. – Томск, 2003. – 172 с.

СПЕЦИФИКА СОДЕРЖАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКОВ КОМСОМОЛЬСК И УРСК КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.В. Агеева
Научный руководитель профессор Н.В. Барановская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Соотношения редкоземельных элементов друг к другу, используются при изучении геологических образований. По данным соотношениям выявляют закономерности распределения редкоземельных элементов и наблюдают отличия образований [2].

Все чаще редкоземельные элементы начинают использовать в качестве индикаторов геохимической ситуации территории и используются для районирования [3].

Источники поступления редкоземельных элементов в окружающую среду: предприятия ядерно-топливного цикла и топливно-энергетического комплекса, добыча угля, кроме того, поступление данных элементов может быть обусловлено влиянием природных источников поступления [1].

Волосы человека являются биоиндикатором, способным реагировать на изменение микроэлементного состава окружающей среды, поэтому их используют для исследования геохимической обстановки.

Нами были рассмотрены соотношения редкоземельных элементов в волосах детей, отобранных на территории Кемеровской области (поселки Урск, Комсомольск, г. Кемерово) в сравнении с соотношениями редкоземельных элементов в волосах, отобранных на территории Томской области. Количественное определение элементов проводилось с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитик – снс А.Ф. Судыко).

Поселки Комсомольск и Урск расположены вблизи к хвостохранилищам крупных горно-обогатительных заводов. Урское хвостохранилище содержит отходы цианирования первичных полиметаллических Cu-Zn серноколчеданных руд зоны окисления Урского месторождения. Хвосты Комсомольского хвостохранилища являются отходами Комсомольского золотоизвлекательного завода.

На территории Томской области можно выделить районы с наиболее интенсивным техногенезом (Томский район); районы, расположенные в преимущественной розе ветров от Томского района (Зырянский, Первомайский районы); районы сельскохозяйственного назначения (Шегарский, Чаинский, Бакчарский, Кожевниковский районы) и северные районы, с развитым нефтегазодобывающим комплексом (Александровский, Каргасокский, Парабельский).

Наиболее ярко дифференциация районов наблюдается по La/Yb соотношению (рис. 1). Выделяется группа населенных пунктов Кемеровской области с наименьшими содержаниями лантана и иттербия (La/Yb соотношение составляет от 4 до 6,1). Для Томского района наблюдаются высокие значения лантана и иттербия (La/Yb соотношение составляет 5,9).

При рассмотрении других соотношений (La/Ce, La+Ce/Sm+Eu, La+Ce/Yb+Lu, Th/U, Th/∑РЗЭ, U/∑РЗЭ) волосы, отобранные в населенных пунктах Кемеровской области, так же характеризуются низкими содержаниями редкоземельных элементов. По торий-урановому соотношению можно наблюдать группировку районов по увеличению урана в волосах. Так, максимальное содержание урана наблюдается в волосах Александровского и Каргасокского районов Томской области (Th/U соотношение 0,04 и 0,17 соответственно). Значение Th/U соотношения в волосах, отобранных на территории поселков Комсомольск и Урск, 0,07 и 0,06 соответственно.

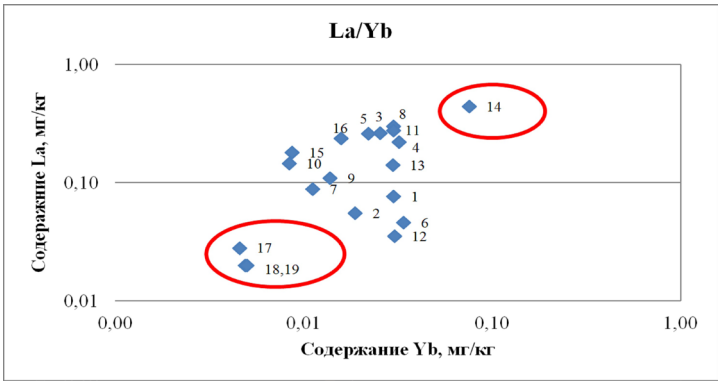


Рис. 1 La/Yb соотношение в волосах населения Томской и Кемеровской областей

1-Александровский район; 2-Асиновский район; 3-Бакчарский район; 4-Верхнекетский район; 5-Зырянский район; 6-Каргасокский район; 7-Кожевниковский район; 8-Колпашевский район; 9-Кривошеинский район; 10-Молчановский район; 11-Парабельский район; 12-Первомайский район; 13-Тегульдетский район; 14-Томский район; 15-Чаинский район; 16-Шегарский район; 17-Комсомольск (Тисульский район); 18-Урск (Гурьевский район); 19-Кемерово (Кемеровский район)

Таким образом, геохимические аномалии территорий находят отражение в соотношениях редкоземельных элементов волосах населения, проживающего на данных территориях.

Литература

1. Арбузов С. И. Редкометалльный потенциал углей Средней Сибири / С. И. Арбузов, Л. П. Рихванов, В. В. Ершов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. - 2001. - Т. 304, вып. 1: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. - [С. 130-147].
2. Балашов, Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов / Ю. А. Балашов; Академия Наук СССР; Институт геохимии и аналитической химии. - Москва: Наука, 1976. - 267 с.
3. Очерки геохимии человека : монография / Н.В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др.; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - 378 с.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ТЭЦ-3) ГОРОДА КАРАГАНДЫ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Т.Е. Адильбаева

Научный руководитель профессор Е.Г.Язиков, доцент А.В.Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Возрастающее глобальное и региональное загрязнение атмосферы в значительной степени связано с развитием энергетики. При высоких температурах сжигания углей в котлоагрегатах топливно-энергетических комплексов в атмосферу выбрасывается значительная степень элементов - примесей, в составе твердых частиц, аэрозолей и газообразных соединений. Снеговая геохимическая съемка успешно применяется многими исследователями для оценки состояния урбанизированных территорий [1-4]. Изучение максимально возможного круга элементов в депонирующих средах позволяет определить геохимические циклы их распределения и идентифицировать источники загрязнения [1,4].

Впервые на основе изучения состава снегового покрова проведена геохимическая характеристика твердой фазы снежного покрова в окрестностях теплоэлектростанции (ТЭЦ-3) города Караганды.

Объект исследования. Караганда - самый большой город области по населению. Административно город разделен на два района: им. Казыбек би и Октябрьский. На исследуемой территории Октябрьского района расположен один из крупнейших теплоэлектростанции (ТЭЦ-3) города. На ТЭЦ-3 г. Караганды используется Экибастузский уголь (70%) и мазут (30%). Недостаток этого угля заключается в том, что он высокозольный (более 40%), что снижает тепловой эффект сжигания угля, увеличивает стоимость его транспортировки, и содержит относительно высокое количество примесей. С началом отопительного сезона вследствие сжигания угля в атмосферный воздух города поступает значительное количество мелкодисперсной пыли, содержащие техногенные частицы.

Методика исследований. Автором в январе 2014г. проводился отбор проб снега в зоне влияния ТЭЦ - 3 г. Караганды. Кроме этого, отбор проб осуществлялся в жилом районе, который расположен в 2,5 км от ТЭЦ-3 в юго-западном направлении. Отбор проб проводили на расстоянии 0,5 км от труб ТЭЦ-3 в северо-восточном, восточном, юго-восточном, южном, западном и северном направлении, всего было отобрано 6 проб. В окрестностях ТЭЦ-3 в направлении основного ветрового переноса загрязнений (юго-западное), также было отобрано 7 проб: в северо-западном направлении на расстоянии 0,6; 1,5 и 2 км; юго-западном направлении – 0,6 км, северном направлении – 0,6; 1,5 и 2 км от труб. На территории жилого района находящегося на расстоянии 2,5 км от ТЭЦ-3 на юго-западе было отобрано 6 проб, по возможности по регулярной сети с шагом 500 м. Таким образом, территория исследования была условно выделена на ближнюю зону воздействия ТЭЦ-3 0,5-0,6 км и дальнюю – 1,5-2 км. Дополнительно пробы отбирали на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3 вблизи пос. Доскей (Победа), отобрано 4 пробы. Всего было отобрано 23 пробы. В качестве фоновых участков были выбраны 2 территории удаленные от города Караганды на расстоянии 55 км в северо-западном и 80 км в юго-восточном направлениях. В каждом фоновом участке было отобрано по 4 пробы.

Планирование расположения точек отбора, отбор и подготовку проб снега выполняли с учетом методических рекомендаций, руководства по контролю загрязнения атмосферы [2,6]. Пробоподготовка снега предполагает раздельный анализ снеготалой воды, полученной при оттаивании, и твердого осадка, который состоит из твердых частиц, осажденных на поверхность снегового покрова. Содержание 28 химических элементов в пробах твердого осадка снега определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

Расчет пылевой нагрузки Рп, (мг/м2 ·сут) проводился согласно [3] по формуле (1): $P_п = P_0/(S*t)$, (1) где P_0 - масса твердого осадка снега (мг); S – площадь шурфа ($м^2$); t – время от начала снегостава (сут.). В практике [3] используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая; 251-450 – средняя; 451-850 – высокая; более 850 – очень высокая степень загрязнения. Для учета вклада химических элементов в пылевую составляющую снега были рассчитаны следующие параметры. Из-за отсутствия возможности

применить геохимический фон как эталон, мы использовали коэффициент аэрозольной концентрации [2] K_a = A/K, где A – содержание элемента в твердом осадке снега, K–кларк в гранитном слое земной коры [4]. Степень обогащения атмосферных аэрозолей, осевших на снежный покров, вычисляли по коэффициентам обогащения (фактор обогащения) согласно формуле: $Ko = (C/C_{Fe}) / (C/C_{Fe})_{земн. коры}$, где C и C_{Fe} – содержание элемента в пробе твердого осадка снега и в земной коре соответственно [4].

Результаты и их обсуждение. По результатам исследования в зимний период 2014 г. в зоне влияния ТЭЦ-3 г. Караганды величина среднесуточной пылевой нагрузки изменяется от 89 до 1751 мг/(м^2·сут), при фоновом значении 47 мг/(м^2·сут). Согласно нормативной градации [3] величина пылевой нагрузки изменяется от низкой до высокой степени загрязнения. Уровень заболеваемости населения проживающее в районах с высокой пылевой нагрузкой может являться чрезвычайно опасным согласно градации [3].

Расчет фактора обогащения показал, что твердый осадок снега в зоне влияния ТЭЦ-3,в жилом районе и в пос. Доскей (Победа) заметно обогащен (от 2 до 1445 раз) большинством рассматриваемых элементов, которые, скорее всего, поступают от локального источника и имеют антропогенное происхождение (рис.1). Анализ литературных данных показал [1,3], что наличие элементов – примесей в углях зависит от его химического состава, а выбросы в атмосферный воздух обусловлены составом топлива и характером технологического процесса.

Интенсивность обогащения аэрозоля химическими элементами по классификации, предложенной Г.В.Добровольским [2] – от отрицательной связи до очень сильной. Полученные, в ходе расчета коэффициента аэрозольной аккумуляции, цифры указывают на сильную интенсивность обогащения твердого осадка снега Sb и Hg, среднюю – для As, умеренную – для Co, Br, Hf, отрицательную для Co, Cs, Eu, Tb, Yb, Lu,Ta. Значение коэффициента аэрозольной концентрации меньше единицы означает снижение содержания элемента по сравнению с данными для кларка элемента в гранитном слое континентальной земной коры. Расчет коэффициента аэрозольной аккумуляции (K_a) (рис.2) показал, что твердый осадок снега в зоне влияния ТЭЦ-3, в жилом районе и в пос. Доскей (Победа) положительно обогащены химическими элементами.

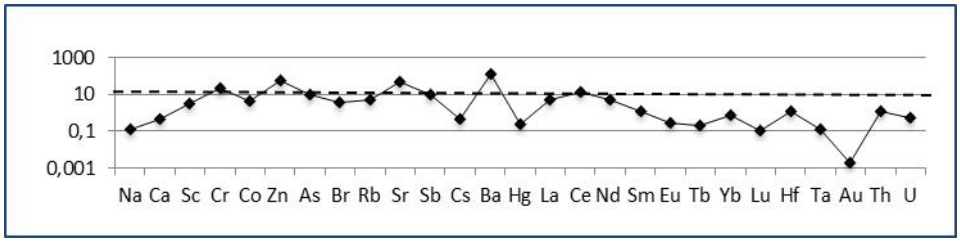


Рис.1. Фактор обогащения химических элементов в твёрдом осадке снега в зоне влияния ТЭЦ-3, в жилом районе г. Караганды и в пос. Доскей (Победа) относительно среднего состава земной коры (репер Fe, содержание элементов в верхней части континентальной коры [4].

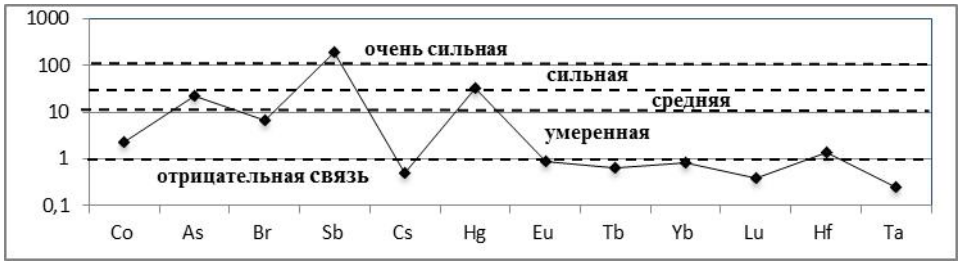


Рис. 2. Коэффициент аэрозольной аккумуляций химических элементов в твёрдом осадке снега в зоне влияния ТЭЦ-3 относительно кларка химических элементов гранитного слоя коры континентов по [4], классификация по [2]

Зола по сравнению с углем в большей степени обогащена элементами – примесями [1,4]. Тяжелые металлы, содержащиеся в топливе, обладают высоким потенциалом мобилизации в газовую фазу при сжигании топлива либо конденсируются в виде пленки на поверхности твердых частиц уноса [1-4]. В целом, угли Казахстана слабо изучены на состав химических элементов - примесей. Так по данным сотрудников кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ (Арбузов С.И.), в углях Экибастузского бассейна существенно выше кларка земной коры, среднее содержание Hf, Ba, Sr, Sc, Co, лантаноидов, а уровни накопления Yb достигают возможно промышленно значимых концентраций. Некоторые химические элементы находятся в зольной части угля в количествах, превосходящих в несколько раз кларковые концентрации. Обобщенные многочисленные данные по поведению микро и макроэлементов при температурной обработке угля, переработке твердых горючих ископаемых, показали, что ряд элементов As,Hg,Zn, Pb, Be, Re, Se выносятся виде парогазовой фазы и сорбируются на частицах атмосферной пыли в результате фотохимических реакций [7,8].

Заключение. Таким образом, выше изложенный анализ данных показал, что возможным источником перечисленных элементов в изученном районе могут являться выбросы от сжигания угля. Кроме того, возможен, перенос загрязняющих веществ на исследуемый район либо от предприятий г. Караганды, либо от городов-

спутников города, в которых расположены разнопрофильные производства.

Литература

1. Беус А.А. Геохимия окружающей среды. М.: Недра.- 1976г.- с.248
2. Добровольский В.В., Мельчаков Ю.Л. Динамика массообмена металлов в ландшафтно-геохимических условиях Среднего Урала // Труды биогеохимической лаборатории АН СССР. М.: Наука, 1990. Т. XXI. С. 89-99
3. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. М.: Недра, 1990.- 335 с.
4. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры. Геохимия. - 2007г.-№7.-с.785-792
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932 83. М.: Госкомгидромет, 1991. 693с
7. Кизильштейн Л.Я., Дубов Н.В., Шпицглуэ А.Л., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. М:Энергоатомиздат. 1995.176с.
8. Шпирт М. Я., Клер В. Р., Перциков И. 3. Неорганические компоненты твердых топлив. М.: Химия, 1990. 240 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

Ю.Э. Аксёнова

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова, доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Во многих, особенно в крупных городах автомобильный транспорт является важным источником загрязнения окружающей среды в целом и атмосферного воздуха в частности [6]. При эксплуатации автотранспорта двигатели внутреннего сгорания выбрасывают в атмосферу отработавшие газы и топливные испарения. Помимо токсичных компонентов в атмосферный воздух также поступают продукты износа шин, тормозных накладок. Все эти вещества загрязняют не только атмосферный воздух, оседая, они также попадают в придорожную почву, растительность, поверхностные воды, а также в дыхательные пути человека. Среднее значение пылевой нагрузки на территории города Томск составляет 63 мг/м^2 в день, оно соответствует низкому уровню загрязнения (менее 250 мг/м^2 в день), также значение пылевой нагрузки в два раза ниже, чем на территории юга Западной Сибири [11].

Загрязнение атмосферного воздуха от автомобильного транспорта необходимо исследовать там, где наиболее сконцентрированы транспортные потоки города Томска. Такими местами являются пересечения напряженных магистральных улиц. По данным ОГБУ «Облкомприрода» по мониторингу атмосферного воздуха на одиннадцати напряженных пересечениях улиц города Томска определены следующие показатели: оксид углерода, диоксид азота, фенол, формальдегид, свинец, медь, взвешенные частицы, бензол, бензапирен, водород хлористый [5]. На всех перекрестках наблюдается превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) взвешенных частиц (мг/м^3) в 1,5-3 раза и водорода хлористого (мг/м^3) в 1,5-4 раза. На половине перекрестков также отмечается превышение ПДК диоксида азота в 1-1,5 раза. Все это говорит о том, что проблема воздействия автотранспорта на окружающую среду является очень актуальной для города Томск.

Выбросы от автотранспорта загрязняют не только атмосферный воздух, но и придорожную растительность. Наземная часть растений, листва и ветви деревьев в местах интенсивного загрязнения из атмосферы несут осевшую из воздуха пыль и аэрозоль, содержащие тяжелые металлы. Количество пыли меняется в зависимости от времени года и дождей, частично смывающих частицы пыли и дыма. Эти растения могут выступать индикаторами состояния окружающей среды. Таким образом, для изучения загрязнения атмосферного воздуха на автомобильных перекрестках города Томск целесообразно применение методов биогеохимической индикации.

В качестве объекта исследования выбран тополь, так как его часто используют для озеленения города. Листья тополя хорошо улавливают пылеаэрозоли из атмосферного воздуха и накапливают загрязняющие вещества из почвы [7-8]. Отбор листьев производился в начале октября в сухую погоду на одиннадцати крупных перекрестках г. Томска (табл. 1). Отбирали листья одного вида – тополя бальзамического (Populusbalsamifera L.), методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Чтобы определить долю накопившихся тяжелых металлов и задержанных на поверхности листьев пыли, аликвоту имеющейся пробы сразу сушили, другую часть свежеотобранного материала отмывали от пыли. Вначале листья промывали простой проточной водой, затем дистиллированной водой, слегка отжимали и сушили при комнатной температуре. Сухие листья измельчали, брали навеску 10 г и озоляли согласно методическим рекомендациям [4].

Как известно, зола – это остаток, который получается после удаления органических веществ. Он содержит

ряд нелетучих оксидов – зольных элементов (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn и др.). Показатель зольности растительности позволяет получить представление о степени запыленности атмосферного воздуха. После озоления мытых и немытых листьев тополя, отобранных на перекрестках г. Томска, золу взвешивали и рассчитывали показатель зольности как отношение массы золы к массе сухого вещества, выраженный в процентах. В таблице 1 приведены показатели зольности мытых и немытых листьев. Абсолютная разница межу ними составила от 1 % до 10%. Стоит отметить, что самыми запыленными являются автомобильные перекрестки проспекта Мира – улицы Интернационалистов и проспекта Ленина – улицы Дальне Ключевская.

Таблица 1

Наименование исследованных перекрестков и показатель зольности мытых и немытых листьев тополя

№	Наименование улиц	Зольность %	
		Немытые листья	Мытые листья
1	пр. Комсомольский – пр. Фрунзе	17,17	12,96
2	пр. Фрунзе – ул. Красноармейская	16,42	18,87
3	пр.Ленина – ул.Учебная	15,57	12,88
4	пр. Комсомольский– ул. Пушкина	14,07	13,18
5	площадь Ленина	14,77	15,44
6	пр.Мира – ул. Интернационалистов	26,60	16,12
7	пр.Мира – ул.Ф.Мюниха	17,96	15,13
8	пр.Ленина – ул.Дальне Ключевская	19,13	14,43
9	ул. Источная – Московский тракт	16,22	15,06
10	ул.Суворова – Иркутский тракт	17,43	15,21
11	ул.Беринга – ул.С.Лазо	16,76	14,99

Помимо вышеперечисленных веществ, при эксплуатации автотранспорта двигатели внутреннего сгорания выбрасывают в окружающую среду ряд других токсичных элементов [12]. Одним из таких элементов является ртуть [3, 9]. На одиннадцати перекрестках отобраны пробы почвы в непосредственной близости к местам отбора проб листьев тополя. Отбор проб произведен методом конверта. Затем почва была высушена, измельчена и просеяна через сито 1 мм. Образцы почвы и сухих листьев тополя исследованы на содержание ртути на анализаторе РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза). Результаты анализов приведены на рис. 1.

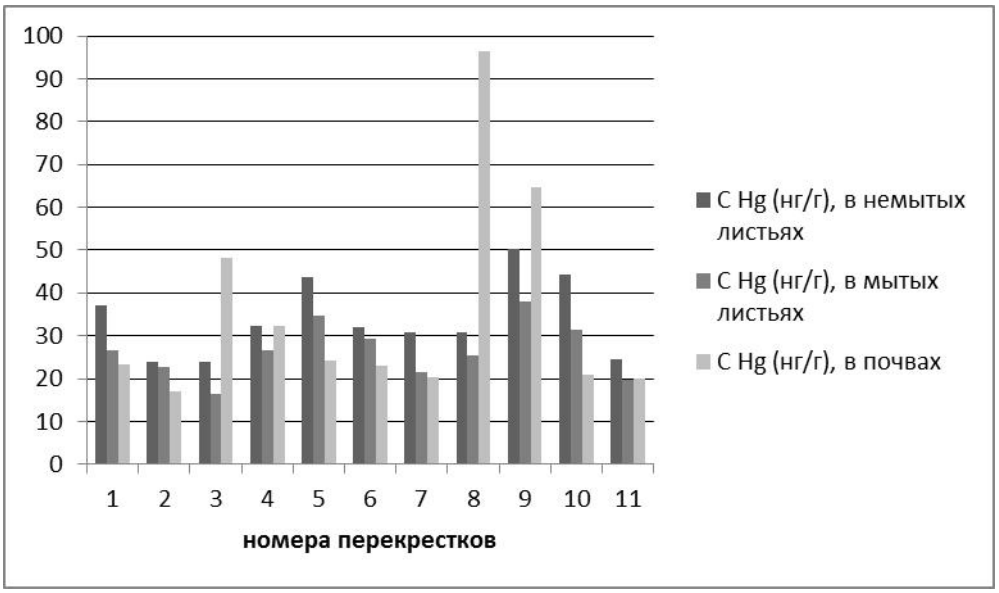


Рис.1. Концентрация ртути в почвах и листьях тополя на перекрестках г. Томска, 2016 г.

Проведенные исследования на одиннадцати перекрестках города Томска показали, насколько велико влияния автотранспорта на атмосферный воздух и городскую растительность. Концентрация ртути в немытых и мытых листьях отличаетсяв 1-1,5 раза. Это незначительное различие отражает особенности поглощения атмосферных выпадений ртути листьями тополя – как поверхностью листьев, так и через устьица вовнутрь листа [10]. Концентрация ртути в листьях тополя превышает фоновое содержание ртути в листьях деревьев (17,0 нг/г) [2] в 1,2-3 раза. Концентрация ртути в почве не превышает ПДК (2100 нг/г), также они ниже данных по городскому фону ртути в почве (90 н/г) [1], исключением является перекресток проспекта Ленина – улицы Дальне Ключевской (96,4 нг/г).

Таким образом, степень запыленности атмосферного воздуха зависит от транспортной загруженности на

перекрестках города. В атмосферном воздухе на всех крупных перекрестках города имеются превышения ПДК взвешенных частиц, водорода хлористого и диоксида азота и превышение фоновых концентраций ртути в листьях тополя. Концентрация ртути в почве исследованных перекрестков не превышает санитарно-гигиенического норматива.

Литература

1. Доронина В.Д., Осипова Н.А., Ляпина Е.Е. Содержание и формы нахождения ртути в городских почвах // Материаловедение, технологии и экология в третьем тысячелетии: материалы VI Всероссийской конференции молодых ученых, 11-13 мая 2016 года, Томск.– Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2016. – С. 309 – 312.
2. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. –М.: Недра, 1996. Кн. 3. Редкие p-элементы. – 352 с.
3. Ляпина Е.Е. Ртуть в аэрозолях г. Томска // Оптика атмосферы и океана, 2013. – Т. 26. – № 6. – С. 490 – 493.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. –М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.
5. Мониторинг качества окружающей среды г. Томска. ОГБУ «Облкомприрода» http://green.tsu.ru/monitoring/?cat=1, 2017
6. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под редакцией Н.С. Касимова. –М.: ИП Филимонов М.В., 2014. – 560 с.
7. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
8. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
9. Assad M., Parelle J., Cazaux D., Gimbert F., Chalot M., Tatin-Froux F. Mercury uptake into poplar leaves // Chemosphere, 2016. – V. 146. – P. 1 – 7.
10. Egler S.G., Rodrigues-Filho S., Villas-Boas R.C., Beinhoff C. Evaluation of mercury pollution in cultivated and wild plants from two small communities of the Tapajo´ s gold mining reserve, Para´ State, Brazil // Science of the Total Environment, 2016. – V. 368. – P. 424–433.
11. Talovskaya A.V. , Filimonenko E.A. , Osipova N.A. , Yazikov E.G. , Nadeina L.V. Dust pollution of snow cover in the industrial areas of Tomsk city (Western Siberia, Russia) (Article number 012024) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016.– V. 33. – P. 1 – 6.
12. Tomasevic M., Rajsic S., Dordevic D., Tasic M., Krstic J., Novakovic V.Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas // Environmental Chemistry Letters, 2004.–V. 2. – P. 151 – 154.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ПЫЛЕВЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В РАЙОНЕ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

С.Н. Александрова
Научный руководитель доцент А.В. Таловская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время значительное место в загрязнении атмосферы занимают выбросы аэрозолей в атмосферный воздух. Наличие взвешенных частиц аэрозоля в воздухе значительно влияет на качество воздуха, дальность видимости, различные свойства атмосферы и, что немаловажно, на климат [3]. Существуют различные методы и способы изучения атмосферы и ее состояния: самолетное зондирование атмосферы, наземные станции наблюдения, снеговая съемка и пассивные способы отбора. В статье представлен краткий обзор имеющихся исследований аэрозолей с помощью данных методов.

Самолет-лаборатория, как правило может работать на месте, в естественных условиях (in situ), что является большим преимуществом этого метода. Самолеты-лаборатории могут изучать атмосферные явления и изменения состава и характеристик атмосферы на длительных расстояниях [5]. Самолет, снабженный научным оборудованием и измерительной техникой, представляет возможность доставлять в определенную точку пространства в атмосфере приборы, представляющие собой единую информационную систему, основанную на базе бортового компьютера [4]. В целом, самолетное зондирование вносит значительный вклад в современные исследования при изучении подстилающей поверхности, атмосферы и окружающей сред в общем [2].

Самолет АН-30 «Оптик-Э» на протяжении двух десятилетий использовался в исследованиях аэрозольной компоненты воздуха. К примеру, на нем осуществлялся отбор проб атмосферного воздуха в районе Обь-Томского междуречья для последующего химического анализа, методика отбора проб отражена в [3]. Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик» также использовался Институтом оптики атмосферы СО РАН например, в таких исследованиях, как изучение годовой динамики органической составляющей аэрозоля, химического состава аэрозолей и концентрации углекислого газа в свободной атмосфере над югом Западной Сибири [3, 7].

Помимо исследований с помощью самолетов-лабораторий, Институт оптики атмосферы СО РАН

располагает полигоном «Фоновый», расположенным вблизи п. Киреевск, находящегося в 60 км к западу от г. Томска на берегу р. Оби. На обсерватории «Фоновая», находящейся на данном полигоне, установлен комплекс для измерения метеорологических величин, концентраций малых газовых примесей и аэрозолей, потоков CO_2 и CH_4. С помощью данных, получаемых с полигона «Фоновый», проводятся постоянные исследования [8-10]. В исследовании [15], проведенном в 1997-1998 г.г., использовавшим данные двух идентичных установок, расположенных в Академгородке г. Томска и на расстоянии 60 км – в Киреевске, был выявлен специфичный химический состав атмосферного аэрозоля в районах п. Киреевска и Академгородке по основным компонентам.

Одним из используемых методов оценки распределения техногенного загрязнения в пространстве воздушной среды территорий северных широт является исследования снежного покрова. Снег обладает высокой сорбционной способностью, поэтому в нем аккумулируются продукты техногенеза. Благодаря этому становится возможным их детальное исследование, изучение их состава. [6] Снег способен вымывать из атмосферного воздуха аэрозольные нерастворимые частицы, а также различные растворенные загрязняющие вещества. Благодаря тому, что снег накапливается на поверхности земли, он способен фиксировать все выпадения из атмосферы, которые поступают в зимний период [1, 17].

Исследования снежного покрова на территории Томска и Обь-Томского междуречья отражены в исследованиях [5, 8, 10, 14-16,18,19]. Результатами таких исследований стали данные о содержании химических элементов в твердом осадке снега, данные о динамике величины пылевой нагрузки и суммарного показателя загрязнения макро и микроэлементами, вещественном составе твердого осадка снега, микроэлементный и ионный состав талой снеговой воды в зоне воздействия предприятий г. Томска и Томск-Северской промышленной агломерации, выделение экологически неблагоприятных зон.

Использование метода пассивного отбора проб и способа выявление кислотного загрязнения приземного слоя атмосферы в зимний период с применением устройства для его осуществления [11] включает осаждение сухих аэрозолей на депонирующий субстрат, выполненный из формованных тонковолокнистых пластин с микропористой структурой из гидрофильных материалов, а результатом способа является повышение достоверности оценки и улучшение качества сбора кислотных загрязнений приземного слоя атмосферы в зимний период. Возможность послойного отбора проб снега с применением устройства для послойного отбора снега [12,13] позволяет выявить загрязнения снежного покрова, связанного с морозным конденсированием техногенных эмиссий при их осаждении из приземного слоя воздуха при образовании инея и изморози, а также изучения послойной динамики и изменчивости геохимических параметров снега. В условиях Западной Сибири пока такого рода исследования не выполнялись.

Целью предстоящих исследований автора является изучение трансформаций пылевых аэрозолей в воздушном пространстве, подвергающемся воздействию Томской ГРЭС-2 – теплоэлектростанции, расположенной в центре г. Томска. Исследования будут проводиться по результатам данных, полученных на основе комплексного подхода с использованием выше обозначенных методов - опробования снежного покрова на всю глубину и послойно с применением устройства [12], ежечасных измерений счетной концентрации аэрозоля и метеопараметров на полигона-обсерватории «Фоновая» и пассивного отбора аэрозолей. Исследования будут выполнены в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 и в фоновом районе – полигон-обсерватории «Фоновая» ИОА СО РАН. Результатом данного исследования будут выступать данные об элементах-индикаторах и техногенных частицах-индикаторах в выбросах ГРЭС-2, анализ их пространственного переноса в сторону фонового района, трансформации аэрозолей в воздушной среде, их осаждение в снеговой покров и их дальнейшая трансформация в снежной толще.

Исследования воздействия ГРЭС-2 на загрязнение воздушного пространства с одновременным использованием различных методов исследования, описанных выше, еще не проводились, что свидетельствует об новизне и актуальности таких исследований.

Литература

1. Анохин Г.Г., Антохин П.Н., Аршинов М.Ю., Барсук В.Е., Белан Б.Д., Белан С.Б., Давыдов Д.К., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Козлов В.С., Морозов М.В., Панченко М.В., Пеннер И.Э., Пестунов Д.А., Сиков Г.П., Симоненков Д.В., Синицын Д.С., Толмачев Г.Н., Филиппов Д.В., Фофонов А.В., Чернов Д.Г., Шаманаев В.С., Шмаргунов В.П. Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик» // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2011. - №9. – С. 805 – 816.
2. Артамонова В.С., Ермолов Ю.В., Сидорова М.Ю., Сысо А.И., Черевко А.С. Загрязнение атмосферы, снегового и почвенного покрова г. Новосибирска // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2005. – №8. – С. 663 - 669.
3. Аршинов М.Ю, Белан Б.Д., Давыдов Д.К., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Козлов В.С., Панченко М.В., Пеннер И.Э., Пестунов Д.А., Сафатов А.С., Симоненков Д.В., Толмачев Г.Н., Фофонов А.В., Шаманаев В.С., Шмаргунов В.П. Самолет-лаборатория АН-30 «Оптик-Э»: 20 лет исследований окружающей среды // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2009. – №10. – С. 950 – 957.
4. Белан Б.Д., Козлов А.В., Фофонов А.В., Бортовая система регистрации самолета-лаборатории ТУ-134 «Оптик» // Научно – технический журнал «Контроль. Диагностика». – М.: Издательский дом «Спектр», 2012. – № 13. – С. 48 – 54.
5. Воробьев С.Н., Кирпотин С.Н., Крицков И.В, Манасыпов Р.М., Покровский О.С., Политова Н.В., Шевченко В.П. Исследование нерастворимых частиц в снежном покров Западной Сибири на профиле от Томска до эстуария Оби // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2015. – № 6. – С. 499 – 504.
6. Горюнова Н.В., Шевченко В.П. Исследование аэрозолей и нерастворимых частиц в снежном покрове на дрейфующих льдах западной части Российской Арктики в августе – сентябре 2006 года // Проблемы Арктики и Антарктики. – М., 2008. – № 1. – С. 112 – 117.
7. Давыдов Д.К., Певнева Г.С., Аршинов М.Ю., Козлов А.С., Малышкин С.Б., Головко А.К, Симоненков Д.В., Белан Б.Д., Воронецкая Н.Г., Томачев Г.Н. Годовая динамика органической составляющей аэрозоля в

свободной атмосфере над югом Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2015. – № 10. – С. 879 – 882.
8. Таловская А.В., Симоненков Д.В., Филимоненко Е.А., Белан Б.Д., Язиков Е.Г., Рычкова Д.А., Ильенок С.С. Исследование состава пылевого аэрозоля на фоновой и городских станциях наблюдения в Томском регионе зимой 2012/13 г. // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2014. – № 11. – С. 999 – 1005.
9. Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Язиков Е.Г. Динамика элементного состава снегового покрова на территории северо-восточной зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2014. – № 6. – С. 491 – 495.
10. Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Язиков Е.Г., Чумак Ю.В., Ильенок С.С. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска // Фундаментальные исследования. – М.: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2013. - №8. – С. 760 – 765.
11. Пат. 2502059 Россия МКИ G 01 № 1/22. Способ выявления кислотного загрязнения приземного слоя атмосферы в зимний период и устройство для его осуществления. Тентюков М.П. Заявлено. 13.09.2012; Опубл. 20.12.2013, Бюл.№35. – 15 с.: ил.
12. Пат. 2477461 Россия МКИ G 01 №1/04. Послойный снегоотборник. Тентюков М.П. Заявлено. 10.06.2011; Опубл. 10.03.2013, Бюл.№7. – 8 с.: ил.
13. Тентюков М.П. Экогеохимия районов промышленного освоения Большеземельской тундры и Ямала: Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Сыктывкар, 2016. – 336 с.
14. Толмачев Г.Н., Рассказчикова Т.М., Белан Б.Д., Симоненков Д.В. Мезомасштабные различия в химическом составе атмосферного аэрозоля // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2001. – № 4. – С. 322 – 326.
15. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Томск, 2001. – 22 с.
16. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территорий г. Томска по данным изучения пылэаэрозолей и почв. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
17. Сает Ю.Е., Янин Е.П., Ревич Б. А., Смирнова Р.С. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
18. Язиков Е.Г. Экогеохимия территорий Западной Сибири: монография / Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publisching GmbH £ Co. – KG, Germany, 2011. – 360 с.
19. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Сухих Ю.И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения // Томск, 2006. – 216 с.

СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ПРЕДЕЛАХ СОЛИГОРСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Т.Г. Алименко

Научный руководитель старший преподаватель, Т.А. Мележ

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

Солигорский административный район расположен в южной части Минской области, центром является г. Солигорск (рисунок 1). Градообразующим предприятием является РУП «Беларуськалий», относящиеся к горнодобывающей отрасли. В настоящее время Республика Беларусь входит в первую пятерку стран мира, производящих калийные удобрения. Являясь одним из крупнейших в мире производителей хлористого калия ОАО «Беларуськалий» в результате производственной деятельности оказывает значительное влияние на формирование геологической среды.

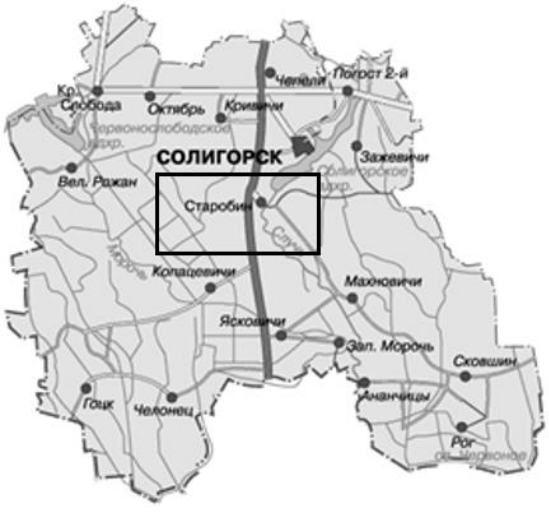


Рис. 1. Карта-схема территории исследования (масштаб 1 : 1000000)

Солигорский район относится к числу территорий Беларуси, где воздействие человека на земную поверхность является максимальным. Устойчивость рельефа к дальнейшему наращиванию техногенных нагрузок на 80 % территории довольно высокая, на 20 % – низкая, а в районе калийных комбинатов она равна нулю, т.к. здесь сформировался техногенных бедленд – (badlands – скверные земли) представляют собой непродуктивные или малопродуктивные земли, возникающие на породных отвалах горнодобывающих предприятий, их площадь порядка 1200 га (рисунок 2).

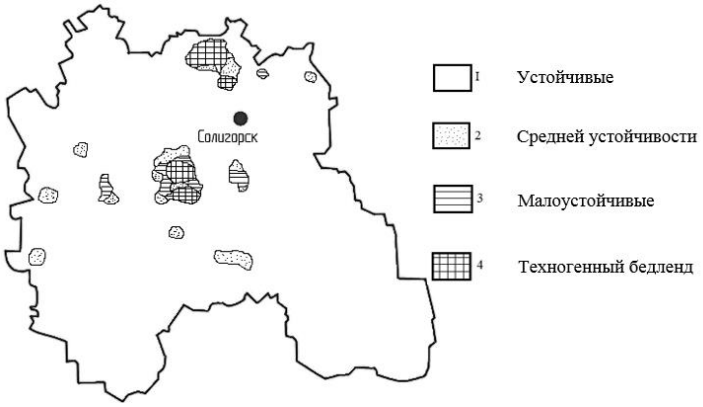


Рис. 2. Карта-схема устойчивости рельефа к техногенным нагрузкам (масштаб 1 : 1000000) [3]

Интенсивно эксплуатируемым месторождением в пределах Солигорского промышленного района является Старобинское, где наблюдаются негативные процессы и явления, влияющие на состояние геологической среды.

Вследствие значительной выработки калийных горизонтов Старобинского месторождения в недрах происходит перераспределение тектонических напряжений, что вызывает формирование систем трещин в толщах горных пород, активизации газодинамических явлений, возникновению техногенных землетрясений. Добыча калийных солей осуществляется в весьма сложных геологических условиях. Район горных выработок отличается высокой геодинамической активностью [1].

В Солигорском районе фиксируются сейсмические явления как природного, так и техногенного характера. Сейсмические процессы природного генезиса провоцируются концентрацией и разрядкой напряжений в земной коре, а также могут быть вызваны сильными карпатскими транзитными природными землетрясениями. Землетрясения техногенного характера, возможно, приурочены к воздействию шламохранилищ, солеотвалов и Солигорского водохранилища на верхнюю часть геологической среды.

При эксплуатации Старобинского месторождения возможно развитие и проявление опасных геодинамических процессов, одним из которых является просадка территории. При развитии такого рода процессов, а также при повышении уровня грунтовых вод могут формироваться заболоченные участки, деформации в инженерных зданиях, конструкциях и сооружениях, нарушение подземных коммуникаций.

В результате проявления экзогеодинамических процессов – оседание земной поверхности, происходит повышение уровней подземных вод. Территория, в пределах которой расположено Старобинское месторождение, характеризуется равнинно-низинным рельефом. Здесь находятся значительные площади осушенных и естественных болотных массивов с неглубоким залеганием уровня грунтовых вод (УГВ), развитой речной сетью: территория дренируется р. Случь и ее притоками. В пределах территории исследования отмечаются процессы негативного воздействия подземных и поверхностных вод: затопление земель и населённых пунктов (УГВ выше осевшей поверхности), подтопление (УГВ совпадает с поверхностью земли) и заболачивание (УГВ ниже поверхности на 0,5-0,6 м).

Негативные последствия функционирования Солигорского промышленного узла проявляются не только в воздействиях на геологическую среду, а также в загрязнении воздушной среды, подземных вод и земельных угодий.

Геологическая среда, в том числе и атмосферный воздух подвергаются загрязнению поллютантами: газы и пылеаэрозоли, имеющие сложный химический состав и распространяющиеся на значительные расстояния. Преобладают выбросы диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, хлористого калия и других загрязняющих веществ, которые воздействуют на атмосферу, почву, водные объекты, животный и растительный мир, как вблизи расположения предприятия, так и далеко за его пределами.

Пылегазовые выбросы наносят значительный ущерб сельскохозяйственному производству. Оседая на почве, они способствуют засолению наиболее плодородного пахотного горизонта. За весь период разработки Старобинского месторождения калийных солей в пределах геологической среды скопилось более 650 млн. т отходов производства на территории площадью свыше 1350 га и в дальнейшем количество отходов и занимаемая площадь загрязнений будут увеличиваться [2].

С учетом сложившейся в районе экологической ситуации необходимо провести ряд мероприятий, направленных на снижение неблагоприятных последствий проявления современных геологических процессов, загрязнения покровных отложений, подземных вод и атмосферы различными поллютантами. В число таких мероприятий входят:

– отселение населения, проживающего в зоне экологически напряженных территорий;
– решение проблем утилизации галитовых и шламовых отходов, противоэрозионных покрытий отработанных участков солеотвалов;
– создание эффективных очистных сооружений, организация замкнутой системы водооборота, изменение технологии промышленного производства, биологическая рекультивация;
– расчистка рек, водоемов и колодцев, оборудование водозаборов, рекультивация карьеров;
– использование для водоснабжения более глубоких водоносных горизонтов – межморенных, подморенных и др.;
– организация экологического мониторинга.

Литература

1. Губин В.Н. Экология геологической среды: Учеб. пособие / В.Н. Губин, А.А. Ковалев, С.А. Сладкопевцев, М.Г. Ясовеев. – Мн.: БГУ, 2002. – 120 с.
2. Добровольский П.А. В Солигорске растут горы экологических проблем // Интернет-источник: Ежедневник здоровье. Экология. 2013.
3. Эколого-радиационный паспорт Солигорского района. Госкомитет по экологии Республики Беларусь, АН Беларуси, Солигорский райисполком. Минск, 1992.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИОНИРОВАННОЙ ЗОЛЫ УНОСА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КУЗБАССА

В.С. Алиханов*, А.П. Иванов*, А.А. Лапин**
Научный руководитель доцент Е.Ю. Темникова
****Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,***
*****Государственная жилищная инспекция Кемеровской области, г Кемерово, Россия***

В России работают 350 угольных ГРЭС и ТЭЦ, вырабатывающих около 20% тепловой и электрической энергии от общей выработки по стране. Из них 172 электростанции производят более 100 тыс. т золы в год. Ежегодная выработка золошлаковых отходов (ЗШО) в России составляет около 22 млн. т. Ежегодной реализации подвергается около 18% от выработки. Остальные хранятся на золоотвалах, ресурсы большинства которых практически исчерпаны. Между тем, продажи золы в сухом виде из Эстонии на рынке России успешно реализуемые отечественной компанией в течение более 6 лет, подтверждают, что спрос на сухую золу есть [1]. На отдельных электростанциях в России идет реализация проектов сухого золошлакоудаления (СЗШУ). Назвать ее «сухой» можно с большой натяжкой, так как конечной целью эти проекты претендуют на продление срока использования существующих площадей золоотвалов с переходом на увлажненное складирование уловленной в сухом виде золы [1-3].

Угольная генерация в Кузбассе занимает ведущее место по сравнению с другими видами используемого топлива и высокотемпературные процессы переработки углей в пылеугольных котлах вносят значительную долю загрязнений в окружающую среду в виде золошлаковых отходов. Группой компаний Кузбасского филиала Сибирской генерирующей компании (СГК) в Кузбассе ежегодно производят вывоз около 1,4 млн. тыс. т золошлаковых отходов в регламентированные золоотвалы. Пыление от заполненных, высушенных временем отвалов вызывает значительное беспокойство, так как частицы пыли, в основном размером менее 200 мкм, уносятся ветром (витают) скоростью всего лишь более 0,8 м/с. Безветренной погоды в летнее время, или при скорости ветра менее 0,8 м/с в Кузбассе практически не бывает.

Отсутствие фракционирования золы стало препятствием на пути повышения ее потребительских свойств и, следовательно, цены, которую за нее готов заплатить потребитель.

Цель работы заключается в изучении элементного состава фракционированных золовых отходов предприятий угольной генерации Кузбасса. Были взяты представительные пробы на четырех предприятиях угольной генерации Кузбасса: Кемеровской ГРЭС (КемГРЭС), Беловской ГРЭС (БелГРЭС), Томь-Усинской ГРЭС (ТУ ГРЭС), Ново-Кемеровской ТЭЦ (НК ТЭЦ). Способы улавливания золы уноса на этих станция имеют существенное различие. Сухой способ улавливания с использованием электрофильтров применяется на двух станциях: Кемеровской ГРЭС и Беловской ГРЭС. Мокрое пылеулавливание с использованием скрубберов Вентури и последовательно установленными полыми форсуночными скрубберами, орошаемыми водой, реализуется на Ново-Кемеровской ТЭЦ и Томь-Усинской ГРЭС.

Взятые пробы на станциях имели существенное отличие, связанное с различием способа очистки дымовых газов. При мокром способе очистки пробы золы были взяты во влажном виде либо в скрубберах, остановленных для регламентированной очистки от отложений золы на стенках диффузора скруббера Вентури или на кольцевом козырьке – брызгоуловителе полого форсуночного скруббера, либо у дымососа. При сухом способе улавливания пробы золы уноса отбирались из бункера в сухом виде, из которого зола поступала в канал гидрозолоудаления, далее сливалась с потоком измельченного шлака и баггерными насосами направлялась в отстойники накопители. В пробах, взятых на станциях с мокрым способом очистки дымовых газов, наблюдалось отсутствие легкой фракции золы (полых микросфер или ценосфер) или её следы. К пробам золы уноса при сухом способе очистки

дымовых газов можно применить фразу: пробы «в первозданном виде».

Перед фракционированием золы уноса на магнитную и немагнитную фракции проведено отделение полых микросфер методом мокрой флотации (на лабораторных машинах и механизмах, моделирующих процесс мокрой флотации на угольных обогатительных фабриках без применения флотореагентов). Необходимости использовать флотационные реагенты не было, так как работает закон Архимеда при достаточно большой разности выталкивающей силы, обеспечиваемой значительной разницей истинной плотностью частиц золы и полых микросфер.

Фракционирование обедненной полыми микросферами золы уноса на магнитную и немагнитную фракции осуществляли на лабораторном магнитном анализаторе, используемом для определения эффективности отделения магнитных частиц из состава природного (минерального) мелкодисперсного железосодержащего концентрата.

В табл. 2 представлены результаты разделения зол на микросферы, магнитную и немагнитную фракции. В золах НК ТЭЦ и ТУ ГРЭС микросферы отсутствуют, так как технология улавливания золы уноса у них отличается от Кемеровской ГРЭС и Беловской ГРЭС.

Нужно обратить внимание, что зола Томь-Усинской ГРЭС имеет более значительное содержание магнитной фракции, чем золы других станций.

Для определения элементного и химического состава образцов зол предприятий, а также магнитной и немагнитной фракций использовался метод сканирующей электронной микроскопии с применением сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6390 LA с энергодисперсионным детектором рентгеновского излучения JED 2300 Центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН. Частичные результаты анализов (по некоторым элементам) представлены в табл. 3.

Таблица 2

Станция	Состав золы уноса, % масс.			
	Микросферы	Магнитная фракция	Немагнитная фракция	Потери
Кем. ГРЭС [4]	2,46	3,82	89,18	4,54
Бел. ГРЭС	1,11	8,22	89,56	1,11
НК ТЭЦ	-	4,48	91,65	3,86
ТУ ГРЭС	-	14,49	76,14	9,36

В магнитной фракции железо может находиться в составе золы уноса как отдельный элемент Fe, как оксид железа (II, III) (Fe_2O_3 и/или Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$ в виде магнетита или железной окалины)), как карбонат железа (II) FeCO3, как сульфата железа $FeSO_4$, который в присутствии карбоната натрия Na_2CO_3 или карбоната кальция $CaCO_3$ в инертной среде переходит в карбонат железа $FeCO_3$ с образованием сульфата натрия Na_2SO_4 или сульфата кальция $CaSO_4$. При этом серные или сернистые оксиды образуют твердые минеральные сульфаты либо с натрием или кальцием, либо с железом, т.е. происходит связывание газообразных оксидов серы, образованных при горении угля, в которых находится, хотя и небольшое количество, серы (Кузбасские угли бедны серой и сернистыми соединениями). Отметим, что карбонаты железа $FeCO_3$, образовавшиеся в процессе горения про температурах более 500° С переходят в оксиды железа (II) и выделением газообразного диоксида углерода CO_2.

Таблица 3

Элементы	Зола уноса КемГРЭС	Немагнитная фракция [4]	Магнитная фракция [4] (две стадии)	Зола НК ТЭЦ	Немагнитная фракция	Магнитная фракция	Зола уноса БелГРЭС	Немагнитная фракция	Магнитная фракция	Зола ТУ ГРЭС	Немагнитная фракция	Магнитная фракция
C	16,24	-	-	24,86	-	22,95	17,75	37,59	23,70	17,47	18,59	14,76
Si	22,16	28,09	19,08	13,72	27,01	17,65	17,5	16,17	18,29	14,72	18,59	15,72
S	0,25	-	-	0,22	0,26	0,36	0,07	-	0,11	0,18	0,24	0,36
Ca	4,37	4,15	4,9	1,58	4,14	4,19	2,33	5,26	8,48	2,18	4,23	5,48
Fe	4,04	4,01	21,22	2,19	4,59	7,9	2,86	2,92	4,79	3,71	3,87	10,51

Таким образом, при выделении магнитной фракции из общего состава золы уноса, должно происходить увеличение концентрации железосодержащих соединений, полагаем в большей степени сульфатов железа в виде $FeSO_4$, сульфатов кальция $CaSO_4$ и оксидов Fe_2O_3 (в пересчете на элемент – железо), а также увеличение концентрации сернистых соединений (в пересчете на элемент – сера).

Из табл. 3 видно, что в магнитной фракции содержание магнетита в пересчете на элементное железо, выделенное при проведении одностадийной мокрой магнитной сепарации на магнитном анализаторе, в 2-3 раза больше, чем в исходной золе уноса. При двухстадийной сепарации (мокрой и сухой) в содержании магнетита элементного железа в 5 раз больше, чем в исходной золе уноса. Увеличение концентрации серы при одновременном росте содержания кальция показывает, что сера может находиться с большей вероятностью в виде сульфатов железа и кальция.

На основе полученных результатов предполагается определить рациональную последовательность операций технологического процесса получения магнитной фракции (железосодержащего концентрата), легкой фракции золы уноса (полых микросфер) и немагнитной фракции с предварительно разработанными режимными параметрами процессов разделения. В золах и шлаках содержаться компоненты, обладающие ценными уникальными технологическими свойствами, позволяющими во многих современных технологиях эффективно использовать эти компоненты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Департамента образования и науки Кемеровской области в рамках научного проекта (договора) № 16-48-420871, «р_а» и соглашения № 6 от 15 декабря 2016 г.

Литература

1. Принципиальная схема очистки отходящих газов угольных электростанций для создания качественных попутных продуктов сжигания угля / А.И. Калачев // ТЭК. Стратегии развития. – 2015. - № 4 (39). – С. 36-41.
2. Технические решения по использованию золошлаковых отходов Каширской ГРЭС / А.Г. Тумановский, Ю.К. Целыковский, А.М. Зыков, Л.М. Делицын, С.Ф. Торхунов // Энергетик. – 2014. – № 4. – С. 27-31.
3. Переработка отвальных золошлаковых смесей в кондиционные зольные продукты – одно из приоритетных направлений эффективного решения проблемы обращения с золошлаками ТЭС в современных условиях А.Н. Набоков, Г.Н. Фрейберг, Т.П. Щеблыкина // Энергетик. – 2014. – № 10. – С. 31-35. Sysolyatin, A.S. Analysis of Fractionated Fly Ash and Slag at Kemerovo State District Power Plant / A.S. Sysolyatin, I.A. Zvingul, E.Yu. Temnikova// MATEC Web of Conferences, 2016, Vol. 72 (2016), Heat and Mass Transfer in the
4. System of Thermal Modes of Energy – Technical and Technological Equipment (HMTTSC-2016), Tomsk, Russia, April 19-21, 2016, Published online: 09 August 2016. – DOI: http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20167201137 – Article available at http://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/abs/2016/35/contents/contents.html

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОГО ПОЛЕСЬЯ

С.В. Андрушко
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Территория Гомельского Полесья, в пределах которой обнаружены первые палеолитические стоянки человека (24 – 22 тыс. лет до н.э.), отличается длительным периодом антропогенного освоения, уже на ранних этапах которого значительной трансформации подверглись отдельные природные компоненты ландшафтов, что в дальнейшем привело к существенному преобразованию их структуры и формированию природно-антропогенных ландшафтов (ПАЛ). Слабо изученной остается проблема особенностей хозяйственного освоения ландшафтов на ранних исторических этапах, весьма актуальным вопросом являются вопросы выявления пространственно-временных закономерностей смены ПАЛ.

Учет исторических особенностей антропогенного освоения и преобразования территорий позволит более обосновано характеризовать современное геоэкологическое состояние ландшафтов. Исходя из этого актуальной задачей является определение особенностей и интенсивности освоения ландшафтов, установление закономерностей формирования и изменения классов и подклассов природно-антропогенных ландшафтов и выявление предпосылок их современного геоэкологического состояния.

На основании анализа показателей демографического и хозяйственного преобразования территории в зависимости от особенностей и интенсивности хозяйственного освоения за две с половиной тысячи лет установлены особенности формирования ПАЛ.

Методика и объекты исследования. Антропогенная трансформация ландшафтов исследовалась в пределах территории Гомельского Полесья, включающая репрезентативные природные ландшафты данного региона (моренно-зандровые, вторичные водно-ледниковые и озерно-аллювиальные) за период от 1 тыс. до н.э. до начала XXI века. Разнообразие природно-ландшафтных условий и длительная история освоения территории позволили проследить особенности и установить закономерности антропогенного воздействия и трансформации ландшафтов на различных этапах хозяйственного освоения.

Природно-ландшафтная структура района состоит из аллювиального террасированного (27,5%), вторичного водно-ледникового (18,4 %), вторично-моренного (0,7 %), моренно-зандрового (35,2 %), озерно-аллювиального (10,1 %) и пойменного (8,1 %) ландшафтов.

Для каждого из ландшафтов были выделены преобладающие факторы антропогенных воздействий, проведен пространственный анализ системы расселения и интенсивности хозяйственного освоения. На основании пространственного анализа топографических и общегеографических карт района исследований середины

XIX и конца XX века были определены особенности изменения структуры землепользования, с последующим выделением классов и подклассов ПАЛ в соответствии с методикой классификации природных и природно-антропогенных ландшафтов Беларуси, разработанной Г.И. Марцинкевич [1]. Определены пространственно-временные закономерности формирования подклассов и классов ПАЛ в пределах территории Гомельского Полесья.

Результаты и их обсуждение. Начиная с момента появления первых стационарных поселений, более двух с половиной тысячелетий назад в железном веке, отмечаются первые существенные антропогенные воздействия на природный ландшафт в пределах территории Гомельского Полесья. Особенно ярко данный процесс наблюдается в староосвоенных регионах, к которому и относится изучаемый регион. Именно в пределах территории юго-востока Беларуси отмечено наибольшее скопление первичных поселений, памятников, датируемых ранним железным веком – 71 % из числа всех обнаруженных памятников в Республике Беларусь и 42 % от общего числа приходится именно на территорию Гомельского Полесья [4]. Соответственно наибольшая степень антропогенных воздействий на начальных этапах хозяйственного освоения была характерна именно для данной территории.

В I тыс. до н.э. и вплоть до VIII века н.э. для территории Гомельского Полесья была характерна незначительная плотность поселений – в среднем до 1,8 поселения на 100 км^2. Средняя людность поселений колебалась от нескольких десятков жителей (30-50). Хозяйственно освоенные земли на данном этапе были представлены подсекой, величина которой составляла 1-2 десятины или 1,1-2,2 га. Лесистость территории составляла более 75 % [2]. Хозяйственная освоенность достигала 10-15 %. Все участки под подсекой и залежные земли, размещаясь в пределах зоны хозяйственного освоения, уже на данном этапе освоения начинали изменять структуру близлежащих ландшафтов на локальном уровне – в пределах отдельных фаций.

В IX – XVI веках для изучаемой территории по-прежнему была характерна малая – в среднем до 1 поселения на 100 км^2 плотность населения. Однако возрастала средняя людность поселений до 100 – 125 человек. Хозяйственные ареалы поселений занимали от 12 до 16 десятин (13,2 – 17,6 га), в зависимости от использовавшейся системы земледелия (двуполье, трехполье), и 1,4 десятины (1,5 га) приходилось на сенокос, таким образом, в среднем на одно хозяйство приходилось до 17 га сельскохозяйственных угодий [3]. Лесистость снижается до 65-70 % [2], что свидетельствует о появлении лесохозяйственных ландшафтов на наиболее освоенных участках, примыкающих к основному радиусу хозяйственного освоения территории. В сельскохозяйственный оборот вовлекались новые земли, подвергая существенному преобразованию структуру естественных природных ландшафтов, вероятно уже на уровне отдельных урочищ.

Со второй половины XVI века средняя плотность поселений составляла 2,2 поселения, а с XIX века более 4,4 поселения на 100 км^2. Средняя людность увеличилась до 250 человек на поселение, а в XIX веке уже составила 650 человек и фактически уже была равна величине, характерной для первой половины XX века. Начиная со второй половины XVI века площадь сельскохозяйственного надела увеличивается до 21,36 га, а размещение угодий становится более упорядоченным, что обусловлено аграрной реформой, и способствовало дальнейшему увеличению сельскохозяйственной освоенности (более 15-30 %); кроме того, лесистость региона была уже снижена до 60 % в XVIII веке и до 50 % к XIX веку [2]. Начиная с XVIII века уже можно утверждать о формировании сельскохозяйственно-лесного подкласса природно-антропогенных ландшафтов на наиболее преобразованных территориях, вероятно размером не более урочища, попадающих в радиус хозяйственного освоения населенных пунктов, и формируя в дальнейшем при своем расширении подклассы и классы ПАЛ.

С XX века на территории Гомельского Полесья начинается этап интенсивного антропогенного преобразования. В XX веке средняя плотность поселений составила более чем 7 поселений на 100 км^2, наибольшая величина равнялась более чем 10 поселений на 100 км^2. Людность в течении этапа колебалась от 600 до 790 человек на поселение. Площадь освоенных земель продолжает увеличиваться до более чем 40 % в отдельных ландшафтах, средняя лесистость снижается до 30 % [2].

Длительный период антропогенного воздействия, нарастание интенсивности хозяйственного освоения постепенно привели к существенной трансформации природных ландшафтов, на месте которых сформировались природно-антропогенные комплексы. Так до X в. лесистость территории была более 75 %, снижаясь к XIII веку до 65–70 % [2], сельскохозяйственная освоенность составляла от 5 до 10 %; до 15 % показатель увеличился в отдельных ландшафтах. Данные характеристики свидетельствуют о появлении лесохозяйственных ландшафтов к началу второго тыс. н.э., однако, на наиболее освоенных приречно-долинных пространствах уже отмечались локальные участки, близкие по своей структуре к сельскохозяйственно-лесному классу.

Со второй половины XVI века сельскохозяйственная освоенность составила от 15 до 30 %, лесистость региона уже была снижена до 60 % в XVIII веке и до 50 % к XIX веку [2]. После XVI века значительно возросла степень освоения, однако, о формировании сельскохозяйственно-лесного класса природно-антропогенных ландшафтов возможно говорить только к концу XVIII века в пределах наиболее преобразованных моренно-зандровых и вторично-моренных природных ландшафтов. Исходя из этого именно с XVIII–XIX веков можно утверждать о формировании сельскохозяйственно-лесного подкласса ПАЛ на наиболее преобразованных участках. С XIX–XX веков площадь освоенных земель продолжает увеличиваться – до 40 % и более в отдельных ландшафтах, средняя лесистость снижается до 30 % [2], что свидетельствует о появлении сельскохозяйственного природно-антропогенного ландшафта.

В XIX веке преобладающим был лесной класс ландшафтов, занимавший 52,4 % территории Гомельского Полесья, в основном в пределах аллювиальных террасированных ландшафтов с доминирующим лесохозяйственным подклассом. Сельскохозяйственно-лесные ландшафты занимали 20,6 % территории и тяготели преимущественно к вторичным водно-ледниковым и моренно-зандровым ПТК, сельскохозяйственные – 27 %, в

пределах вторично-моренных, моренно-зандровых и пойменных ПТК. В конце XX века значительно снизилась площадь лесного класса ПАЛ (в 5 раз до 10,4 %), до 62,6 % увеличивается площадь сельскохозяйственно-лесного класса (возросла в 3 раза), тогда как площади сельскохозяйственного класса ландшафта остались неизменными (27 %)при значительном изменении структуры подклассов.

Лесной класс ПАЛ при существенном уменьшении своей площади (в 4,8 раза) сохранил структуру подклассов: в XIX веке 96 % его площади были представлены лесохозяйственным и 4 % – лесоболотным подклассами. Снижение площади класса произошло за счет доминирующего лесохозяйственного ландшафта, соответственно увеличилась площадь лесоболотного подкласса ПАЛ с 4 до 17 % в общей структуре класса.

Площадь сельскохозяйственно-лесного класса ПАЛ возросла в 3 раза, существенно была преобразована структура подклассов. Если в XIX веке доминирующим подклассом был лесо-пахотный (62,5 %), то к концу XX века 65 % площади класса занимал пахотно-лесной подкласс, сформировавшийся на месте лесо-пахотного либо заменивший лесохозяйственные ПАЛ.

Таким образом, анализ интенсивности хозяйственной деятельности от I-го тыс. до н. э. установил преобразование ландшафтной структуры от лесного к лесохозяйственному, сельскохозяйственно-лесному и сельскохозяйственному ПАЛ.

Литература

1. Марцинкевич, Г.И. Функциональная типология и структура трансформированных ландшафтов Белорусского Полесья / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастная, И.П. Усова // Земля Беларуси. – 2010. – № 3. – С. 24–27.
2. Комплексная продуктивность земель лесного фонда / В.Ф. Багинский и др., под общей редакцией В.Ф. Багинского – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2007. – 295 с.
3. Риер, Я.Г. Аграрный мир Восточной и Центральной Европы в средние века (по археологическим данным) / Я.Г. Риер. – Могилев: МогГУ. – 2000. – 320 с.
4. Поболь, Л.Д. Археологические памятники Белоруссии: Железный век. – Минск : Наука и техника, 1983. – 456 с.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ РАДИАЦИОННОГО РИСКА СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

З.С. Апсаликова[1], М.Т. Джамбаев[1,2], Ш.Б. Жакупова[1], Ю.Ю. Брайт[1]

Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.В. Липихина

[1]Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей, Казахстан

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

Для профилактики неблагоприятного воздействия химических полютантов на организм человека необходимо, прежде всего, выяснить пути и источники их поступления [4]. Основной источник поступления макро и микроэлементов в организм человека – пероральное поступление с продуктами питания. Сельскохозяйственная продукция, а именно продукция животноводства, является одним из основных источников снабжения населения продовольствием. В связи с этим продукты животного происхождения являются одними из основных поставщиков различных химических элементов в организм человека [5].

Широкомасштабные испытания ядерного и термоядерного оружия, проводившиеся в течение 40 лет на Семипалатинском полигоне, стали причиной облучения сотен тысяч жителей и радиоактивного загрязнения обширных территорий северо-восточного и восточного регионов Казахстана. Несмотря на закрытие полигона, медицинские, социальные и экологические проблемы остаются актуальными и требуют своего решения. Радиационное загрязнение почвы, растительности, животных, облучение людей свидетельствуют о масштабной радиоэкологической проблеме, связанной с отрицательными последствиями техногенной деятельности человека, ставят под угрозу жизнь и здоровье облученных жителей Семипалатинского региона и их потомков в последующих поколениях [1].

В статье представлены данные по содержания элементов в мясе и молоке крупнорогатого скота выращиваемого на территориях, прилегающих к Семипалатинскому испытательному ядерному полигону (СИЯП), как основных продуктов питания местного населения.

Пробы были отобраны в селах Новопокровка и Зенковка Бородулихинского района и в селе Кокпекты Кокпектинского района Восточно-Казахстанской области, относящиеся к максимальной, повышенной и минимальной зонам радиационного риска. Всего собрано 30 проб органов животных (печень), по 10 проб с каждого населенного пункта, и по 10 проб молока с каждого населенного пункта, с тех же дворов, где проводился пробоотбор мяса животных. Всего собрано 60 проб: 30 проб органов и тканей животных и 30 проб молока.

Химический состав (28 химических элементов) мяса и молока крупного рогатого скота был определен инструментальный нейтронно-активационный анализом в лаборатории геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического института.

Уровни содержания химических элементов в мясе исследуемых населённых пунктов в среднем соответствуют

друг другу и различаются незначительно. В селе Новопокровка наблюдается повышенное содержание (по сравнению со средними показателями) в мясе крупного рогатого скота таких химических элементов как: уран, натрий, скандий. И пониженный уровень содержания таких химических элементов как цезий, рубидий, лантан и самарий. В селе Зенковка наоборот наблюдается повышенное содержание (по сравнению со средними показателями) в мясе крупного рогатого скота таких химических элементов как: цезий (превышение средних показателей в 2 раза), рубидий, самарий, иттербий. И пониженный уровень содержания (по сравнению со средними показателями) таких химических элементов как: уран, натрий, гафний, скандий. Натрий оказывает влияние на обмен и усвоение кальция и фосфора. При недостатке в рационе натрия создаются неблагоприятные условия для усвоения и удержания кальция. Недостаточность натрия у крупного рогатого скота может быть вызвана избытком калия в рационе. Резко возрастает выведение натрия с мочой, что нередко служит причиной нарушения воспроизводительных функций.

Анализ содержания химических элементов в коровьем молоке исследуемых населенных пунктов выявил значительный разброс средних значений, а минимальные и максимальные уровни содержания элементов отличаются во много раз. Всё это указывает на различную биогеохимическую обстановку для каждого отдельно взятого села и её прямое влияние на состав коровьего молока. Элементы депонируются в растениях; попадая в организм животных с пищей и водой, накапливаются выше предельно допустимых концентраций, откладываясь в органах и тканях, к которым имеют сродство; вызывают химический дисбаланс, что наглядно проявляется в составе молока.

Село Новопокровка отличается пониженным уровнем содержания (в сравнении со средними показателями) целого ряда элементов в молоке крупного рогатого скота: сурьмы, скандия, урана, гафния (>0,5), лютеция, иттербия, брома, мышьяка, хрома, золота. Как видно на рисунке село Новопокровка характеризуется наиболее низкими уровнями содержания элементов в молоке в сравнении с двумя другими сёлами.

По скандию, стронцию и гафнию коэффициент концентрации в молоке с. Зенковка составляет менее 0,5. Также наблюдается недостаток бария, церия, лютеция, тербия, тория и золота. Для железа, кобальта, цинка, ниодима, европия, урана и серебра наблюдается повышенный коэффициент концентрации (превышение менее чем в 1,5 раза). Максимальные коэффициенты концентрации у сурьмы, самария и лантана.

В селе Кокпекты наивысший коэффициент концентрации (>1,5) характерен для гафния, скандия, хрома, стронция. Также присутствуют повышенные содержания мышьяка, брома, рубидия, сурьмы, бария, урана, золота, иттербия, лютеция. Для железа, цезия, лантана, ниодима и самария коэффициент концентрации <1. В молоке села Кокпекты в сравнении с двумя другими наблюдаются более высокие коэффициенты концентрации элементов. Это может являться косвенным признаком наличия на данной территории скрытого оруденения Au-Ag-Sb типа или свидетельствует о привносе данных компонентов подземными водами с золотоносных районов.



Рис. Коэффициент концентрации содержания химических элементов в молоке относительно среднего по трём населённым пунктам для а) с. Новопокровка, б) с. Зенкова, в) с. Кокпекты

В целом, уровни содержания химических элементов в молоке по трём населённым пунктам в среднем соответствуют друг другу и различаются незначительно. Из перечня исследуемых элементов можно выделить более низкий, в сравнении с другими сёлами, уровень содержания сурьмы и урана в Новопокровке, более высокий уровень содержания гафния в с. Кокпекты.

Сопоставляя полученные данные со стандартами ГОСТ можно обнаружить повышенное содержание цинка и железа (таблица), причем содержание цинка превышает норму на 2 порядка, и в 7 раз превышает ПДК [2, 3]. Кроме того, наблюдается превышение предельно допустимых концентраций для хрома и сурьмы.

Таблица

Сравнительное содержание химических элементов в коровьем молоке исследуемых населенных пунктов с нормами ПДК и по ГОСТ-у, мг/кг

Элемент	Среднее содержание по 3 селам	ПДК	по ГОСТ-у
Na	0,1937	-	43
Ca	0,5180	-	113
Cr	2,3673	0,1	-
Fe	0,0673	3	0,03
Zn	35,9124	5	0,37
As	0,6708	0,05	-
Sb	0,0822	0,05	-

В сравнении с нормой МАГАТЭ для лёгких элементов в исследуемых населённых пунктах наблюдается превышение содержания хрома, кобальта, цинка и мышьяка на много порядков; наиболее высокие показатели для хрома, кобальта и цинка обнаружены в с. Зенковка, по мышьяку – в с. Кокпекты. Сопоставляя полученные данные с исследованиями по Томску наблюдается чёткая картина более высоких уровней содержания по всем элементам без исключения, для тантала и европия – превышение в несколько раз, для остальных элементов – на порядок и более.

По химическому составу выявлены зоны и участки с максимальной степенью техногенной трансформации природной среды. Так как мясо и молоко крупного рогатого скота являются основными продуктами питания человека, полученные данные могут быть использованы в дальнейших медико-биологических исследованиях в целях прогнозирования заболеваемости и оздоровления населения.

Литература

1. Апсаликов К.Н., Гусев Б.И., Белихина Т.И., Булеуханова Р.Т., Мулдагалиев Т.Ж., Липихина А.В. Исторические и медико-гигиенические аспекты состояния окружающей среды территорий Казахстана, сформированные в результате испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне // Вестник Медицинского центра Управления делами Президента, N4(53) – 2013, С. 4-9
2. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. М.: Колос, 1997. – 288с.
3. Комаров В.И. Проблемы безопасности пищевых продуктов / В.И. Комаров // Пищ. Пром-сть. – 1996. –№2. – С. 26–27
4. Мешков Н.А. Медико-социальные последствия ядерных испытаний: монография / Н.А. Мешков, Е.А. Вальцева, Г.М. Аветисов, В.К. Иванов, С.В. Казаков. – М.: Воентехиздат, 2003. – 398 с.
5. Essentials of Medical geology. Impacts of the Natural Environment on Public Health / edited in – Chief: Olle Selinus - Elsevier Academic Press, 2005 – 812 P.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МИРНИНСКОГО ГОКА

К.И. Афанасиади

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

История горнопромышленного освоения Западной Якутии берёт начало в двадцатых годах прошлого века с открытия первых коренных месторождений алмазов. На сегодняшний день компания «АЛРОСА», являющаяся мировым лидером алмазодобывающей отрасли, продолжает наращивать производственные показатели и разрабатывать новые алмазные месторождения на территории Республики Саха (Якутия). Компания занимается не только разведкой, но и добычей, но и обогащением и продажей алмазного сырья.

Процесс обогащения кимберлитовой руды осуществляется на обогатительной фабрике №3, расположенной в 2 км западнее г. Мирного Республики Саха (Якутия). Отходы обогатительной фабрики до 1990 г. складировались на территории хвостохранилища I и II очереди. Общая площадь хвостохранилища составляет 3,56 км^2. После прекращения складирования хвостов при достижении проектных отметок, хвостохранилище было законсервировано, тем не менее негативное воздействие сохранилось и проявлялось в виде пыления с поверхности хвостового участка и инфильтрацией высокоминерализованных вод в подземные горизонты.

Усугубление воздействий на компоненты окружающей среды вызывают суровые климатические условия района расположения хвостохранилища. Климат района резко континентальный с продолжительной зимой и коротким летом, с относительно малым количеством выпадающих осадков. Среднегодовая температура воздуха – 8,2°С, абсолютный минимум температур –58°С, абсолютный максимум +35,7°С. Продолжительность периода с отрицательными температурами 7,2 месяца. Средний срок образования снежного покрова – начало октября, схода снежного покрова – начало мая.

Условия осложнены распространением сплошной многолетней мерзлоты, имеющей мощность 250–400 м. Льдистость мерзлых пород в рыхлых отложениях изменяется от 5 до 45 %, а в скальных и полускальных породах от 5 до 20 %. Сезонные колебания температур мерзлых грунтов затухают на глубине 9-11 м от дневной поверхности. Глубина протаивания для глинистых грунтов 2,5 м, для песчаных грунтов 3,2 м. Температура грунтов на уровне годовых нулевых амплитуд равна минус 0,5–3°С. Нормативная температура грунтов на глубине 10 м составляет минус 2°С.

После консервации хвостохранилища I и II очереди в 1990 г., компания проводила комплекс работ по рекультивации земель, основу которых составил завоз плодородного слоя почвы, планирование ее на поверхности и посадка злаковых трав [2,6]. Актуальность исследования определяется тем, что работы по восстановлению земель ожидаемого результата не дали.

В связи с проблемой неэффективной рекультивации, были проведены исследования с целью выявления причин низкого уровня произрастания трав. Для определения причины подавления роста растений было отобрано 3 пробы: 1 – почва с фоновой территорий, за границами санитарно-защитной зоны хвостохранилища; 2 – поверхности нерекультивируемой части хвостохранилища, представляющая собой хвосты обогащения; 3 –

грунт с участка проведения биологической рекультивации, где отмечено более активное подавление растений.

Поскольку руда на обогащение поступает из глубоких горизонтов с высоким содержанием солей, отобранные образцы были проанализированы на возможные подавляющие загрязнители, такие как хлорид-ионы и сульфат-ионы (Таблица). Предварительно пред анализом были приготовлены водные вытяжки [5]. Определения хлоридов и сульфатов проводились методом жидкостной хроматографии с использованием хроматографа компании Shimadzu LC-20.

Таблица

Содержание солей в отобранных пробах (мг/дм³)

Проба № 1 Почва с фоновых территорий	
Определяемый показатель	Результаты измерения
Хлорид-ион	39,9±6,0
Сульфат-ион	215,3±83,3
Проба № 2 Грунт, взятый с поверхности хвостохранилища	
Хлорид-ион	779,5±6,0
Сульфат-ион	1352,6±83,3
Проба № 3 Грунт, взятый с рекультивируемой поверхности хвостохранилища	
Хлорид-ион	340,7±6,0
Сульфат-ион	609,6±83,3

По результатам проведенных исследований выявлено высокие содержания в пробах №2 и №3 хлорид-ионов и сульфат-ионов. Повышенное содержание вышеуказанных элементов является главным образом причиной засоления грунтов. Действие засоления связано в первую очередь с ухудшением водного баланса. Засоление приводит к созданию в почве низкого водного потенциала, поэтому поступление воды в растение сильно затрудняется. Под влиянием солей происходят нарушения ультраструктуры клеток, в частности изменения в структуре хлоропластов [3]. Особенно это проявляется при хлоридном засолении. Вредное влияние высокой концентрации солей также связано с повреждением мембранных структур, в частности плазмалеммы, вследствие чего возрастает ее проницаемость, теряется способность к избирательному накоплению веществ. Высокая концентрация Cl^- тормозит фотосинтез. Отрицательное действие высокой концентрации солей сказывается прежде всего на корневой системе растений. При этом в корнях страдают наружные клетки, непосредственно соприкасающиеся с раствором соли. В стебле наиболее подвержены действию солей клетки проводящей системы, по которым раствор солей поднимается к надземным органам [1,4]

Все вышеперечисленные факторы говорят нам о том, что произошла миграция солей по капиллярам с поверхности хвостохранилища в вышележащие горизонты плодородного слоя почвы [1]. В связи с эти, перед проведением рекультивационных работ необходимо подобрать материал, разрывающий капиллярные связи.

Литература

1. Гавич И.К. Гидрогеодинамика Учебник для вузов. - М.: Недра, 1988 – 349 с.
2. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
3. Ивановский Д.И. Физиология растений. Издание второе с дополнениями проф. Худякова Н.Н. — М.: Госиздательство, 1997 – 550 с.
4. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. т. 1. Издательство академии наук СССР М.:1998 – 563 с. «Методические указания. Определение массовой концентрации хлорид-, сульфат-, нитрат-, нитрит-ионов в пробах питьевой воды и пробах почв (водных вытяжек) методом ионной хроматографии. Методика выполнения измерений. РД 52.18.572-96» (утв. Росгидрометом 11.01.1996)
5. Миронова. С.И., Проблемы биологической рекультивации нарушенных горнодобывающими предприятиями земель в Якутии: современное состояние и перспективы, 2012 – 325 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ НАНОСИМОГО ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ОТ МИНЕРАЛИЗОВАНЫХ ВОД ХВОСТОХРАНИЛИЩА АК «АЛРОСА» ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

К.И. Афанасиади, Ю.Д. Смирнов
Научный руководитель заведующий кафедрой Э.А. Кремчеев
Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Хвостохранилища I и II очереди обогатительной фабрики №3 АК «АЛРОСА» представляют собой законсервированные гидротехнические сооружения, образованные при складировании отходов обогащения кимберлитовой руды. Площадь хвостохранилища составляет 356 га. Поверхность объекта представляет собой эрозийный засоленный грунт. Самозарастание поверхности хвостохранилища растительным покровом не происходит. Основной причиной, препятствующей самозарастанию, является негативное воздействие отходов обогащения с повышенным содержанием хлористых солей. Засоление приводит к созданию в почве низкого водного потенциала, поэтому питание растений сильно затрудняется [1]. Под влиянием солей происходят нарушения ультраструктуры клеток растений, в частности изменения в структуре хлоропластов [3]. Кроме того, процесс самозарастания осложняется воздействием сурового климата территории размещения предприятия (Крайний Север) [6].

Рекультивация хвостохранилища, с целью устранения негативного воздействия на окружающую среду, является неотъемлемой частью природоохранных мероприятий в районе развития алмазодобывающей промышленности [2]. Решающим фактором стабилизации грунтов, защиты почв от всех видов эрозии и возвращения земель в хозяйственный оборот является создание устойчивого и долговечного растительного покрова.

Для обоснования технологии рекультивации хвостохранилищ были проведены натурные и лабораторные исследования физических моделей укладки грунтов при рекультивации. Исследования заключались в определении рационального варианта создания изолирующих экранов, обеспечивающих капиллярный разрыв засоленного основания и наносимого плодородного слоя [4]. С применением современной лабораторной базы аккредитованного ЦКП Горного университета выполнена оценка изменения степени засоления слоев грунта, доступных для корневых систем растений. В результате проведённых исследований было подобрано три различных варианта создания изолирующих экранов и нанесения плодородного слоя на засоленную поверхность хвостохранилища. Первый вариант – нанесение плодородного слоя без экранирования; второй вариант – укладка в качестве экрана геосинтетического материала; третий вариант – последовательная укладка геосинтетического материала с формированием песчаной прослойки. В целях проверки эффективности всех вариантов экранирования и создания устойчивого растительного покрова полевые исследования проводились на территории исследуемого объекта в г. Мирный Республики Саха (Якутия). Эффективность экранирования определялась по минимальному содержанию хлорид ионов, мигрировавших в нанесенный плодородный слой, а также по обильности прорастания и интенсивности последующего развития, засеянных на плодородном слое многолетних злаковых трав [5].

Для подтверждения эффективности экранирования были отобраны пробы со всех исследуемых участков. Анализ водных вытяжек проб плодородного слоя подтвердил минимальное содержании хлорид ионов на участке с песчаным прослоем.

В результате выполненной экспериментальной оценки для различных вариантов создания изолирующих экранов установлено, что на участке с песчаной прослойкой обильность произрастания злаковых трав также оказалась значительно выше по сравнению с остальными, что объясняется устойчивым капиллярным разрывом основания с плодородным слоем. Таким образом, технология создания экрана путем последовательной укладки геосинтетического материала и песка обеспечивает эффективную изоляцию наносимого плодородного слоя от высокоминерализованных вод хвостохранилища.

Полученные в ходе исследования результаты позволили выбрать оптимальный вариант создания изолирующих экранов и использовать его в предложенном техническом решении, которое является перспективным для возвращения территории отчужденных земель предприятия АК «АЛРОСА» в хозяйственный оборот. Такие преимущества предложенной технологии как простота реализации, общедоступность и экспрессность, а также наличие в регионе необходимой сырьевой базы, позволяют рекомендовать данное решения как основное для рекультивации хвостохранилищ АК «АЛРОСА» в условиях Крайнего Севера.

Литература

1. Гавич И.К. Гидрогеодинамика. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 349 с.
2. Чемезов В.В., Коврыжников В.Л. Землепользование и рекультивация нарушенных земель при разработке месторождений золота и алмазов. Пособие по разработке проектов рекультивации нарушенных земель. – Иркутск: Изд-во ОАО «Иргиредмет», 2007 – 330с.
3. Ивановский Д.И. Физиология растений. Издание второе с дополнениями проф. Худякова Н.Н. – М.: Госиздательство, 1997. – 550 с.
4. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. т. 1. Издательство академии наук СССР. – М.:1998. – 563 с.
5. "Методические указания. Определение массовой концентрации хлорид-, сульфат-, нитрат-, нитрит-ионов в пробах питьевой воды и пробах почв (водных вытяжек) методом ионной хроматографии. Методика выполнения измерений. РД 52.18.572-96" (утв. Росгидрометом 11.01.1996).
6. Миронова С.И. Проблемы биологической рекультивации нарушенных горнодобывающими предприятиями земель в Якутии: современное состояние и перспективы // Успехи современного естествознания. 2012. – № 11-1. – С. 11-14.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА ЮЖНОГО УРАЛА НА ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ

Д.А. Бабенко
Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

ПАО “Гайский горно-обогатительный комбинат” является одним из ведущих горно-металлургических предприятий РФ, входит в состав холдинга “Уральская горно-металлургическая компания” (УГМК) – крупнейшего производителя меди в России. Основным родом деятельности ПАО «Гайский ГОК» является добыча, переработка и обогащение медно-цинковых руд.

Обогащение руды на обогатительной фабрике происходит методом флотации, в результате которого образуются отходы производства – хвосты обогащения. Хвосты обогащения представляют собой мелкие частицы пустой породы в смеси с водой – пульпу. Выход хвостов в зависимости от содержания металлов в руде составляет 80-85% от объема перерабатываемой руды. Хвосты обогащения смешиваются с кислой рудничной водой в главном корпусе фабрики, затем через пульпонасосную станцию поступают в хвостохранилище намывного типа, а также используются для рекультивации отработанных карьеров и закладки пустот подземного рудника.

Минеральный состав хвостов представлен пиритом, халькопиритом, сфалеритом, кварцем, полевым шпатом, хлоритом и серицитом. Химический состав: FeS_2, $CuFeS_2$, ZnS, SiO_2, смеси алюмосиликатов, соли хлористой кислоты $KAl(AlSi_3O_8)(OH)_2$.

Хвостохранилище предприятия функционирует с 1966 года, представляет собой сооружение II класса ответственности с максимальной высотой дамбы 50,5 м, площадью 190 га, емкостью на максимальной отметке гребня 378,5 м – 52,5 млн м^3. Наращивание дамбы выше существующей отметки нецелесообразно в связи со снижением запаса прочности дамбы. В результате решения вопроса о дальнейшем складировании отвальных хвостов, разработан проект рекультивации отработанных карьеров с их использованием.

В результате длительного функционирования хвостохранилища происходит формирование фильтрационных потерь жидкой фазы хвостов обогащения через дамбу и днище сооружения, что может являться причиной загрязнения подземных и поверхностных вод [4].

В этой связи, целью проводимых исследований являлось определения состояния подземных и поверхностных вод района техногенного воздействия хвостохранилища. В июле 2016 года в рамках производственной практики был произведен отбор проб поверхностных и подземных вод, оборотной воды на обогатительной фабрике, а также воды из пруда отстойника и кислых рудничных вод.

Отбор, хранение, консервация и транспортировка проб выполнена в соответствии с ГОСТ 31861-2012 “Вода. Общие требования к отбору проб”.

Анализ проб выполнен на базе лаборатории “Центра коллективного пользования” Санкт-Петербургского горного университета. Катионный состав определен с помощью эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой ICPE-900 Shimadzu, оператор – аспирант кафедры геоэкологии Чукаева М.А., анионный состав – спектрофотометром DR 5000. Результаты проведенного анализа проб представлены на рисунке. Предельно-допустимые концентрации приняты по ГН 2.1.5.1315-03.

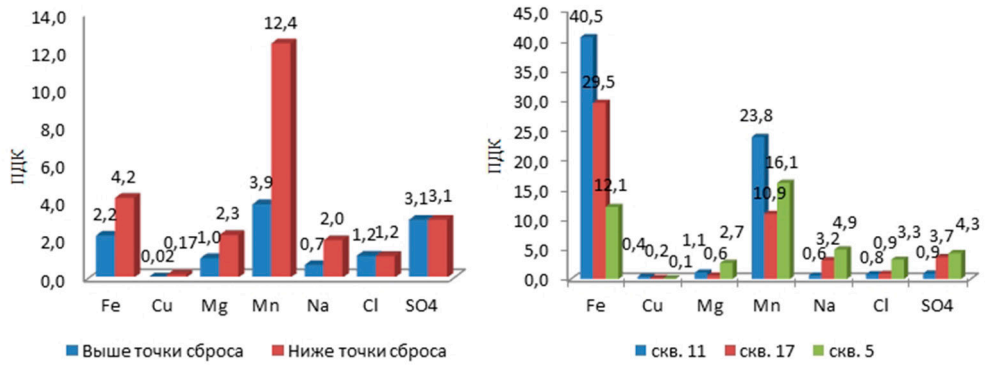


Рис. Результаты анализа поверхностных (слева) и подземных (справа) вод

Для оценки степени загрязненности воды в р. Ялангас был рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязненности, величина которого составила 5,84, что в соответствии с классификацией характеризует качество воды в ручье как «грязная» (класс 4а) [3].

С целью увеличения степени защиты от фильтрации загрязняющих веществ отходов производства в ходе складирования отвальных хвостов в отработанные карьеры предлагается в качестве противофильтрационного покрытия использовать смесь полиэтиленов. Данное покрытие должно иметь высокую прочность, обладать устойчивостью к воздействию агрессивной среды. В связи с этим, возникла необходимость определения

физико-механических свойств полимеров, определение устойчивости к влиянию агрессивной среды противофильтрационного материала.

В качестве материалов для исследования выбраны полиэтилены низкого, высокого давления и полипропилен. Образцы изготавливались в пресс-формах, сделанных в учебно-производственной мастерской Санкт-Петербургского горного университета, в форме листов 60×130 мм путем нагрева в муфельной печи и последующим охлаждением со скоростями, отражающими реальные полевые условия. Согласно справочным данным, температуры плавления полимеров различны и лежат в интервале от 105 до 175 °С [1]. На практике, температура перехода из высокоэластичного состояния вязкотекучее состояние для исследуемых полимеров составляет для полиэтилена высокого давления – 120 °С, полиэтилена низкого давления – 135 °С, полипропилена – 170 °С.

Определение показателей характеризующих прочность полимерных материалов осуществлялось на универсальной испытательной машине с серво-электромеханическим приводом для статических испытаний материалов на растяжение, сжатие, изгиб H75K-S.

Испытание прочности образцов при разрыве производилось в соответствии с ГОСТ 11262-80. Скорость разрыва по ГОСТ составляла 200 мм в минуту.

Общая тенденция для всех исследованных образцов: повышение разрывной прочности с ростом температуры переработки полимеров с пиками при температурах в интервале 170-180 ˚С и последующим резким снижением прочностных характеристик.

Резкое снижение величины прочности объясняется термической деструкцией полимерного материала. Под действием высоких температур в полимере на надмолекулярном уровне происходит разрыв макромолекул или отсоединение от них боковых групп зачастую сопровождающийся сшиванием макромолекул. Деструкция под воздействием тепла обусловлена увеличением вероятности концентрации на одной из химических связей в макромолекуле энергии, достаточной для ее разрушения [2].

Основным показателем химического разрушения полимеров, усиливающим механическое разрушение, является растрескивание образцов под действием агрессивных сред. Растрескивание формируемого полимерного покрытия приводит к нарушению его целостности, следствием чего является увеличение объема инфильтрующихся отходов в грунтовые воды. В этой связи необходимо проведение исследований устойчивости предлагаемого противофильтрационного покрытия к воздействию агрессивной щелочной среды. Определение свойств исследуемых образцов проводилось в соответствии с ГОСТ 12020-72 «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред». Для проведения исследований использовались образцы в форме квадрата со стороной 50 мм и толщиной 3 мм.

В результате контакта образца полипропилена с щелочным раствором происходит его диффузионное проникновение в межмолекулярное пространство, приводящее к набуханию полипропилена. На 16 неделе процесс изменения массы полипропилена принял обратимый характер. Это связано с предельным насыщением образца. Изменение массы полиэтилена низкого давления наблюдалось спустя 4 недели. Масса теряется в результате деструкции надмолекулярной структуры полимера. Изменение массы образцов полиэтилена высокого давления зафиксировано на 16 неделе проведения эксперимента.

Изменение геометрических параметров полипропилена, полиэтилена высокого давления и полиэтилена низкого давления по истечению шестнадцати недельного срока проведения эксперимента не зафиксировано.

Деструктивные процессы, протекающие в полимерных материалах под действием агрессивной среды, напрямую определяют снижение их устойчивости к механическим нагрузкам.

По результатам проведенных исследований наиболее подходящим для использования в качестве основного компонента противофильтрационного покрытия среди исследуемых образцов является полиэтилен высокого давления.

Литература

1. Адрианова Г.П. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи / Г.П. Адрианова, К.А. Полякова, Ю.С. Матвеев; под общ. ред. Г.П. Адриановой. – 3-е изд. перераб. и доп. – Ч.1. Физико-химические основы создания и производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. – М.: КолосС, 2008. – 367 с.
2. Акименко Д.О. Снижение экологической опасности рудных штабелей кучного выщелачивания золотоносных руд: Автореферат Дис. канд. технических наук. – Санкт-Петербург, 2014 г. – 24 с.
3. Бабенко Д.А., Пашкевич М.А. Мониторинг техногенного воздействия хвостохранилища горно-обогатительного комбината Южного Урала на природные воды // Материалы XII молодёжной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Шаг в будущее: Теоретические и прикладные исследования современной науки». – СПб., 2016 г. – С. 30 – 34.
4. Пашкевич М.А. Геохимия техногенеза. Учебное пособие. – СПб.: СПГГИ (ТУ), 2007. – 72 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ СОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ) ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

А.В. Белошейкина[1], А.В. Таловская[2]
Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков
[1] ООО «ХАКАСТИСИЗ», г. Абакан
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основными видами воздействия горно-обогатительного комбината на окружающую среду являются: нарушение земной поверхности горными работами; выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, выбросы при ведении горных работ; вырубка леса [5]. Разрабатываемое месторождение полезного ископаемого и другие, связанные с его разработкой объекты хозяйственной деятельности, представляют собой сложную природно-техногенную систему, содержащую ряд источников антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим возникает необходимость изучения воздействия антропогенных загрязнителей на компоненты природной среды.

Целью работы являлось определение уровня загрязнения территории комбината по данным исследования снежного покрова. Предприятие расположено на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия [5]. На территории комбината было выбрано 6 ключевых участков для эколого-геохимической оценки (рис.1, табл. 1).

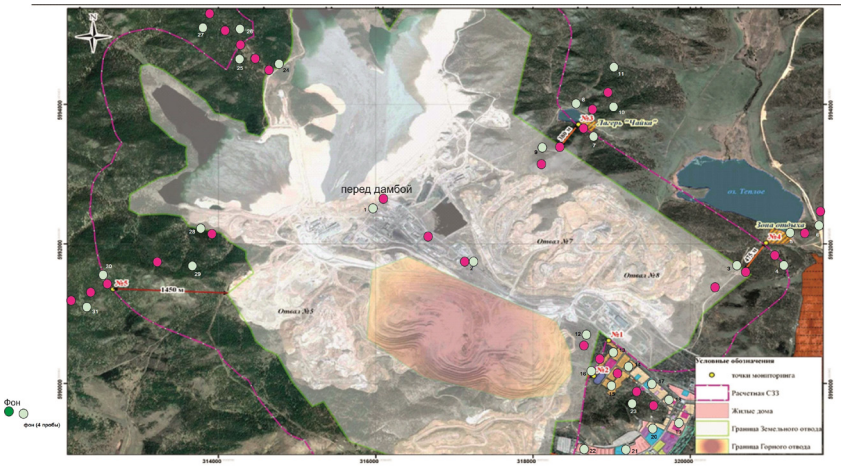


Рис. 1. Схема отбора проб снегового покрова на территории ООО «Сорский ГОК» и в зоне его влияния (на схеме точки красного цвета – точки отбора проб почв в 2015 г.; точки зеленоватого цвета с номерами – точки отбора проб снегового покрова в 2016 г.)

Таблица 1

Характеристика ключевых участков

Номер ключевого участка	Характеристика участка	Количество точек отбора	Глубина шурфа, см
1	промплощадка	2	0,1; 0,08
2	северо-восточная часть от отвала № 7	5	0,13-0,2
3	восточная часть от отвала № 8	4	0,12-0,15
4	территория г. Сорска и вблизи него	12	0,07-0,15
5	юго-западная часть от хвостохранилища	4	0,2
6	северо-западная часть от хвостохранилища	4	0,15-0,2
	фоновый участок	4	0,25

На каждом ключевом участке использовали векторную систему. Расстояние между точками на каждом участке – около 400 м. Отбор снеговых проб производили из шурфов на всю мощность снега, кроме 5 см, прилегающих к почвенному покрову. Вес каждой пробы составлял от 15 до 18 кг. В каждом пункте отбора размер шурфа - около 1*1 м^2. Всего было отобрано 35 проб снегового покрова. В данном случае отобрано 4 фоновых пробы, располагающихся на расстоянии 5-10 км в юго-западном направлении от месторождения.

Предметом исследования являлись нерастворимая и жидкая фазы снега. В данной статье представлен анализ содержания элементов в твердой фазе снега.

Все работы, включая отбор и подготовку проб снега, были выполнены в соответствии с методическими рекомендациями (Назаров и др., 1978; Методические..., 1982; Василенко и др., 1985; Геохимия., 1990), руководства

по контролю загрязнения атмосферы (Руководство..., 1991) [4,7]. Лабораторно-аналитические исследования проб проводили в ООО «Химико-аналитический центр «Плазма» (г. Томск).

Обработка аналитических данных изучения твердого осадка снега проводилась с использованием прикладной программы «Exel». Статистическая обработка данных включала определение пределов изменения значений (разброс), расчет математического ожидания (среднее значение) и стандартного отклонения.

Оценка загрязнения территории Сорского горно-обогатительного комбината проводилась по величине пылевой нагрузки и суммарному показателю загрязнения.

Расчет пылевой нагрузки проводился по формуле: $Pn=P / (S \cdot t)$, где: P – масса пыли в пробе (мг; кг); S – площадь шурфа ($м^2$; $км^2$); t – время от начала снегостава до отбора проб снега (количество суток) (Геохимия..., 1990). Поскольку антропогенные аномалии, как правило, имеют полиэлементный состав, для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения Zc (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов (Геохимия..., 1990): $Zc = \Sigma КК – (n – 1)$, где n – число химических элементов, учитываемых в расчетах при выполнении условия КК>1,5 соответственно.

Анализ коэффициента концентрации показал экстремально высокие значения для Nb, Ag, Cd. Такие значения формируются за счет значительной разницы фактического содержания элемента к его фоновому значению. Коэффициенты концентрации других элементов примерно варьируются около среднего значения КК.

Сравнение среднего значения пылевой нагрузки на изучаемых ключевых участках показало, что на территории ключевого участка № 1 (промышленная площадка) наблюдается высокая степень пылевого загрязнения за счет буровзрывных работ на карьере, погрузке добытого материала, а также ветрового переноса с поверхности отвалов, тогда как на территории остальных ключевых участках – низкая степень загрязнения (рис. 2). Величины пылевой нагрузки на территорию ключевых участков № 2 (северо-восточная часть отвала № 7, сформирована за счет ветрового переноса от карьера и с поверхности отвалов), 3 (восточная часть от отвала № 8 - сформирована за счет ветрового переноса от карьера и с поверхности отвалов) и 4 (вблизи и на территории г. Сорска - за счет выбросов местных угольных котельных, а также за счет дальнего переноса пыли от карьера) существенно не отличаются друг от друга. Величины пылевой нагрузки на территорию ключевых участков № 5 и 6 (северо-западная и юго-западная части от хвостохранилища) самые минимальные по сравнению с величинами для других изучаемых ключевых участков, поскольку участки № 5 и 6 расположены на значительном удалении от промплощадки и находятся под минимальным влиянием промплощадки согласно главенствующему направлению ветра (рис. 2).

Сравнение среднего значения величины суммарного показателя загрязнения на территории изучаемых ключевых участков показало, что все ключевые участки характеризуются очень высокой степенью загрязнения изучаемыми химическими элементами (рис. 3). Основной вклад в такую степень загрязнения вносят высокие относительно фона содержание Cd, Ag, Nb в пробах твердого осадка снега.

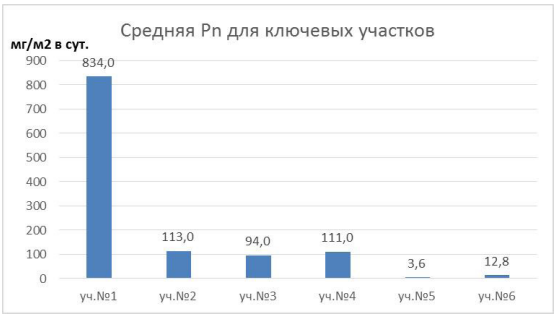


Рис. 2. Сравнительная характеристика величины пылевой нагрузки на территорию изучаемых ключевых участках

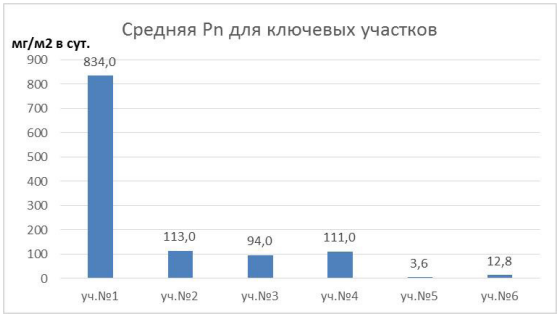


Рис. 3. Средняя величина суммарного показателя загрязнения на территории всех изучаемых ключевых участках

По результатам анализа уровней накопления более 60 химических элементов в твердом осадке снега можно предложить проводить периодический контроль содержания всех изучаемых элементов в снеговом покрове. При этом, особое внимание стоит обращать на Cd, Nb и Ag, т.к. их содержание превышает фон от 20 до 500 раз в пробах твердого осадка снега, и преимущественно данные элементы создают высокую степень загрязнения на территории и за пределами ГОКа. Работа выполнена при финансовой поддержке хоздоговора 01/16-13 (1-3/16) от 19.01.2016 с ООО «Сорский ГОК».

Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». - Госстандарт, М., 2006
2. ГН 2.1.7.2042-06. «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».- Госстандарт, М., 2006
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». - Госстандарт, М., 1983
4. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.-М., 198
5. Отчет по анализу соответствия деятельности предприятия требованиям в области охраны окружающей среды. Закрытое акционерное общество «Группа компаний ШАНЭКО». - М., 2011
6. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. - М.: Недра, 1990. - 230 с.
7. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие.–Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 276 с.

ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ЭКОСИСТЕМУ

А.Г. Бирулина
Научный руководитель старший преподаватель А.Р. Ялалтдинова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Под оценкой токсического влияния понимается степень воздействия ядовитых и отравляющих веществ на человека и экосистему. Целью работы является сбор и анализ литературных данных в области оценки токсического влияния.

Впервые изучение влияния вредных химических веществ на лабораторных животных началось во второй половине XIX - начале XX. Французский физиолог Клод Бернар (1813-1878) экспериментально изучил действие яда кураре (1844) [8].

Развитие промышленности и увеличение диапазона применяемых веществ и материалов, использование пестицидов в сельском хозяйстве способствует наращиванию напряжения химической обстановки в окружающей среде. В 1969 году Рене Траут выделяет отдельную ветвь «экотоксикология», которая объединяет в себе две науки «экологию» и «токсикологию, которая рассматривает влияние химических веществ на экосистему в целом от микроорганизмов до человека [8].

Согласно работам Сотниковой Е.В. и Дмитренко В.П., понятие токсичности определено как способность химических веществ, действуя на биологические системы, оказывать их повреждение или гибель. Вещество, которое при взаимодействии с организмом способно вызывать его отравление или гибель называется токсикантом [13].

Куценко С.А. [9] выделяет несколько уровней организации биологического объекта, на которых изучаются стадии воздействия токсиканта:

- клеточный
- органный
- организменный
- популяционно-видовой

Проявление клеточной токсичности может быть выражено изменением формы клеток, их гибелью или мутациями на генном уровне. На сегодняшний день Прощенко Д.А. проведена работа по оцениванию воздействия наночастиц оксида никеля (II) на клеточную культуру фибробластов человека, по ее результатам была установлена зависимость доза-эффект, нарушение размножения и снижение жизнеспособности клеток. Нарушение функций органа, его заболевание устанавливаются на органном уровне [12].

Организменный и популяционный вид токсичности был изучен автором в ходе проведения биотестирования с использованием плодовой мушки Drosophila melanogaster в результате работы были установлены наследственные изменения объекта, выраженные изменение формы крыльев, наличием или отсутствием щетинок на теле, нарушение эмбрионального развития, снижение популяции, по мере увеличения токсиканта в среде.

Привнесение в среду веществ, не свойственных ей ранее, которые изменяют ее первоначальные свойства выступают в качестве экополлютантов. Но следует учитывать, что не каждый поллютант вызывает токсический процесс, лишь его накопление способно оказывать токсическое действие. В таблице 1 приведены наиболее значимые экопллютанты для природных сред.

Таблица 1

Поллютанты природных сред [9]

Загрязнители воздуха	Загрязнители вод и почв
Газы:	Металлы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть)
Оксиды серы	Пестициды хлоорганические (ДДТ, алдрин, диэлдрин, хлордан)
Оксиды азота	Нитраты
Оксиды углерода	Фосфаты
Озон	Нефть и нефтепродукты
Хлор	Органические растворители (толуол, бензол, тетрахлорэтилен)
Углеводороды	Низкомолекулярные галогенированные углеводороды (хлороформ,
Фреоны	бромдихлорметан, бромоформ, тетрахлорметан, дихлорэтан)
Пылевые частицы:	Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)
Асбест	Полихлорированные бифенилы
Угольная пыль	Диоксины
Кремний	Дибензофураны
Металлы	Кислоты

Все химические вещества, используемые в быту, сельском хозяйстве, промышленности классифицируются в справочниках и гостах по принципу их химического строения, поскольку любое из них может проявить токсическое действие при определенных условиях [5,10].

Рассмотрим проведение оценки токсичности экосистемы подробнее. Для проведения оценки используются методы биотестирования и биоиндикации. Наиболее частым объектом исследования антропогенной нагрузки является почва.

В Ярославском музее-заповеднике методом биотестирования при помощи овса посевного удалось выявить увеличение фитотоксичности по мере увеличения антропогенной нагрузки. Изменяется рост и развитие растений, проявляется флуктуирующая ассиметрия, снижается эффективность защитных механизмов [5].

На урбанизированных территориях Калининграда методом отбора проб исследовалось состояние почвенной микрофлоры и содержание тяжелых металлов [3]. Проявление реакции микроорганизмов при изменении почвенных условий выражается как на экосистемном уровне – изменение количественного и качественного состава, так и на популяционном – изменение кинетики роста и развития, в зависимости от экологических условий.

Выброс в атмосферу устойчивых поллютантов приводит к их накоплению в звеньях экосистемы. К числу веществ, длительно устойчивых в окружающей среде, относятся тяжелые металлы (свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, ртуть, мышьяк, хром и др.) Проследить их накопление можно как в почве, так и в растениях [1,2,4,11,14]

Так, например, в исследовании Бессоновой В.П. и Иванченко О.Е., 2014 [1] по накоплению хрома в растениях было установлено, что для нормального роста и развития растений этого элемента достаточно в малых количествах, однако при его переизбытке происходит нарушение роста и развития растений.

Показатели содержания тяжелых металлов в городском (химически загрязненный) и речном (фоновый показатель) воздухе изучались в работе Бурченко Т.В. и Лазарева А.В., 2011 [2]. Проводилось сравнение химического состава растений (гравилаты), находящихся в химически измененной окружающей среде (тяжелые металлы), со средой с фоновыми показателями. На протяжении опыта изменялись морфологические показатели листьев. Отмечена прямая зависимость содержания тяжелых металлов от условий произрастания, выявлена толерантность к различным тяжелым металлам.

В настоящее время существует возможность определения состояния атмосферного воздуха по элементному составу растительности. В Томском политехническом университете отработана методика использования результатов оценки эколого-геохимического состояния урбанизированной территории (по зольному остатку листьев тополя черного (Populus nigra L.)) в методике оценки воздействия жизненного цикла с последующим расчетом токсического эффекта [15,16].

В результате проведенного литературного обзора были рассмотрены основные объекты экосистемы, по которым возможно проведение оценки токсического воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Бессонова В.П., Иванченко О.Е Накопление хрома в растениях и его токсичность // Питання біоіндикації та екології Украина. – 2014. – № 16-1. – с.13-29
2. Бурченко Т.В., Лазарев А.В. Показатели содержания тяжёлых металлов в листьях geum urbanum l. и geum rivale l., произрастающих на территории Белгородской области. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 3. – С. 59-67.
3. Ващейкин А.С. О содержании тяжелых металлов в почвогрунтах урбанизированных экосистем Калининграда / А.С. Ващейкин, П.В. Садовников, М.В. Куркина, В.П. Дедков // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2014. – № 1. – С. 86-92.
4. Гиниятуллин Р.Х. Аккумуляция металлов древесными растениями в условиях техногенного загрязнения в пределах Предуралья: Дис. … канд.биол.наук. – Уфа,1995. – 147с.
5. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2). – М.: Стандартинформ, 2007. – 5 с.
6. Гошин М.Е. Антропогенное влияние на состояние почв Ярославского музея-заповедника / М.Е. Гошин, В.Д. Кукушкин, Н.В. Багрова, Е.К..Калинников // Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – № 4. – С. 80-84.
7. Есенжолова А.Ж., Панин М.С. Биоиндикационная способность листьев древесных и кустарниковых насаждений для оценки загрязнения среды тяжелыми металлами в зоне действия металлургического комплекса // Экология и промышленность России. – 2013. – №7. – с. 49-53
8. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. – М.: КолосС, 2006. – 232 с.
9. Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб., 2002. – 570 с.
10. Лазарев Н.В., Левина Э.Н. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. – Л.: Химия, 1976. – Т.1-3. – 592+624+608 с.
11. Неверова О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – Т.1.– №1. – с. 82-92
12. Прощенко Д.А. Система тестов для оценки токсичности наночастиц оксида никеля (II) на культуре фибробластов человека // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – 2016. – № 23. – С. 18-22.
13. Сотникова, Е. В. Дмитренко В.П. Техносферная токсикология : учебное пособие для вузов. – СПб. : Лань, 2013. – 400 с.
14. Ткаченко Я.Д. Применение методов биоиндикации и биотестирования в экологическом мониторинге (на примере г. Ставрополя) // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – № 1. – С. 107-110.
15. Ялалтдинова А. Р. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Усть-Каменогорска по результатам изучения золы листьев тополя черного (Populus Nigra L.) / А.Р. Ялалтдинова, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, Ж.Е. Абикеева // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – № 1 (18). – С. 94–99.
16. Ялалтдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: Дис. …канд. геол.-мин. наук. – Томск,Труа, 2015. – 172 с.

СООТНОШЕНИЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ И ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ БЕРЕЗЫ ВОКРУГ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Е.А. Богданович
Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Химический состав растений является важным систематическим признаком, сформированным в процессе эволюции. Растения накапливают в биомассе большой набор микроэлементов, участвующих в важнейших биохимических процессах. Известно, что многие микроэлементы играют важную роль в метаболизме растений – входят в состав ферментов (Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn), биологически активных соединений (B, Co, Mo), участвуют в фотосинтезе (Mn, Co, Cu,), азотном (V, Mn, Fe, Cu, Mo) и белковом (Mn, Zn) обменах. Все они являются жизненно необходимыми или эссенциальными. С другой стороны существует ряд химических элементов, преимущественно металлы, представляющие серьезную опасность с точки зрения их токсических свойств и загрязнения окружающей среды. К ним относятся: V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb, Bi [1]. Интересно, что V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo и др. в зависимости от их концентрации могут быть как эссенциальными, так и токсичными.

Цель работы – установить соотношение эссенциальных и токсичных металлов в листьях березы, чтобы оценить эколого-геохимическое состояние территории вокруг Урского хвостохранилища.

Объектом исследования служили листья берёзы повислой (Betula pendula). Берёза является эдификатором, образуя мелколиственные леса в зоне умеренного пояса. Так же береза обладает высокой экологической пластичностью, высокими пыле- и газопоглощающими свойствами, устойчива к промышленному загрязнению. Элементный состав листьев березы наряду с другими биообъектами активно используется в биогеохимическом мониторинге, оценке состояния окружающей среды урбанизированных территорий [4, 8], в горнорудных районах [2, 10], а также в биогеохимических поисках рудных месторождений [6, 7].

Урское хвостохранилище находиться в пос. Урск в Гурьевском районе Кемеровской области. Оно образовано более 50 лет назад в процессе отработки Ново-Урского золото-полиметаллического месторождения. Хвостохранилище состоит из двух насыпных отвалов с отходами обогащения сульфидсодержащих первичных и окисленных руд. Сплошные руды содержат пирит, халькопирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, блеклые руды, борнит и др. Жильные минералы представлены кварцем, серицитом, баритом, кальцитом и др. [5]. Отходы переработки руд складировались рядом с карьером в пойме ручья без защитных технических сооружений или дамб. В настоящее время карьер обводнен и используется местными жителями для купания.

В июле 2015 г. в поселке Урск вокруг хвостохранилища отобраны 15 проб листьев березы повислой с шагом 150-200 метров. Фоновая проба (Ур-7) отобрана в районе озера Урское в 4 км к юго-востоку от хвостохранилища. Отбор и подготовку проб выполняли согласно методическим рекомендациям [3]. Содержание химических элементов в сухом веществе листьев березы определяли методом ICP-MS в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Для контроля точности анализа использовали стандартный образец состава листа березы (ГСО 8923-2007). Ошибка определения концентрации элементов не превысила 10 %. Содержание эссенциальных и токсичных металлов в листьях берёзы показано на рис. 1.

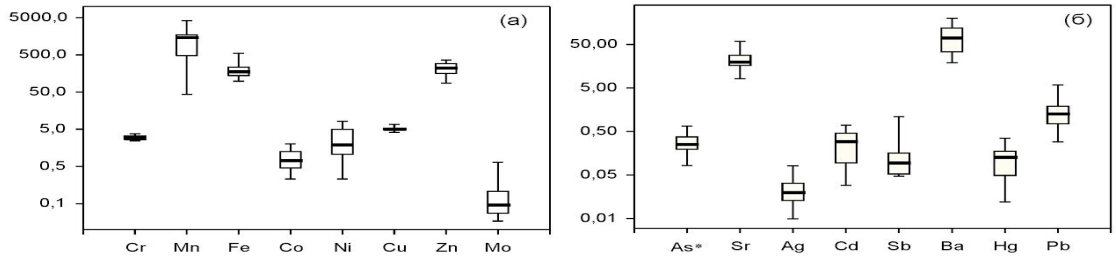


Рис. 1. Диаграмма размаха содержания (медиана, минимум, максимум, 25-75% квартили) эссенциальных (а) и токсичных (б) металлов (в мг/кг) в сухих листьях берёзы повислой вокруг Урского хвостохранилища

Для интегральной оценки соотношения концентраций эссенциальных и токсичных элементов в каждой пробе использован аддитивный подход:

$$Agi1 = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{Cr}{Cr*} + \frac{Mn}{Mn*} + \frac{Fe}{Fe*} + \frac{Co}{Co*} + \frac{Ni}{Ni*} + \frac{Cu}{Cu*} + \frac{Zn}{Zn*} + \frac{Mo}{Mo*} \right),$$

$$Agi2 = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{As}{As*} + \frac{Sr}{Sr*} + \frac{Ag}{Ag*} + \frac{Cd}{Cd*} + \frac{Sb}{Sb*} + \frac{Ba}{Ba*} + \frac{Hg}{Hg*} + \frac{Pb}{Pb*} \right),$$

где Agi1 и Agi2 – аддитивные показатели, составленные из эссенциальных и токсичных элементов соответственно. Содержания элементов нормированы на усредненные данные «Reference plant» [9].

Соотношение Agi2/Agi1 позволяет выявить локальный характер накопления токсичных элементов в растительности. Так, соотношение > 1 указывает, что накопление токсичных элементов по сравнению с эссенциальными в листьях березы происходит более активно в точках Ур-8 и Ур-12 (табл. 1). Пространственное распределение значений аддитивных показателей Agi2 и Agi1 иллюстрирует рис. 2.

Таблица 1

Значения аддитивных показателей из эссенциальных (Agi1) и токсичных (Agi2) металлов и их соотношение в листьях березы повислой вокруг Урского хвостохранилища

№ пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Agi1	2,9	3,4	2,9	2,8	2,6	4,7	0,8	3,7	2,0	1,4	2,2	1,8	3,4	4,7	2,1	1,6
Agi2	2,3	2,0	2,1	2,0	2,1	1,8	0,6	4,2	1,8	0,9	1,7	3,5	1,9	2,8	1,7	1,7
Agi2/Agi1	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,4	0,7	1,1	0,9	0,6	0,8	1,9	0,6	0,6	0,8	1,0

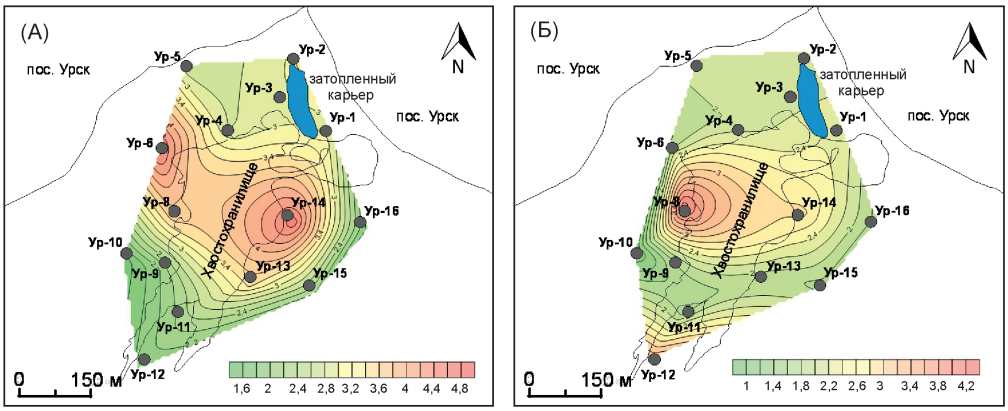


Рис. 2. Распределение величин аддитивных показателей из эссенциальных (А) и токсичных (Б) элементов в листьях березы повислой вокруг Урского хвостохранилища

Таким образом, установлено соотношение между содержанием эссенциальных и токсичных металлов в листьях березы повислой вокруг Урского хвостохранилища. Максимальные значения аддитивного показателя эссенциальных элементов картируют местоположение отвалов как первичной руды, так и руды зоны окисления. Максимальные значения аддитивного показателя токсичных металлов приурочены преимущественно к отвалу первичной руды, а также наблюдаются в области конуса выноса. Результаты работы могут быть использованы для проведения биогеохимического мониторинга территорий вокруг хвостохранилищ горнорудных предприятий.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 15–17–10011.

Литература

1. Ильинских Н.Н. Генотоксикология тяжелых металлов и радиоактивных элементов: монография / Н.Н. Ильинских, Е.Г. Язиков, Е.Н. Ильинских, И.Н. Ильинских. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 500 с.
2. Межибор А.М., Рихванов Л.П. Биогеохимическая характеристика мхов Polytrichum commune на территории Урского хвостохранилища в Кемеровской области // Безопасность в техносфере, 2016. – Т. 5. – № 1. – С. 3 – 11.
3. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.
4. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
5. Щербакова И.Н., Густайтис М.А., Лазарева Е.В., Богуш А.А. Миграция тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Fe, Cd) в ореоле рассеяния Урского хвостохранилища (Кемеровская область) // Химия в интересах устойчивого развития, 2010. – № 18. – С. 621 – 633.
6. Юсупов Д.В. Биогеохимические ореолы золота и ртути Покровского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 2009. – № 6. – С. 38 – 43.
7. Юсупов Д.В. Применение биогеохимического и минералого-геохимического методов поисков в золотоносных районах Верхнего Приамурья / Д.В. Юсупов. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 136 с.
8. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
9. Markert B. Establishing of «Reference plant» for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, soil and air pollution, 1992. – Vol. 64. – P. 533 – 538.
10. Yusupov D.V., Karpenko Yu.A. REE, Uranium (U) and Thorium (Th) contents in Betula pendula leaf growing around Komsomolsk gold concentration plant tailing (Kemerovo region, Western Siberia, Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016. – Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. Режим доступа: http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012053

ИЗМЕНЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В.В. Боев

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

К техногенным относят почвы, находящиеся, в том числе, под воздействием предприятий топливно-энергетического комплекса. Они включают исходные измененные почвы, молодые почвы на насыпных и обнажившихся субстратах, созданные при рекультивации искусственные почвы.

Техногенные изменения бывают различного типа и масштаба. По механизму изменений их подразделяют на механические и химические. Одним из основных источников техногенного воздействия на почвы является нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность.

По степени химического загрязнения, в соответствии с классификацией почв России, М.И. Герасимова и др. выделяют три типа (Рис) [1].

Химически загрязненные (квази)природные почвы. Имеют естественный профиль, но характеризуются превышающими региональный фон концентрациями загрязнителей.

Хемо-почвы. Представлены как естественными, так и техногенными почвами и почвоподобными телами с измененной морфологией горизонтов, но исходным строением профиля.

Хемоземы. Почвы или почвоподобные тела со значительными изменениями профиля.

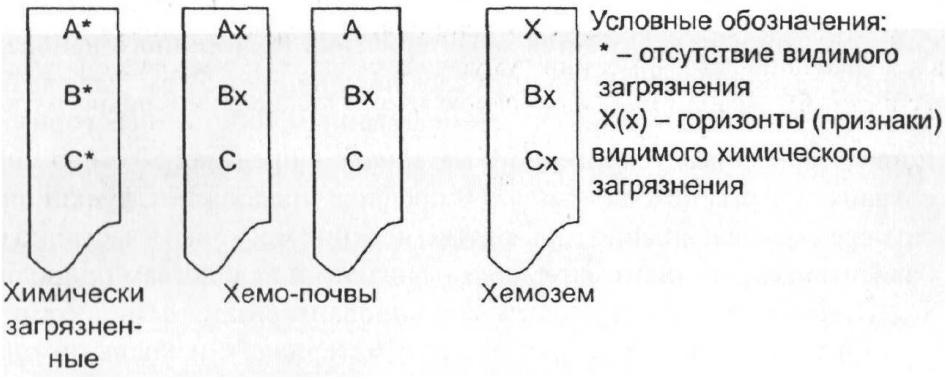


Рис. Схема строения профилей химически преобразованных почв [1]

А.В. Леднев [3] отмечает, что степень влияния загрязнения определяется видом загрязнителя и степенью загрязнения. Так, при низком уровне загрязнения (до 1% нефтью) происходит слабое ухудшение свойств почв. Средний уровень загрязнения (1 — 7% нефтью) приводит к значительному ухудшению свойств и обеднению микробиологического состава. Высокий уровень загрязнения (>7% нефтью) влечет значительную деградацию.

Кроме того, реакция почв на техногенное воздействие определяется их региональными особенностями.

Что касается химического загрязнения нефтью, ее распространение в дерново-подзолистых почвах определяется барьерами гумусового и иллювиального горизонтов (биогеохимическим и сорбционным соответственно). В Таблице 1 приведены временные и пространственные закономерности распространения нефтяного загрязнения в двух типах дерново-подзолистых почв по данным М.И. Герасимовой и др. [1].

Таблица 1

Содержание битумозных веществ в загрязненных нефтью дерново-подзолистых почвах [1]

Природная зона, район	Тип почвы	Время после загрязнения	Субстрат	Горизонт	Глубина, см	Битумозные вещества, г/кг
Южная тайга Пермского Прикамья	Агро-дерново-подзолистая	1 год	Супеси	Апах	6 — 15	41,2
				A2	15 — 28	16,8
				B1g	49 — 83	1,4
				B2g	101 — 120	4
	Дерново-подзолистая глееватая	5 лет	Суглинки	A0	0 — 3	15
				A1	3 — 15	18,2
				A1A2g	15 — 34	2,3
				A2Bg	34 — 52	5
				Bg	52 — 90	1,4

По данным С.Я. Трофимова и М.С. Розанова [4] воздействие нефти на почву приводит к значительным

изменениям водного и воздушного режимов. Это объясняется потерей способности к впитыванию и удерживанию влаги из-за образования нефтяной пленки на поверхности почвенных частиц. Вследствие этого снижается влагоемкость, водопроницаемость, влаговместимость, влажность верхнего горизонта, и повышается влажность нижних. К тому же нефть вытесняет воздух и уменьшает поры аэрации. Частицы почвы склеиваются, образуя крупные агрегаты, вследствие чего ухудшается ее структура.

Изменения водного режима дерново-подзолистых почв под воздействием загрязнения нефтью и тяжелыми металлами продемонстрированы В.И. Каменщиковой [2] в Таблице 2.

Таблица 2

Изменение фильтрационных свойств дерново-подзолистой почвы под влиянием загрязнения [2]

Показатели	Контроль	Тяжелые металлы	Нефть	Нефть и тяжелые металлы
Время впитывания воды поверхностным/нижним слоем, мм/мин	113 — 21	110 — 24	70 — 21	78 — 29
Время фильтрации 500 мл воды через сухую почву, мин	280	203	720	380
Время фильтрации 500 мл воды через влажную почву, мин	1260	600	9 сут 18960 мин	650
Водоудерживающая способность сухой почвы, мл	130	180	120	135
Водоудерживающая способность увлажненной почвы, мл	30	45	-	35
Плотный остаток мг/100 мл раствора сухой/ влажной почвы	73/21	87/43	81/53	109/43

Изменение водного режима приводит к снижению интенсивности биохимических процессов.

Также меняются морфологические свойства, причем фрагментарно из-за неравномерности распределения нефти. Изменения состоят в повышении содержания железистых новообразований, особенно в горизонте В, и плотных органо-минеральных новообразований в элювиальных горизонтах. Натечные образования приобретают характерный рисунок вследствие усиления суспензионного переноса и микротрубаций почвы.

Помимо этого, изменяются химические и физико-химические свойства. Из-за нарушения аэрации и возникновения анаэробных условий меняются окислительно-восстановительные условия. Повышается щелочность почвенного раствора, pH среды, снижается емкость поглощения. Возрастает содержание органического углерода из-за поступления его из нефти. Изменяется гумусное состояние. Уменьшается содержание гуминовых кислот, фракций свободных фульвокислот, увеличивается негидролизуемый остаток. Снижается степень гумификации органического вещества и доля растворимых фракций в его составе [1].

Литература

1. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Под редакцией академика РАН Г.В. Добровольского. Смоленск. Ойкумена, 2003. - 268 с.
2. Каменщикова В.И. Влияние техногенного загрязнения на биофизические и биохимические свойства дерново-подзолистых почв таежно-лесной зоны.
3. Леднев А.В. Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под действием загрязнения продуктами нефтедобычи и приемы их рекультивации.
4. Трофимов С.Я., Розанова М.С. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения. В кн. «Деградация и охрана почв». Изд-во МГУ, 2002, с. 359 — 373.

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПИФИТНЫХ МХОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.П. Боженко
Научный руководитель доцент А.М. Межибор
Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия

Мхи различных видов активно используются в эколого-геохимических исследованиях как индикаторы состояния окружающей среды. Мхи не имеют корневой системы, что делает их оптимальными сорбентами для атмосферных выпадений. Благодаря особому строению поверхности моховой покров хорошо поглощает атмосферные выпадения, а низкий уровень метаболизма способствует накоплению в биомассе веществ широкого спектра [2, 3].

Цель настоящих исследований – оценить состояние атмосферного воздуха в рекреационных зонах Томска и пригорода путем определения содержаний химических элементов в эпифитных (древесных) мхах. В 2015 г. были отобраны пробы мха, произрастающего на коре деревьев, в нескольких точках рекреационных зон Томского района: в поселке Заварзино, расположенном в 6 км к юго-востоку от г. Томска; в поселке Аникино, расположенном на расстоянии 10 км к югу от г. Томска; на территории Лагерного сада г. Томска; в деревне Лаврово в 50 км к западу от г. Томска; в качестве фонового показателя были отобраны пробы эпифитных мхов на болоте у оз. Песчаное, расположенного близ села Тимирязевское в 5 км к западу от г. Томска.

При анализе полученных проб был использован метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко).

Содержание химических элементов во мхах приводится в таблице. В качестве сравнения также приводятся данные Гапеевой М.В. и др. [1] по содержанию некоторых элементов в зеленых мхах на территории европейской части России, конкретно в Архангельской, Вологодской, Владимирской, Нижегородской и Ярославской областях.

Таблица

Содержание химических элементов (г/т) в эпифитных мхах рекреационных зон Томского района (всего 13 проб)

	Na,%	Ca,%	Sc	Cr	Fe,%	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs
ЗВ	0,049	0,391	0,606	3,58	0,205	1,23	16,4	0,977	8,6	7,4	9	0,1	0,05	0,307
АН	0,11	0,51	1,17	5,86	0,42	2,12	50,73	1,67	10,67	9,92	6,39	0,1	0,24	0,39
Пес	0,01	0,12	0,11	0,5	0,07	0,62	5	0,53	5,95	22,1	10	0,1	0,05	0,17
ЛС	0,11	0,54	1,4	18,95	0,48	2,74	104,22	2,33	8,48	13,33	9,95	0,1	0,41	0,5
ЛАВ	0,03	0,33	0,38	0,5	0,1	0,81	43,69	1,34	6,35	10,9	10	0,07	0,05	0,22
ЕЧР	-	-	2,2	-	-	0,16	23,4	0,16	-	12,1	6,8	0,016	0,05	0,12
	Ba	La	Hf	Ta	Au	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
ЗВ	68,7	1,8	0,291	0,048	0,0018	4,99	1,05	0,179	0,022	0,035	0,008	0,023	0,491	0,945
АН	97,84	3,58	0,77	0,05	0,0044	8,82	2,14	0,43	0,09	0,09	0,28	0,04	0,62	1,22
Пес	12,56	0,31	0,07	0,0022	0,0017	1,36	0,25	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,6
ЛС	129,88	4,3	0,85	0,06	0,0049	11,95	3,93	0,57	0,12	0,14	0,38	0,05	1	1
ЛАВ	47,76	1,08	0,23	0,02	0,0013	3,41	0,95	0,25	0,03	0,03	0,1	0,01	0,18	0,63
ЕЧР	11,2	0,18	-	-	-	0,37	0,157	0,029	0,006	0,003	0,007	-	0,048	0,01

Примечание: ЗВ – пос. Заварзино; АН – пос. Аникино; Пес – оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС – Лагерный сад г. Томска; ЛАВ – д. Лаврово; ЕЧР – территория европейской части России (для сравнения).

Сравнивая полученные данные в работе с данными по европейской части России, можно сказать о том, что концентрации почти всех химических элементов в исследуемых пунктах Томского района значительно превышают концентрации этих же элементов в европейской части России. В данном случае следует учитывать видовой состав исследуемых мхов. Ввиду отсутствия данных по содержаниям химических элементов в эпифитных мхах, сравнение приводится для проб зеленых мхов вида Pleurozium Schreberi. Стоит также отметить, что концентрации по некоторым элементам у оз. Песчаного, где наблюдаются самые низкие концентрации химических элементов, несколько выше, чем концентрации в европейской части России (Co, As, Rb, Sr, Ag, La, Ce, Nd, Eu, Tb, Yb, Th, U). Но, несмотря на это, концентрации отдельных элементов в некоторых населенных пунктах близки к концентрациям европейской части, к примеру, схожи концентрации Sr в пос. Аникино, Sb и Yb в пос. Заварзино и д. Лаврово.

В работе [1] отмечается, что большинство тяжелых и редкоземельных металлов, концентрации которых максимальны, имеют сугубо антропогенный источник поступления в окружающую среду, а наличие либо отсутствие аномалий редкоземельных элементов (чаще всего Ce и Eu) также может указывать на природные источники поступления металлов в атмосферу [4].

По результатам анализа полученных данных (рис.) стоит отметить, что наибольшие концентрации для изучаемой территории наблюдаются в пробах мха из Лагерного сада, расположенного в черте города Томска, близ которого располагается автодорога и в пробах пос. Аникино, вблизи которого также располагается крупная автодорога. Рекреационная зона у оз. Песчаное (Тимирязево) может рассматривать как условно фоновая территория, ввиду отсутствия крупных дорог и наличия большого лесного массива, создающего естественную преграду от атмосферного выпадения загрязнителей от предприятий г. Томск. В пробах Лагерного сада превышений условно фоновых концентраций не наблюдается только для Sr, Ag и Rb, в остальном наблюдаются как незначительные превышения в 1,5-2 раза (Lu, U, Yb, Au, Hf, As, Br, Cs, Sc, Co, Na, Eu), так и более значительные превышения в 10 раз (Sm, Ca, Th, Cr, Nd, Br, Ta, Sb) и даже в 100 раз (Cr, Ce, Ba, Zn).

Кроме того, в пробах пос. Заварзино наблюдаются незначительные превышения Na, Ca, Cr, Fe, As, La, Hf, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Lu, но также некоторые элементы характеризуются значительными превышениями фоновых концентраций в несколько десятков раз Sc, co, Zn, Br, Cs, Ba, Ta, Th, U.

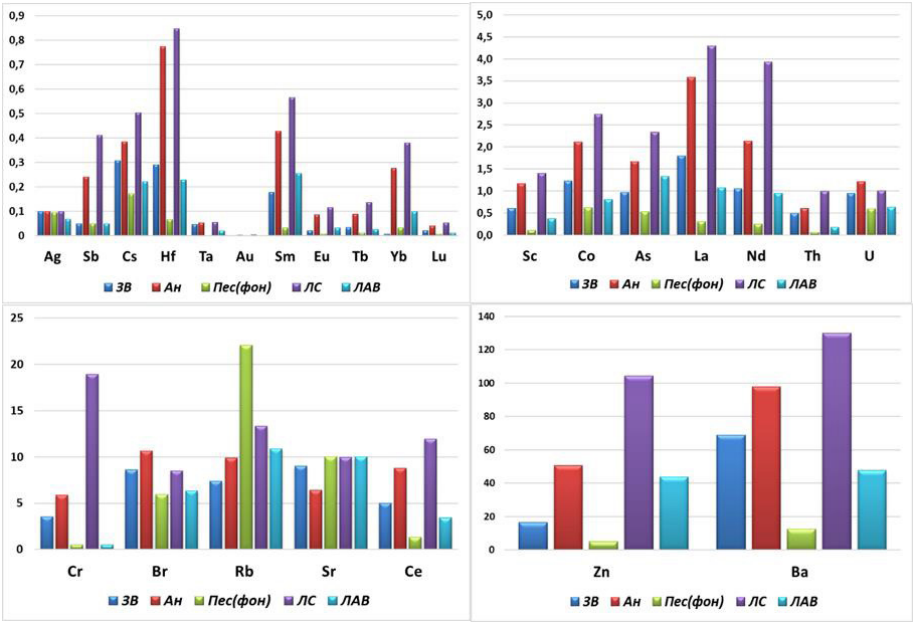


Рис. Содержание химических элементов (г/т) в эпифитных мхах рекреационных зон Томского района
Примечание: ЗВ – пос. Заварзино; АН – пос. Аникино; Пес – оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС – Лагерный сад г. Томска; ЛАВ – д. Лаврово

В пробах пос. Аникино наблюдаются превышения схожего спектра элементов с пробами Лагерного сада. В частности, весьма схожими концентрациями характеризуются Na, Ca, Fe, Co, Br, La, Hf, Ta, Au, Nd, Lu, U. Такой схожий спектр элементов объясняется общим источником воздействия на эти два населенных пункта.

Построенные диаграммы наглядно показывают схожесть спектров химических элементов в населенных пунктах Томского района, это еще раз нам говорит о том, что промышленная деятельность предприятий Томского района оказывает прямое воздействие на окружающую среду всего района. Также следует отметить, что существенный вклад вносит и обильные выбросы тяжелых металлов от автотранспорта.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что эпифитные мхи Томского района и г. Томска характеризуются накоплением широкого спектра химических элементов, отражающих уровень антропогенного загрязнения территории.

Литература

1. Гапеева М.В., Филиппов Д.А., Ложкина Р.А. Тяжелые металлы, в том числе и редкоземельные во мхах Северо-Западного и Центрального регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №5. – С. 633.
2. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // Дефектоскопия. – 2005. –№ 1. С. 80 – 84.
3. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // Химия растительного сырья. – 2011. – №1. – С. 163–167.
4. Dolegowska S., Migaszewski Z.M. Anomalous concentrations of rare elements in the moss-soil system from south-central Poland // Environmental Pollution. – 2013. – Vol. 178. – P. 33–40.

ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, ХРОМ В ПОЧВАХ Г. СТРЕЖЕВОЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Бондарчук
Научный руководитель старший преподаватель Е. А. Филимоненко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Город Стрежевой (60°44′00″ с.ш., 77°35′00″ в.д.) расположен на северо-западе Томской области в пределах Александровского административного района. Александровский район является основным нефтедобывающим районом Томской области. Территорию г. Стрежевой условно можно разделить на три функциональных зоны: промышленная (северная часть города), зона жилой многоэтажной застройки (юго-восточная часть города) и жилой малоэтажной застройки (юго-западная часть). Основную часть промышленной зоны города составляют базы по размещению и обслуживанию нефтедобывающего оборудования, склады, автобазы, строительные и монтажные управления нефте- и газодобывающих предприятий. Также на территории города имеются автозаправочные станции, тепличное хозяйство и ряд газовых котельных (резервный вид топлива – мазут). Основной зеленый массив города расположен в южной части города на высоком берегу р. Пасол (приток р. Обь).

С целью оценки уровней содержания широкого перечня химических элементов (в том числе макроэлементов, тяжелых металлов, редких и радиоактивных элементов) в городских почвах на территории г. Стрежевой в 2015 г. производился отбор проб почв. Отбор осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84 [1] по площадной сети масштаба 1:50 000, общее количество отобранных проб составило 28 образцов. Аналитическое определение 28 химических элементов в пробах почв осуществлялось методом инструментального нейтронно-активационного анализа в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательно центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. В рамках данной статьи обсуждаются результаты определения таких химических элементов, как железо (Fe), кобальт (Co) и хром (Cr) в почвах г. Стрежевой.

Для оценки степени геохимической аномальности концентраций Fe, Co, Cr в почвах г. Стрежевой (таблица) использованы кларки соответствующих химических элементов для верхней части континентальной земной коры по данным Н.А. Григорьева [2, 3].

Таблица

Содержания Fe, Co и Cr в почвах г. Стрежевой

Химический элемент, единицы измерения	min	max	Среднее*	Коэффициент вариации, %	кларк для верхней части континентальной земной коры
Fe, %	0,68	1,59	1,04	22	4,06
Co, мг/кг	3,2	8,4	4,8	24	17
Cr, мг/кг	16,8	152	37,6	62	92

Примечание: среднее* – среднее содержание оценено как среднее геометрическое

По результатам проведенных работ, установлено, что содержание железа в почвах г. Стрежевой изменяется от 0,68 до 1,59 %, при среднем значении – 1,04 % что значительно ниже геохимического кларка железа в земной коре по Н.А. Григорьеву – 4,06 % (2009 г.) [2]. Наибольшее содержание железа среди всех исследуемых проб (1,39 % и 1,59 %) наблюдается в северной части города – в промышленной зоне около ремонтных баз нефтегазодобывающего управления (НГДУ) и вблизи монтажно-наладочного управления (МНУ) соответственно.

Содержание кобальта в почвах г. Стрежевой изменяется от 3,2 до 8,4 мг/кг, при среднем значении – 4,8 мг/кг, что в 2,0-5,3 раза ниже используемого критериального уровня – кларка кобальта для верхней части континентальной земной коры. Наибольшее содержание кобальта среди всех исследуемых проб почв наблюдается в промзоне около ремонтных баз нефтегазодобывающего управления (НГДУ) – 8,4 мг/кг и около бетонного завода – 6,4 мг/кг, однако и эти значения не превышают кларковых уровней.

Содержание хрома в почвах г. Стрежевой изменяется от 16,8 до 152 мг/кг, при среднем значении – 37.6 мг/кг, при геохимическом кларке хрома в земной коре по Н.А. Григорьеву – 92 мг/кг [3]. Наибольшее содержание хрома среди всех исследуемых проб наблюдается также в промзоне около ремонтных баз нефтегазодобывающего управления (НГДУ).

Основные селитебные районы города характеризуются содержаниями в почвах г. Стрежевой железа, кобальта и хрома на уровне – 0,98 %; 4,8 и 37,6 мг/кг соответственно.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить уровни содержания и особенности распределения железа, кобальта и хрома в городских почвах на территории г. Стрежевой Томкой области.

Литература

1. ГОСТ 17.4.4.02 – 84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
2. Касимов Н. С., Власов Д. В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 7 – 17.
3. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН. 2009. 382 с.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ (УРЕНГОЙСКОЕ НГКМ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА

Л.В. Бродт

Научный руководитель профессор А.В. Соромотин

Тюменский государственный университет» г. Тюмень, Россия

Введение. В настоящее время большие площади в Западной Сибири занимают месторождения нефти и газа. Каждый год их территория только увеличивается, что не может не влиять на природные ландшафты. Антропогенное воздействие данных объектов изучено крайне мало, ввиду нехватки данных, специалистов, а также из-за неблагоприятных природных условий в северных районах. В связи с этим была выбрана методика дистанционного анализа состояния природных ландшафтов с использованием вегетационных индексов. С их помощью появляется возможность количественно оценить влияние антропогенной деятельности на окружающую среду.

В данном исследовании упор был сделан на самый распространённый вегетационный индекс – NDVI. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Выбор именно этого индекса можно объяснить тем, что он может быть рассчитан для многоканальных снимков любого разрешения и дает достаточную информацию для анализа состояния растительного покрова на изучаемой территории.

Характеристика объекта исследования. Особенностью нефтедобывающих территорий является высокая техногенная нагрузка нефтегазового комплекса на окружающую среду. На исследуемой территории Тюменской области техногенная нагрузка связана с такими этапами разработки месторождений как: геологическая разведка, промышленная разработка нефтяных и газовых месторождений, транспортировка, переработка, хранение углеводородов [1].

В зоне лесотундры для оценки естественных ландшафтов был взят участок на севере Уренгойского месторождения на территории Надым-Пуровской провинции, междуречье рек Хальмеръяха и Харуаяха. Уренгойское месторождение открыто в июне 1966 г., добыча началась в 1978г.

Методика исследований. В данной работе использовались многоканальные снимки, полученные спутниками Landsat с разрешением 15-30 метров. Максимум вегетативного периода в данных условиях приходится на конец июля – начало августа. Поэтому для оценки состояния растительности были отобраны по 4 разновременных снимка Landsat 5,7,8 за летнее время с разбросом дат не более 10 дней.

Вегетационный индекс рассчитывался по формуле:

NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)

где NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра(0,7-1,0 мкм),

RED - отражение в красной области спектра (0,6-0,7 мкм) [3].

На первом этапе объединялись три канала: 321 для снимков Landsat 5,7 и 432 для снимков Landsat 8. При слиянии каналов видимого диапазона объекты выглядят естественным образом. Здоровая растительность выглядит зеленой, разреженная – от светло-зеленого до светло-коричневого, незанятые растительностью территории – коричневым, песчаные дороги, карьеры, отсыпки – белесым.

Затем проводилось дешифрирование снимков. Выделялись территории с мохово-лишайниковым напочвенным покровом, болотные массивы и области, занятые древесной растительностью (преимущественной лиственничными лесами). Прослеживалась динамика изменения площадей и состояния природных ландшафтов.

На третьем этапе производился расчет вегетационного индекса, выявлялись соотношения индекса и типа растительности, закономерности их изменения, рассчитывались площади, занимаемые тем или иным показателем. На основе этого строились графики, наглядно показывающие изменение площадей в течение исследуемого периода.

Результаты исследований.

Результаты анализа классифицированных изображений космических снимков с использованием NDVI представлены на рисунке 1. За показатели густой растительности взяты значения NDVI в интервале от 0,7 до1,0, разреженной растительности соответствуют значения в интервале от 0,3 до 0,7. Открытая почва имеет значения от 0,3 до -0,7. Антропогенным объектам и водным объектам соответствуют значения от -0,7 до -1 [8].

На снимке 1988 г. идентифицируется только один коридор коммуникаций. Снимок 1999 г. по времени соотносится со стадией обустройства месторождения [7], которая характеризуется увеличением площади нарушенных территорий (увеличение песчаных отсыпок, отводов и т.д.). Снимок 2001 г. можно отнести к этапу эксплуатации происходит зарастание отсыпок, неиспользуемых отводов, в результате наблюдается увеличение индекса. В 2016 г. происходит восстановление растительности на неэксплуатируемых территориях.

На рисунке 1 показано изменение площадей, соответствующих определенному значению индекса.

На всех выбранных снимках преобладают территории, занятые разреженной растительностью. Прослеживаются некоторые закономерности:

- Наибольшие площади в 1999г. (443 тыс. км^2), что связано с интенсивным использованием земель под обустройство инфраструктуры месторождения
- В 2011 г. и 2016 г. разреженная растительность занимает меньшие площади (в 2016г 392 тыс. км^2). Это связано с постепенным восстановлением растительного покрова после завершения этапа обустройства.

Площадь открытых территории также снижается во время стадии эксплуатации месторождения, в связи с зарастанием неиспользуемых дорог, отсыпок и др.

В исследуемый период происходило увеличение антропогенных объектов на территории почти в 6 раз. Наименьшие площади густой растительности также наблюдались в 1999 г., а наибольшие в 2016 г.

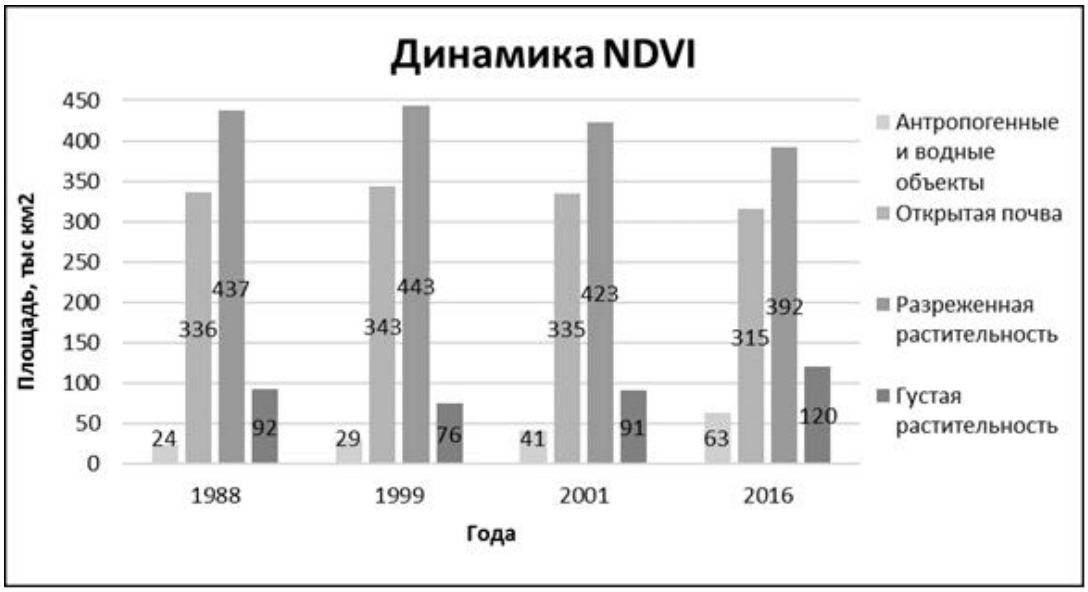


Рис.1. Динамика различных категорий растительного покрова на территории Уренгойского месторождения в период с 1988 по 2016 год, рассчитанная на основе значений NDVI.

Выводы: Используемая методика с использованием вегетационного индекса позволяет проследить динамику состояния растительности в зависимости от этапов освоения территории месторождения в лесотундровой зоне. В период разведочных работ нагрузка на естественные ландшафты сводится к минимуму. Наибольшая интенсивность воздействия наблюдается на этапе обустройства месторождения за счет отведения больших территорий под отсыпки, отводы, временные стоянки и т.д. После завершения предыдущего этапа начинается эксплуатация скважин. В этот период прослеживается зарастание неиспользуемых территорий (границы кустовых площадок, территории вдоль дорог, трубопроводов, временных отводов, песчаных карьеров после рекультивации). Также стоит отметить, что в результате вышеперечисленных работ происходит изменение гидрологического режима территории, что способствует развитию древесной растительности.

Литература

1. Алексеева М.Н., Ященко И.Г., Перемитина Т.О. Оценка состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий на основе данных дистанционного зондирования с применением геоинформационных технологий / Безопасность жизнедеятельности. - 2013. - № 1. - С. 30-35.
2. Научная и производственная деятельность-средство формирования среды обитания человечества: Материалы Всероссийская молодежная научно-практическая конференция (с международным участием) 26-27 апреля/ Отв.редактор Д.С. Дроздов, М.С. Садуртдинов.-Тюмень, ТИУ, 2016. – 291с.
3. Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование: [Электронный ресурс] / Mapexpert. URL: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news (Дата обращения: 18.02.2016).
4. Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM/ETM+ [Электронный ресурс] / GIS LAB. URL: http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html (Дата обращения 18.02.2016).
5. LandSat Project Description. [Электронный ресурс] / USGS. URL: http://landsat.usgs.gov//about_project_descriptions.php (Дата обращения: 15.02.2016)
6. USGS EarthExplorer - U.S. Geological Survey: [Электронный ресурс] / USGS EarthExplorer. URL: http://earthexplorer.usgs.gov (Дата обращения: 18.05.2016)
7. Соромотин А.В. Экологические последствия различных этапов освоения нефтегазовых месторождений в таежной зоне Тюменской области // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 6. С. 813-822.
8. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. // Геоматика №3. 2009 – Москва: Совзонд, 2009. – С. 28-32.

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА «ОГЛАХТЫ» ГПЗ «ХАКАССКИЙ» (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

О.А. Быкова
Научный руководитель доцент А.Л. Архипов
Национально исследовательский Томский государственный университет, г.Томск, Россия

Кластерный участок «Оглахты» является частью государственного природного заповедника «Хакасский» (Республика Хакасия). Исследуемый участок расположен в Боградском районе Республики Хакасия на левом берегу Красноярского водохранилища. Заповедная территория включает в себя часть одноимённого хребта, который отделяет друг от друга Минусинскую и Сыдо-Ербинскую котловины.

С целью проведения оценки геоэкологического состояния почвенного покрова вблизи кластерного участка «Оглахты» сотрудниками Томского государственного университета в 1997 г. были отобраны пробы почвогрунтов (10 проб). Для сравнения и проведения мониторинговых наблюдений в 2016 году автором статьи были дополнительно отобраны с этой территории ещё 9 проб.

Анализ проб разных лет был проведен в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» (Национальный исследовательский Томский государственный университет) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Исследование проводилось на следующий ряд элементов: Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, U.

В связи с тем, что анализировались пробы, отобранные с периодом около 20 лет, первой задачей стало определение изменения микроэлементного состава. Для определения степени изменения микроэлементного состава почв была выдвинута гипотеза, что выборки аналитических исследований проб разных лет относятся к единой генеральной совокупности. Для подтверждения этой гипотезы были выбраны методы «сравнения средних значений» (метод Стьюдента) и «сравнения дисперсий» (метод Фишера) двух выборочных совокупностей [2]. Так как количество проб мало (10 и 9 проб), то наиболее мощным критерием соответствия распределения нормальному закону является критерий Уилко и Шипиро (W). Сравнении $W_{расч}$ с $W_{\alpha, n, табл}$ при соответствующем уровне значимости, получилось $W_{расч} > W_{табл}$, следовательно нет оснований для отклонения гипотезы о нормальном распределении результатов [1]. Поэтому для расчёта основных статистических параметров (среднее, дисперсия и др.) применялись стандартные методы расчётов. Средние содержания микроэлементов приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Средние содержания микроэлементов в почвенном покрове кластерного участка «Оглахты» (мг/кг)

Группа	Элемент	1997	2016	Группа	Элемент	1997/2016	Группа	Элементы	1997/2016
I	Cd	0,039	0,032	III	Ti	3858,66	III	Pr	58,03
	Bi	0,084	0,058		V	85,38		Nd	6,66
II	Mn	879,19	660,06		Cr	93,87		Sm	24,77
	Zn	75,62	50,74		Fe	31341,55		Eu	5,08
	Sr	278,42	159,09		Co	11,19		Gd	1,12
	Mo	1,42	0,474		Ni	41,65		Tb	4,50
	Ag	3,61	10,86		Cu	15,14		Dy	0,69
	Ba	537,21	450,44		Ga	14,48		Ho	3,95
	Pb	27,09	13,90		Ge	0,51		Er	2,28
III	Li	24,76			Rb	63,70		Tm	0,35
	Be	1,62			Y	23,50		Yb	2,31
	B	29,82			Zr	138,01		Lu	0,34
	Na	15682,90			Nb	12,15		Hf	3,57
	Mg	14072,72			Sn	0,74		Ta	0,90
	Al	58653,32			Sb	0,86		W	1,02
	K	16449,12			Cs	2,71		Tl	0,38
	Ca	42307,93			La	27,51		Th	7,23
	Sc	8,67			Ce	58,03		U	2,01

В результате сравнения двух выборочных совокупностей методами Стьюдента и Фишера нами были выделены три группы элементов. К первой группе относятся Cd и Bi, средние значения которых в эмпирических выборках приблизительно равны, но различаются по дисперсии. Следовательно, мы можем рассматривать пары выборок для этих элементов как единые генеральные совокупности, с высокой степенью вариативности.

Ко второй группе относятся элементы, средние содержания которых в «старых» пробах больше приблизительно в 1,7 раза, за исключением Mo (больше в 3 раза), но равны по дисперсиям. Исключение составляет распределение Ag, для которого отмечается повышение концентрации в современных пробах примерно в 3 раза.

К третьей группе относятся элементы, которые не имеют различий средних и дисперсий, следовательно, относятся к единым генеральным совокупностям. Можно считать, что результаты анализов проб не выявили существенных изменения в их концентрациях со временем.

Представленные в таблице 1 средние содержания элементов третьей группы можно считать фоном для исследуемой территории. Для элементов второй группы при дальнейших исследованиях необходимо учитывать изменения «со временем». Для объяснения особенностей распределения элементов первой группы необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: Учеб. Пособие / Под. Ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.
2. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии: Учеб. пособие для студентов геологических специальностей. Красноярск: Изд-во Краснояр. Ун-та, 1988. – 208 с.

МИНЕРАЛЬНО-ФАЗОВЫЙ И МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА Г. ТОПКИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Володина

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. В цементной промышленности используются технологические процессы, связанные с измельчением и термической обработкой сырьевых материалов, помолом и разгрузкой цемента, в результате которых в атмосферу поступает пыль и различные газы [6]. Снежный покров используется многими исследователями для оценки степени загрязнения атмосферы и состояния окружающей среды в окрестностях предприятий и жилых комплексов [1, 3], поскольку снежный покров является одним из наиболее информативных объектов при выявлении техногенного загрязнения окружающей среды. Это связано с продолжительностью залегания снежного покрова и его способностью накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества.

Цель данной работы – изучение взаимосвязи пылевой нагрузки, гранулометрического, минерально-фазового и макроэлементного состава проб, отобранных в юго-западном направлении от цементного завода, и закономерностей изменения этих показателей в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ - 1000 м) и за ее пределами по мере удаления от завода от 1,2 км до 2,3 км в юго-западном направлении.

Методика исследования. В конце февраля 2016 г. был проведен отбор проб снега в окрестностях цементного завода в г. Топки. Точки отбора проб снега были расположены по векторной системе согласно главенствующему направлению ветра (юго-западное) в пределах СЗЗ и за пределами СЗЗ, также в жилой части города, находящейся в 5 км от завода. Всего в г. Топки и в окрестностях цементного завода было отобрано 15 проб. Фоновым районом была выбрана местность в 53 км от г. Топки, где было отобрано 10 проб. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно методическим рекомендациям [4, 5, 7]. Объектом исследования являлась твердая фаза снега, представляющая собой твердые частицы, осевшие из атмосферы на снежный покров. Изучение содержания макроэлементов проводилось в пробах твердой фазы снега, сырье и отходах предприятия с помощью методов масс-спектрометрии (ИСП-МС) в ХАЦ «Плазма» (г. Томск) и инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры ГЭГХ ТПУ. Всего изучено 11 проб твердой фазы снега и 14 проб материалов цементного производства. Минерально-фазовый состав был определен методом рентгеновской дифрактометрии в трех пробах, отобранных в юго-западном направлении в пределах СЗЗ - на расстоянии 0,5 км от завода и за пределами СЗЗ - 1,2 и 2,3 км от завода. Гранулометрический состав этих трех проб определен с помощью просеивания через сита размерностью 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,1-0,125; 0,04-0,1 и менее 0,04 мм. Для выполнения гранулометрического состава вес каждой пробы составлял 1 г.

Расчет пылевой нагрузки был произведен по формуле: $P\,n = \frac{P0}{S * t}$,

где P_0 - масса твердой фазы снега, мг; S – площадь шурфа м^2; t – количество суток от начала снегостава до дня отбора проб. С помощью принятой градации [5] с дополнениями [2] по среднесуточной пылевой нагрузке, определялся уровень загрязнения и экологической опасности территории.

Также проводили расчёт коэффициента концентрации $Кс = \frac{С}{Сф}$, где С – содержание элемента в исследуемом объекте, мг/кг; Сф – фоновое содержание элемента, мг/кг.

Результаты и их обсуждение. Процентное содержание каждой фракции в пробах, величина пылевой нагрузки и степень загрязнения представлены в таблице 1. При производстве цемента размер частиц материала после измельчения сырьевых материалов и цемента колеблется от 0 до 0,1 мм, при этом преобладающее количество частиц размером от 0,04 до 0,1 мм составляет в среднем 80 % [6]. Размер частиц исследованных проб твердой фазы снега изменяется от 0 до 0,5 мм, при этом преобладающее количество частиц приходится на фракцию от 0,04 мм до 0,1 мм (от 80 % до 95 %), что соответствует размеру измельченных сырьевых материалов и цемента.

Таблица 1

Пылевая нагрузка и гранулометрический состав проб, отобранных в юго-западном направлении на расстоянии 0,5; 1,2; 2,3 км от цементного завода г. Топки

Расстояние от труб завода, км	Содержание фракции, %						Величина пылевой нагрузки и степень загрязнения [2], мг/м^2·сут
	>0,5 мм	0,25-0,5 мм	0,125-0,25 мм	0,1-0,125 мм	0,04-0,1 мм	<0,04 мм	
0,5 (в пределах СЗЗ)	0,1	0,2	3,6	1,6	80,0	14,5	4 616 (очень высокая)
1,2 (за пределами СЗЗ)	0,6	1,0	1,7	0,3	95,0	1,4	1 244 (очень высокая)
2,3 (за пределами СЗЗ)	0,4	0,5	0,8	6,0	88,0	3,9	174 (низкая)

Результаты работы показали, что посредством рентгеновской дифрактометрии во всех трех пробах твердой фазы снега были обнаружены минералы кальцита $CaCO_3$ и кварца SiO_2, являющимися породообразующими минералами известняка – основного компонента сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера. При обжиге клинкера часть соединений кальция (силикаты, алюминаты и алюмоферриты) формируются не только в виде минералов кристаллической структуры, но и часть их входит в стекловидную фазу [6]. Результаты рентгеновской дифрактометрии представлены в таблице 2. Они показали наличие в пробах преобладающего содержания кальцита и кварца.

Таблица 2

Пылевая нагрузка, содержание минеральной и аморфной фаз в пробах твердой фазы снега, отобранных в юго-западном направлении на расстоянии 0,5; 1,2; 2,3 км от цементного завода г. Топки

Пылевая нагрузка и содержание фаз, %	Расстояние от труб цементного завода, км		
	0,5 (в пределах СЗЗ)	1,2 (за пределами СЗЗ)	2,3 (за пределами СЗЗ)
Величина пылевой нагрузки, мг/м^2·сут	4 616	1 244	174
кальцит ($CaCO_3$)	83,7	62,3	88,8
кварц (SiO_2)	6,6	3,5	4,8
хатрурит (Ca_2SiO_5)	не обнаружено	29,3	не обнаружено
браунмиллерит ($Ca_2Al_2O_5$)	не обнаружено	4,9	6,5
альбит ($Na[AlSi3O8]$)	6,3	не обнаружено	не обнаружено
мусковит ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)	3,4	не обнаружено	не обнаружено
сумма минеральной фазы	86,2	82,8	83,4
сумма аморфной фазы	13,8	17,2	16,6

На рисунке представлены данные по содержанию элементов Ca, Fe и Na в пробах твердой фазы снега, сырьевых компонентах цемента и пыли, уловленной в электрофильтрах клинкерных печей. Основным сырьевым компонентом при производстве цемента является известняк $CaCO_3$, доля его в составе сырьевой смеси составляет до 80 %, об этом свидетельствует рисунок, показывающий содержание кальция Ca в твердой фазе снега и материалах цементного производства. Данные рисунков 1, 2 и 3 свидетельствуют о том, что значения содержания Ca, Fe и Na в пробах твердой фазы снега и материалах цементного производства сопоставимы.

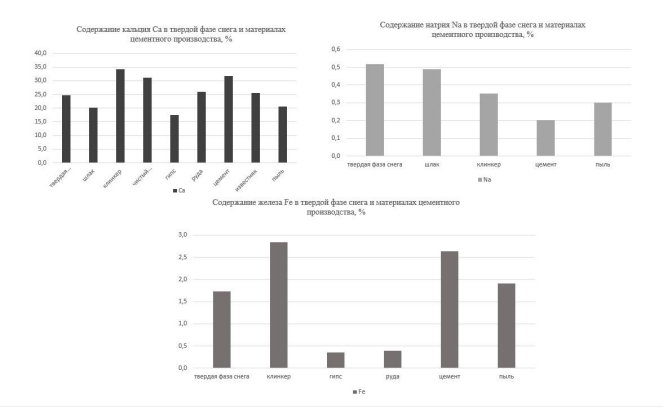


Рис. Сопоставление содержания макроэлементов в сырье, выбрасываемой пыли и пробах твердой фазы снега

В пробах твердой фазы снега, отобранных в границах СЗЗ (0,5 км от труб завода), наблюдается значительное содержание кальция Ca, сопоставимое с содержанием его в клинкере и цементе. Содержание кальция Ca в преобладающей доле проб по сравнению с фоном в 10-12 раз выше.

Таким образом, по результатам проведенных исследований проб твердой фазы снега можно сделать вывод о том, что составляющие в пробах со значительным содержанием твердой фазы снега аналогичны составляющим компонентов сырьевой смеси, портландцементного клинкера и цемента. Анализ фракционного состава показал, что размер частиц твердой фазы снега соответствует размеру измельченного цемента и сырьевых материалов. Выбросы цементной пыли опасны для здоровья человека и приводят к заболеванию органов дыхания, в связи с этим рекомендуется установить дополнительное пылеулавливающее оборудование для сокращения количества выбросов в атмосферу.

Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология - 2009. - № 6. – С. 515–525
2. Касимов Н. С., Кошелева Н. Е, Власов Д. В., Терская Е. В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник МГУ. Серия. География.— 2012. — № 4. — С. 14–24.
3. Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // Оптика атмосферы и океана – 2011. – Т. 24, № 1. С. 74-78.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
5. Сает Ю. Е., Геохимия окружающей среды //, Ю. Е. Сает , Б. А. Ревич, Е. П. Янин – М.: Недра, 1990. – 335 с.
6. Цемент и известь / Под ред. П. Кривенко. - Киев, 2008. - 480 с.
7. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. - 2011. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 325-336

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.К. Воротило

Научный руководитель профессор Л.П.Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Карагандинская область – область в центральной части Казахстана, расположена в центре Евразии, почти равноудалена от Индийского и Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов. Является одной из самых крупных промышленных областей Казахстана, территория составляет 428 тыс. км^2 [1]. Областным центром является город Караганда. Население области составляет 1,385 млн человек.

Область занимает южную часть Казахского мелкосопочника – Сарыарка. На западе расположена Торгайская ложбина и северо-восток Туранской низменности, на юге простирается пустыня Бетпакдала и озеро Балхаш. Рельеф области – мелкосопочная, низкогорная равнина. Климат резко континентальный. Крупные озера: Балхаш, Карасор, Кыпшак, Керей, Каракойын, Киякты, Шошкаколь, Балыктыколь.

Область богата минерально-сырьевыми ресурсами. Имеются крупные месторождения угля, меди, марганца, железа, свинца, цинка, молибдена, вольфрама; известны рудопроявления кобальта, никеля, мышьяка и других руд. Также в области располагаются большие запасы нерудного сырья: строительных камней, цементного сырья, глины, песка и другого сырья [2].

Промышленный потенциал области интенсивно растет, оказывая техногенное влияние на объекты окружающей среды. По официальным данным на территории области на 2015 год действует порядка 134 крупных и средних предприятий горнодобывающей, обрабатывающей промышленности, электроснабжения и водоснабжения. Основными загрязнителями окружающей среды Карагандинской области являются предприятия металлургического комплекса – АО «Арселор Миттал Темиртау», ТОО «Корпорация Казахмыс», ТОО «Казахмыс Смэлтинг», а также предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых – АО «Жайремский ГОК», АО «Темиртауский электрометаллургический комбинат», АО «Шубарколь Комир», предприятия по производству строительных материалов - АО «Централ Азия Цемент», предприятия по выработке теплоэнергии - ТОО «Казахмыс Энерджи», ТОО «Караганда Энергоцентр» (ТЭЦ-1 ТЭЦ-2).

Совместное размещение промышленных предприятий и жилых районов без учета экологической безопасности, высокая концентрация промышленного производства приводят к тому, что население региона постоянно находится в зоне воздействия вредных производств и их отходов. Также экологическая ситуация здесь осложнена тем, что рядом многие годы действовали Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИП) и два военно-испытательных полигона: Байконур и Сары-Шаган.

Деятельность СИП стала причиной радиоактивного загрязнения территорий, находящихся вблизи и далеко за пределами полигона. Было зафиксировано прохождение радиоактивных облаков от 73 взрывов, оказавших воздействие на территорию Карагандинской области [3].

Согласно данным Департамента экологии по Карагандинской области [4], представленным на диаграмме ниже, можно сделать вывод, что в период с 2000 по 2016 гг. наблюдается тенденция снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

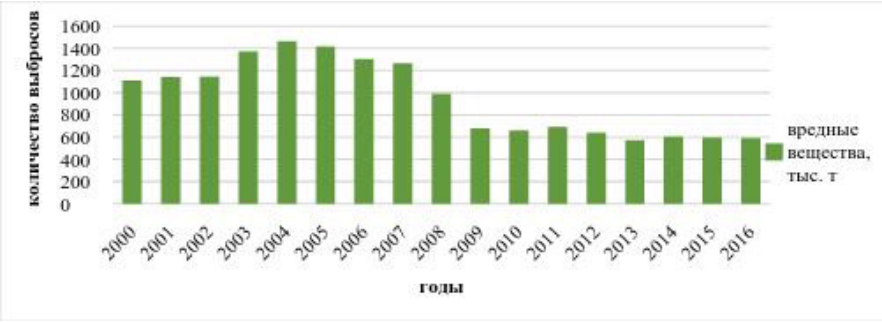


Рис. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников по Карагандинской области (тыс. тонн в год)

Карагандинская область по силе воздействия на окружающую среду уникальна. Ни одна область республики не испытывает такой техногенной нагрузки, как Карагандинская. Города Темиртау, Балхаш и Караганда по валовым выбросам в атмосферу вредных веществ занимают 4-6-е места среди городов СНГ и 1-3-е – в Республике Казахстан [5].

В настоящее время в районе оз. Балхаш ведется строительство Балхашской ТЭС, также был предложен проект строительства второй в Казахстане АЭС. По мнению казахстанских экологов, данные проекты приведут к загрязнению и гибели озера, за жизнь которого научное сообщество сражается последние 15 лет. Экосфера озера Балхаш претерпевает сильные изменения уже не первый год, изменение качественного состава воды и загрязнение атмосферы непосредственно над озером являются результатом техногенной и хозяйственной деятельности предприятий Балхашского региона. В настоящее время остро стоит проблема пересыхания многочисленных малых озер, формирующих дельту реки Или, впадающей в Балхаш, которую эксперты называют тревожным симптомом. Сейчас из 16 озерных систем осталось только пять [6].

Основной вклад выбросов промышленных предприятий вносит ПО «Балхашцветмет», ранее Балхашский горно-металлургический комбинат (БГМК). БГМК расположен на северном побережье оз.Балхаш, в непосредственной близости от жилых кварталов города, производит выброс технологических газов в атмосферу без очистки от SO_2 и пыли, содержащей тяжелые металлы - Cu, Pb, As и др. Наиболее частыми заболеваниями жителей региона являются астма и аллергия.

По предварительным данным сброс сточных вод в Карагандинской области за 2016 год по сравнению с аналогичным периодом 2015 г. составит 1, 322 млн. $м^3$. Сбросы сточных вод приводят к многочисленным заболеваниям фауны. Так например, с момента начала работы комплекса по производству меди с 1930 по 1995 гг. в водную среду озера Балхаш промышленные стоки сбрасывались без очистки. В результате этого, в настоящий момент загрязнение компонентов гидробиосферы тяжелыми металлами является доминирующим: начиная с 2006г. в тканях рыб, выловленных из озера, содержание Zn увеличилось в 11 раз, Cr - в 13 раз, Ni - в 2 раза [5].

По данным Департамента экологии по Карагандинской области, в течение последних 3-х лет в области отсутствует сброс нефти, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ, попавших в озерные водоемы. Однако, в течение 2016 г. от Карагандинского филиала РГП «Казгидромет» по Карагандинской области неоднократно поступали сообщения о случаях высокого загрязнения рек Сокыр, Шерубай-Нура, Нура, Кара-Кенгир азотом аммонийным, нитритами и марганцем.

Одной из основных экологических проблем области является проблема рекультивации нарушенных земель, оставшихся бесхозными в результате процесса приватизации, закрытия и ликвидации ряда угледобывающих предприятий. В основном – это земли, принадлежащие предприятиям бывшего ПО «Карагандауголь», площадь которых составляет более 22 тыс. га. Рекультивацию данных земель осуществляет специально созданное Республиканское государственное специализированное предприятие РГСП «Карагандаликвидшахт». За 2016 год силами РГСП «Карагандаликвидшахт» рекультивировано 0,258 тыс.га (2015г. – 0,230 тыс.га). В угольных пластах Карагандинского бассейна содержится около 1 трлн. $м^3$ газа метана, сотни миллионов $м^3$ которого, выбрасываются в атмосферу, что является специфической неразрешенной проблемой области. Также ведение горных работ оказывает техногенное воздействие на гидрохимические, так и на гидрологические режимы водных объектов региона, что создает проблемы в обеспечении населения питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве, так как шахтные воды имеют концентрации вредных веществ, превышающие в 2–89 раз предельно допустимые [7].

Производственная деятельность промышленного комплекса и жизнедеятельность населения Карагандинской области сопровождается образованием значительных объемов промышленных и бытовых отходов. Основную массу промышленных отходов в области составляют вскрышные и вмещающие породы угольной и горнодобывающей промышленности, золошлаковые отходы предприятий теплоэнергетики, хвосты и породы обогащения, шлаки металлургического производства, т.е. все техногенные минеральные образования (ТМО). Также огромную опасность представляют собой несанкционированные свалки, работы по ликвидации которых проводятся в весенний и осенний периоды. Так, например, за 2016 г. на территории Нуринского района ликвидировано 11 стихийных свалок, в Бухар-Жырауском районе – 12 свалок объемом 460 тонн, в г.Жезказган и г.Сатпаев – 16, в Каркаралинском районе собрано 56 тонн отходов. В настоящее время, в рамках закона «О государственно-частном партнерстве» акиматом Карагандинской области и ТОО «ГорКомТранс» планируется

строительство мусороперерабатывающего завода с полигоном ТБО для размещения на нем отходов городов Караганда, Абай, Сарань, Шахтинск, Темиртау. Разработана Концепция «Модернизация системы управления твердо-бытовыми отходами Карагандинской области» по данному проекту. В настоящее время рабочий проект строительства нового полигона проходит экспертизу [4].

В статье рассмотрена лишь малая часть экологических проблем Карагандинской области. Несмотря на то, что Казахстан перешел к «зеленой экономике» – на путь устойчивого развития страны, экологические проблемы страны прогрессируют. Уделяя внимание мелким проблемам, к с которых все начинается, мы сможем решить глобальные экологические проблемы Карагандинского региона.

Литература

1. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. Учебник для университетов. – М.: Государственное издательство географической литературы, 1963. – 572 с.
2. Социально-экономический паспорт Карагандинской области. Географическое положение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://karaganda-region.gov.kz/rus/region_1_2
3. Логачев В.А. Ядерные испытания на Семипалатинском полигоне и их влияние на окружающую среду / В.А. Логачев // Вестник НЯЦ РК. 2000. - вып. 3. – с. 9-14.
4. Доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2016 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ecodoklad.kz/os-karagandinskaya-obl
5. Актуальные экологические проблемы Карагандинского региона / А.А.Флек // Новая экономическая политика – основа устойчивого развития региона: материалы международной научно-практической конференции – Караганда: Типография КЭУ Казпотребсоюза. Т.2. – 2016. – 393 с. – с. 369-374.
6. Токшиманов К., Григорьева Т. Уникальный Балхаш может повторить судьбу Арала, Научно-популярный экологический журнал «Terra», №1. – 2002. – с.15-16.
7. Каренов Р.С. Перспективы снижения негативного воздействия угольной промышленности на экологию Карагандинской области, Вестник КарГУ, Караганда, 2006.
8. Панин М.С. Экология Казахстана: Учебник для вузов / Под ред. И.О. Байтулина. – Семей: Пединститут, 2005. – 548с.

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ БАРГУЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЗАКАЗНИКА «ФРОЛИХИНСКИЙ»

Д.Н. Галушкина

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Байкальская природная территория (БПТ) — это территория, в состав которой входят озеро Байкал, водоохранная зона, прилегающая к озеру Байкал, его водосборная площадь в пределах территории Российской Федерации, особо охраняемые природные территории (ООПТ), прилегающие к озеру Байкал, а также прилегающая к озеру Байкал территория шириной до 200 км на запад и северо-запад от него. Традиционно считается, что эта территория является экологически благополучной. Однако материалы, опубликованные Роскомгидрометом и Министерства обороны Российской Федерации, а также результаты проведенных в 1991-2003 гг. целевых радиоэкологических исследований показывают, что Байкальский регион в целом (Байкальская природная территория в частности) подвергся радиоактивному техногенному загрязнению за счет влияния Семипалатинского испытательного полигона. По данным этих исследований установлено, что радиоактивному загрязнению были подвержены территории Баргузинского заповедника и Фролихинского заказника. Индикатором загрязнения служит присутствие в природных средах техногенного радионуклида ^{137}Cs, ^{90}Sr, а также изотопов Pu которые, в силу своих ядерно-физических свойств, будут представлять основную радиоэкологическую опасность в будущем [3,5].

В данной работе представлены первые данные по содержанию альфа-излучающих изотопов $^{239+240}Pu$ в почвах на территориях Государственного природного заказника федерального значения «Фролихинский» и Баргузинского природного государственного биосферного заповедника. Данные об уровнях загрязнения почв плутонием являются крайне немногочисленными и относятся в первую очередь к территориям, подверженным ядерным авариям и взрывам. Поэтому мы сочли возможным представить предварительные данные ещё незавершенного цикла работ по территории республики Бурятия.

Пробоотбор производился из поверхностного слоя почв, так как плутоний аккумулируется именно в гумусовом горизонте и является достаточно устойчивым. Пробоподготовка к альфа-спектрометрическому анализу на содержание ^{239}Pu и ^{240}Pu проводится поэтапно, по многоступенчатым положениям утвержденных методик НСАМ № 406-ЯФ и НСАМ № 407-ЯФ с электролитическим осаждением изотопов плутония прибором Gwinstek GPC-3060 D на стальную подложку с заранее измеренным фоном. Методики утверждены Федеральным научным центром лабораторных исследований и сертификации минерального сырья ВИМС от 31.03.1999 г., центром метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта РФ от 19.08.1999 г. После электроосаждения высушенная подложка помещается для анализа в ионизационную импульсную камеру альфа-спектрометра фирмы ORTEC. Обработка результатов производится в программе AlphaVision 5.3

Таблица 1

Удельная активность $^{239+240}$Pu в почвах Баргузинского заповедника, Бк/кг

Пункт пробоотбора	$^{239+240}$Pu, Бк/кг
1	2,0
2	0,9
3	1,6
4	2,2
5	1,6
6	2,9
Фон [1,4]	0,2-0,4

Значения удельной активности $^{239+240}$Pu в почвах заповедника (табл.1), значительно превышают уровень глобальных выпадений для почв Сибири, составляющий 0,2 – 0,4 Бк/кг.[1,4]. Также опробовались донные отложения рек заповедника, в которых активность Pu находится в пределах фона глобальных выпадений.

В илах оз. Фролиха обнаружены концентрации $^{239+240}$Pu 3,1 Бк/кг. Институтом геохимии СО РАН $^{239+240}$Pu уже был обнаружен в илах оз. Байкал с удельной активностью 0,5 – 5 Бк/кг.

Максимальная активность изотопов плутония в почвах Фролихинского заказника обнаружена у подножия г. Медвежья – 6,7 Бк/кг. Также высокие значения активности Pu отмечены в прибрежной зоне оз. Байкал (бухта Аяя) – 3,4 Бк/кг.

Таким образом, вышеизложенный материал подтверждает, что особо-охраняемые природные территории, находящиеся на большом расстоянии от мест проведения ядерных взрывов, всё же подверглись радиационному воздействию.

Литература

1. Атурова В.П. Плутоний в почвах Красноярского края: автореф. дис... канд. биол. наук. - Красноярск, 2001.
2. Болтнева Л.И., Израэль Ю.А., Ионов В.А., Назаров И.М. /Атомная энергия, 1977, с. 335-360.
3. Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Черняго Б.П. Радиационное воздействие Семипалатинского ядерного полигона на Южную Сибирь (опыт многолетнихисследований по Восточной и Средней Сибири и сопоставление результатов с материалами по Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал. 2005. Т.12, N 6. С. 10551071. Библиогр.: с. 10701071
4. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. - Томск: STT, 2009. - 430 с.
5. Черняго Б.П., Медведев В.И., Непомнящих А.И. Современная радиационная обстановка в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории // Геология и геофизика. - Новосибирск, 2012. - Т. 53, № 9. - С. 1206-1218. - Библиогр.: 29 назв.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МХОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РТУТЬЮ

В.В. Говоруха

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г.Томск, Россия

Ртуть - элемент конца периодической системы (№80), кларк в земной коре которого довольно низок ($4{,}5*10^{-6}$%). В биосфере ртуть не концентрируется, и организмы не приспособились к повышенным количествам этого металла. Ртуть относится к первому классу опасности (в почвах). Ртуть технофильна, присутствует во всех компонентах окружающей среды, имеет множество форм нахождения, что сильно затрудняет ее изучение. Металл является супертоксичным и суперпатологичным даже в очень низких концентрациях, обладает высокой деструктивной биологической активностью, может давать скрытые антропогенные скопления. Месторождения ртути стали разрабатываться несколько тысячелетий назад, и с тех пор в окружающую среду ртути поступает с каждым годом все больше. В отдельных ландшафтах концентрация ртути значительно повышена (например, вблизи заводов, использующих ртутные препараты или спускающих часть ртути со сточными водами). Ртуть накапливается в почвах, растениях, водах, поступает в организм человека [12]. В средние века отравление ртутью получило название «болезни сумасшедшего шляпочника», так как ею заболевали мастера, применявшие ртутные препараты при производстве фетровых шляп. Теперь эта болезнь вспыхнула вновь. Так, в Японии сбросы отходов промышленности в р. Агано и залив Минамата привели к обогащению ртутью крабов, устриц и рыб. Потребление их в пищу вызвало заболевания у людей. Возрожденная болезнь получила название «болезни Минамата», которая может передаваться по наследству [8].

Высокая подвижность ртути в окружающей среде определяется ее физическими и химическими особенностями, большим количеством форм нахождения и их взаимопереходами при изменении Ph и E_h среды. Ртуть принимает активное участие в глобальных и локальных циклах миграции. Благодаря воздушному переносу, ртуть довольно широко распространяется в природных экосистемах и особую значимость при ее изучении приобретают природные компоненты, сильно реагирующие на изменение ее концентрации в окружающей среде. При всех путях поступления ртути в компоненты окружающей среды, особое значение имеют концентрирующие ее природные объекты, которые могут использоваться как индикаторы ее атмосферной эмиссии: лишайники, мхи, грибы, хвоя, годовые кольца деревьев [1,2,3,8,9].

Среди перечисленных объектов мхи – чувствительные к загрязнению организмы, в связи с чем их активно используют в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды. Целью данных исследований является обзор и анализ информации по особенностям накопления и содержаниям ртути во мхах различных регионов.

Мох впитывает большой объем микропримесей из атмосферы, накапливая и удерживая их в себе на протяжении своей жизни. Мхи не имеют корневой системы, что делает их оптимальными накопителями атмосферных выпадений. В сравнении с традиционными методами исследования загрязнителей атмосферного воздуха, использование мхов в качестве мониторов атмосферного загрязнения имеет весьма ощутимые преимущества. Благодаря особому строению поверхности, моховой покров является прекрасным сорбентом, а низкий уровень метаболизма способствует накоплению в биомассе веществ широкого спектра. Способность к биоаккумуляции у мхов намного выше, чем у других сосудистых растений, ввиду уникальности их физиологии и морфологии. Кроме того, некоторые виды способны накапливать частицы загрязнения в течение целого года, даже при низких температурах. Состав и концентрации загрязняющих веществ во мхах зависят от ряда факторов: степени загрязнения окружающей среды и состава загрязнителей, сорбционной емкости различных видов мхов, времени экспонирования, скорости роста растений, климатических факторов (влажности, скорости ветра). Основным источником поступления растворенных веществ, в том числе и загрязнителей, являются осадки, росы, туманы. Высокое соотношение поверхности мхов к их весу, а также плохо развитый внешний защитный слой при высокой способности тканей поглощать катионы, делают их практически неспособными к защите от проникновения токсических примесей из атмосферного воздуха [6,9].

Существуют различные виды мхов. Сфагновые мхи произрастают на заболоченных участках. Это многолетние растения с сильно ветвящимся стеблем, высотой 10-20 см. Сфагнум, благодаря особым воздушным клеткам, способен накапливать в себе различные химические элементы. Листостебельные мхи произрастают на сухой подстилке, что, в сравнении с мхом сфагнумом, значительно упрощает отбор проб, а также расширяет территорию проведения биомониторинга. Эпифитные (древесные) мхи способны аккумулировать различные химические элементы напрямую из атмосферы. Эпифиты произрастают в сухом лесном климате на деревьях, поднимаясь на высоту от поверхности почвы на 10-20 см и выше. Наибольшей удерживающей способностью по отношению к загрязнителям обладают сфагновые мхи, которые способны накапливать широкий спектр химических элементов из атмосферных сухих и влажных выпадений [9].

Накопление ртути мхами зависит от атмосферно-геохимических условий и представляет собой процесс, основанный на физико-химических свойствах мембран и не затрагивает метаболические процессы [4,6]. Существенное отличие отмечается в накоплении ртути эпифитными видами мхов. Это объясняется их высокой чувствительностью к составу атмосферных осадков. Кроме того, более низкие концентрации ртути в напочвенных мхах, по сравнению с эпифитными, можно интерпретировать тем, что их поверхность имеет связь с атмосферным воздухом только в период, когда они не находятся под снежным покровом. Зимой эпигейные (напочвенные) виды мхов защищены снегом от влияния атмосферных загрязнений, тогда как эпифитные мхи продолжают активно накапливать компоненты атмосферного загрязнения.

В таблице 1 приведены сведения о содержании ртути в мхах различных регионов России. Максимальные концентрации ртути были зафиксированы в республике Алтай (880 нг/г), минимальные содержания характерны для Томской области, республики Тыва и Читинской области. Исследования ртути во мхах, проведенныев Томской области, показали схожее соответствие с другими результатами, приведенными в литературе для некоторых регионов Западной Сибири. Средние содержания ртути во мхах, отобранных на участках фоновых болотных массивов и на участках осушенных болотТомской области, варьировали от 27 до 78 нг/г, что соответствует средним значениям для мхов Алтайского края (от 50 до 90 нг/г) [1,2,5]. В литературе отмечено, что неоднородность в содержании ртути не зависит от места отбора пробы и от концентрации поллютанта в субстрате.

Таблица1

Содержание ртути во мхах разных регионов России

Место отбора пробы	Природный объект	Hg, нг/г (min–max / среднее)	Источник
Алтайский край	зеленый мох смешанные виды	27–460 / 104 50–190 / 100	[10] [11]
Республика Алтай	зеленый мох смешанные виды	35–880 / 163 40–110 / 90	[10] [11]
Кемеровская область	Polytrichum commune (фон) территория месторождения	- / 50 250-1650 / 400	[7]
Кемеровская обл. (г. Прокопьевск)	Эпифитные мхи	70-160 / 107	данные автора
Новосибирская область	смешанные виды	40–400 / 160	[11]
Томская область	Сфагнум	27–90 / 58	[6]
Западная Сибирь	Hylocomium splendeus Pleurozium schreberi	- / 30 - / 20	[9]
РеспубликаТыва	смешанные виды	24–130 / 57	[11]
Иркутская область	смешанные виды	60–240 / 120	[11]
Читинская область	смешанные виды	20–250 / 80	[11]
Республика Саха	смешанные виды	28–200 / 90	[11]
ЯНАО	смешанные виды	20–320 / 90	[11]

В результате проведенных исследований по изучению особенностей накопления и содержаний ртути во мхах можно сделать следующие выводы: накопление ртути во мхах зависит от морфологических особенностей

мхов, атмосферно-геохимических условий и не зависит от метаболических процессов; на территории Западной Сибири содержания ртути находятся примерно на одном уровне, при этом отмечаются как максимальные (от 400 до 880 нг/г), так и минимальные (20-30 нг/г) концентрации в разных регионах.

Литература

1. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Бадмаева Ж.О., Густайтис М.А. Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов юга Западной Сибири // Материалы международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». – М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – С.169–174.
2. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, 1995. – Т.3. – №1–2. – С.69–111
3. Большаков А.П., Дьякова Н.И., Птушко Л.И и др. К фитогеохимии ртути // Биогеохимия растений. Труды бурятского института естественных наук. – 1979. – Вып. 2. – С. 183–189.
4. Геохимия тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах / под ред.М.А. Глазовской. – М.: изд-во МГУ, 1983. – 195с.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 150с.
6. Ляпина Е.Е., Головацкая Е.А., Ипполитов И.И. Исследование содержания ртути в природных объектах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2009. – №1. – С. 3–8.
7. Межибор А.М., Рихванов Л.П. Биогеохимическая характеристика мхов Polytrichum commune на территории Урского хвостохранилища в Кемеровской области. Томский политехнический университет , 2016. - С.3-11.
8. Перельман А.И.Геохимия. – М.: Высшая школа, 1989. – С. 355–369.
9. Рогова Н.С.,РыжаковаН.К.,БорисенкоА.Л.,МеркуловВ.Г.Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнений атмосферы//Оптика атмосферы и океана.– 2011.– С. 79–83.
10. Свирко Е.В., Страховенко В.Д. Тяжелые металлы и радионуклиды в слоевищах лишайников в Новосибирской области, Алтайском крае и республике Алтай // Сибирский эко логический журнал. – 2006. – №3. – С.385–390.
11. СтрахавенкоВ.Д., МаликоваИ.Н.,ЩерборвБ.Л.Распределение ртути в компонентах окружающей среды Сибири//Химия в интересах устойчивого развития. – 2012. – С. 117–123.
12. Янин Е.П.Ртутьв пылевых выбросах промышленных предприятий// Ртуть. Комплексная система безопасности: Сборник материалов III-й научно-технической конференции. – СПб., 1999. – С. 26–30.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОМСКА ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОБ ПОЧВ И ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

К. А. Губина

Научный руководитель доцент Л. В. Жорняк

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В ходе осуществления своей деятельности промышленные предприятия оказывают отрицательное воздействие на состояние природной среды, которое сопровождается привнесением вредных веществ во все её компоненты.

При этом наиболее интенсивному воздействию подвергается почвенный покров, который является депонирующей средой, несущей в себе долговременную информацию о техногенном воздействии и обладающий способностью накапливать вредные вещества. Почва, представляя собой основу среды обитания растений и вступая в тесные обменные процессы с ними, является источником поступления ряда опасных химических элементов в различные части растений, в том числе и листья. Кроме того, листья обладают высоким биоиндикационным потенциалом, поскольку поглощают из атмосферного воздуха большое количество токсичных компонентов, одним из которых является ртуть.

В связи с опасностью ртути и ее токсичных соединений как для живых организмов, так и для здоровья населения, а также отсутствием современной информации о ее концентрации в рассматриваемых средах на территории города Омска, тема исследований является актуальной и предполагает проведение площадной и детализированной съемки для оценки состояния почв и листьев тополя.

Цель исследования: изучение особенностей распределения ртути на территории города Омска по данным исследований проб почв и листьев тополя.

Задачи: 1) провести обзор литературных материалов и данных о ранее проведенных исследованиях по тематике исследования; 2) запланировать пункты отбора и осуществить отбор проб; 3) определить содержание ртути в пробах почв и листьев тополя, отобранных на территории города Омска; 4) сравнить полученные значения с результатами исследования фоновых проб, ПДК (для почв), литературными данными.

Ранее проблема содержания ртути в городских почвах была освещена рядом исследователей и отражена в их трудах. Оценка загрязненности ртутью почв г. Москвы проведена Корчагиной К.В. [4]; содержание ртути в почвенном покрове г. Иркутска описано в статье Халбаева В.Г. и Гребенщиковой В.И. [8]; Катола В.М. описал закономерности распределения содержаний ртути в атмосфере и почвах г. Благовещенска [3]; Скугоревой С.Г. и Ашихминой Т.Я. изучено содержание ртути в компонентах природной среды вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината г. Кирова [7]. Результаты исследований по оценке содержания ртути в почвах на территории г. Томска отражены в публикациях Рихванова Л.П. и др.[6]; Ляпиной Е.Е. [5]; Язикова Е.Г. и др. [11].

Имеются работы авторов, посвященные исследованию содержания ртути в листьях тополя на территории различных городов. Так, определено содержание данного опасного химического элемента в листья тополя, пробы которых отобраны в Новосибирске, Новокузнецке, Междуреченске и других городах [9]. В труде Баргальи Р. «Биогеохимия наземных растений» было определено типичное содержание следовых элементов в листьях или хвое растений из слабозагрязненных районов. Так, согласно проведенным исследованиям, для ртути это

значение установлено на уровне 0,09 мг/кг [1].

Для решения поставленных задач было отобрано 78 проб почв и 33 проб листьев тополя на территории г. Омска. При этом 45 проб отобраны в районах расположения промышленных предприятий, а 33 пробы почв и листьев тополя в соответствии с площадной сетью по городу. Проба почвы и листьев тополя, отобранная в 61 км от города в пгт. Любинский, в исследованиях является фоновыми в связи с минимальным уровнем техногенной нагрузки на данную территорию.

При отборе проб почв учитывалось направление ветра, мощность источников выбросов, особенности городской застройки. Пробы отбирались в середине лета 2014 г. и осенью 2015 г. из верхнего 10-ти см слоя, предварительно очищенного от дернового горизонта, пробоотборной лопаткой.

Пробы листьев отбирались на расстоянии вытянутой руки методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5–2 м от поверхности земли с приблизительно одновозрастных деревьев одного вида в специальные пронумерованные бумажные конверты. Отобранные пробы фиксировались в журнале. Обработка проб проводилась по стандартной схеме, в соответствии с требованиями.

Пробоподготовка почв и листьев тополя, аналитические исследования выполнялись в лабораторных помещениях МИНОЦ «Урановая геология» НИ ТПУ. В качестве аналитического метода использовался атомно-абсорбционный анализ с использованием программного обеспечения РА915Р. Определение содержания ртути в пробах почв проводилось на ртутном газоанализаторе РА 915+ с приставкой Пиро-915+.

Результаты проведенных исследований представлены на рисунках 1 и 2.

По результатам анализа установлено, что содержание ртути в пробах почв на условно фоновой территории составляет 0,018 мг/кг. На территории жилой зоны города содержание ртути изменяется от 0,002 мг/кг до 2,25 мг/кг. Следует отметить, что содержание ртути на жилой территории практически во всех точках превышает фоновое содержание от 1,2 до 5 раз, а в среднем по городу выше фонового в 4,5 раза.

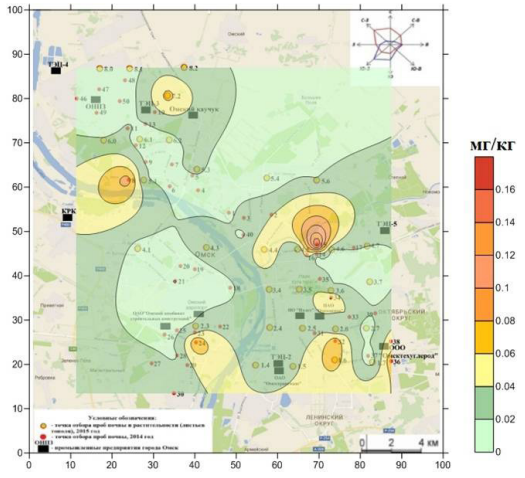


Рис.1. Карта-схема распределения содержаний ртути в почвенном покрове на территории г. Омска

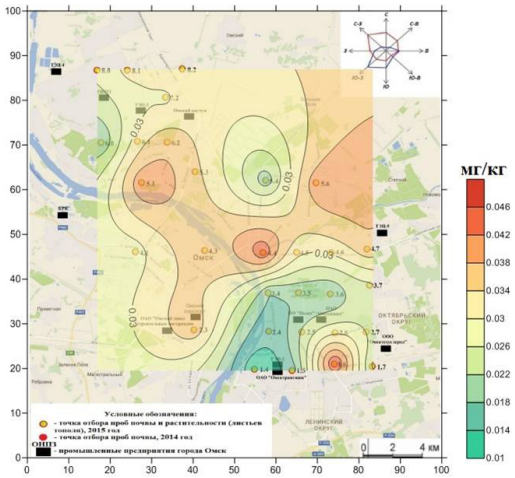


Рис.2. Карта-схема распределения содержаний ртути в сухом веществе листьев тополя на территории г. Омска

Наибольшее содержание отмечается в районах расположения промышленных предприятий: Кировская районная котельная, ОАО «Омский комбинат строительных конструкций», ТЭЦ-4, ООО «Омсктехуглерод». Максимальные значения по данному показателю зафиксированы в зоне влияния ТЭЦ-5. Такое превышение содержания ртути в районе ТЭЦ-5 может быть объяснено использованием экибастузского угля в качестве топлива, т.к. данный компонент присутствует в ископаемом топливе в качестве примеси [10].

Для пяти проб исследуемой территории характерно превышение концентрации ртути в почвах над ее кларкововым содержанием в Земной коре (по Тейлору, 0,08 мг/кг). Установлены факты аномального содержания ртути в пределах исследуемой территории в двух пробах - 1,7 мг/кг и 2,25 мг/кг, последнее из которых превышает значение предельно-допустимой концентрации (2,1 мг/кг, ГН 2.1.7.2041-06).

По данным проведенного анализа определено, что в пробах листьев тополя, отобранных на территории города, среднее содержание ртути составляет 0,029 мг/кг (содержание ртути изменяется от 0,012 мг/кг до 0,047 мг/кг), на фоновой территории – 0,015 мг/кг. Среднее содержание ртути в целом по городу превышает фоновое в 2 раза, а в точках с наибольшим содержанием в зоне влияния ТЭЦ-5 - в 3 раза.

Распределение содержаний ртути в сухом веществе листьев тополя на территории города неравномерное. Выделяется несколько ореолов с повышенными значениями по данному показателю, что является характерным для городских территорий в связи с различной интенсивностью техногенной нагрузки. К таковым относятся районы расположения ОАО «Омский завод строительных материалов», зона влияния промышленной зоны Омского нефтеперерабатывающего завода, ОАО «Омский каучук», ТЭЦ.

Таким образом, распределение ртути в почвах и листьях тополя на исследуемой территории неравномерное и обусловлено деятельностью промышленных предприятий на территории г. Омска.

Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с.
3. Катола В.М. Токсичные металлы в окружающей среде Благовещенска: Экология и промышленность России. - Москва: Изд. Калвис, 2010. – 2 с.
4. Корчагина К. В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций: диссертация. – Москва: Изд. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – 145 с.
5. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: диссертация. – Томск: Изд. ТПУ, 2012. – 154 с.
6. Рихванов Л.П. Геохимия почв и здоровье детей Томска: монография / Л.П. Рихванов, С.Б. Нарзулаев, Е.Г. Язиков и др. – Томск: Изд. ТПУ, 1993. – 141 с.
7. Скугорева С.Г. Содержание ртути в компонентах природной среды на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината / С.Г. Скугорева, Т.Я. Ашихмина // Известия Коми научного центра УРО РАН. – Сыктывкар, 2012. – Вып. 3 (11). – С. 39-45.
8. Халбаев В.Л. Содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Hg) в почвенном покрове Иркутска и его окрестностей / В.Л. Халбаев, В.И. Гребенщикова // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: Изд. НИ ИТУ, 2012. – Т. 66. – № 7. – С. 71-77.
9. Юсупов Д.В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий/Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалтдинова //Известия ТПУ – Томск: Изд. ТПУ, 2016. Т. 327. № 6. 25–36.
10. Юдович Я. ЭТоксичные элементы-примеси в ископаемых углях: монография / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 648 с.
11. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 264 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНАХ СО СЛОЖНЫМИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

А.С. Данилов

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрены новые высокоэффективные методы дистанционного мониторинга компонентов природной среды. Приводятся летно-технические характеристики беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), используемых для различных задач. Для проведения мониторинга различных сред предлагается использовать комплексы на базе малогабаритных БПЛА, оснащённые специальным навесным оборудованием. Разработаны системы мониторинга с использованием БЛА для площадных, точечных и линейных источников загрязнения природной среды, позволяющие оперативно и с высокой точностью определять уровни загрязнения атмосферы на различных высотах, строить 3-хмерные модели загрязнения атмосферного воздуха, выделять техногенные ореолы загрязнения в различных средах. Проведённые исследования показали, что использование новых методов дистанционного мониторинга позволит повысить оперативность наблюдений при снижении себестоимости проводимых работ.

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия являются одними из основных источников загрязнения компонентов окружающей среды. Но несмотря на их высокую экологическую опасность, существующие системы мониторинга окружающей среды не позволяют быстро и с высокой степенью достоверности проводить мониторинг состояния компонентов окружающей среды, что в конечном счете приводит к более высоким затратам на ликвидацию экологически негативных последствий антропогенного воздействия объектов минерально-сырьевого комплекса.

Основными источниками загрязнения компонентов окружающей среды в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности являются пылящие пляжи хвостохранилищ обогатительных фабрик, откосы отвалов пустой породы, откосы бортов карьеров, а также залповые выбросы пыли при проведении массовых взрывов на предприятиях, осуществляющих разработку месторождений полезных ископаемых открытым способов. Одной из проблем мониторинга состояния компонентов окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, при проведении массовых взрывов является невозможность проводить наблюдения непосредственно во время проведения взрывных работ в достаточной близости от эпицентра взрыва. В ходе мониторинга пыления хвостохранилищ, откосов отвалов и т.п. возникает необходимость контроля пылевыделения с больших площадей.

Для решения данных проблем в Горном университете был разработан комплекс мониторинга окружающей среды, основанный на использовании беспилотных летательных аппаратов, оснащенных аппаратурой целевой нагрузки.

В простейшем приближении, основное отличие беспилотного летательного аппарата от пилотируемого заключается в замене экипажа воздушного судна аппаратурным комплексом, включающим автопилот, управляемый по радиосвязи. Однако в действительности БПЛА – гораздо более сложный аппарат, который должен быть спроектирован надлежащим образом, изначально не содержа на борту экипажа. [1] Самолет является лишь частью, хотя и важной частью, из общей системы. Комплекс мониторинга изначально разрабатывался как

целостная система, состоящая из ряда подсистем, и включает в себя: станцию управления в которой расположено рабочее место оператора и программные приложения, обеспечивающие контроль оператором работы всего комплекса; беспилотный летательный аппарат, несущий аппаратуру полезной нагрузки различного типа; систему связи, обеспечивающую передачу управляющих команд со станции управления на борт БПЛА, а также передачу полезной информации с борта БПЛА на наземную станцию управления в режиме реального времени; дополнительное оборудование, предназначенное для технической поддержки проводимых исследований.

БПЛА нашли широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, на службе ведомственных организаций, они используются для решения широкого спектра задач.

Беспилотная авиационная система - это всего лишь система и она всегда должна рассматриваться как таковая. Система включает в себя ряд подсистем: летательный аппарат, его полезная нагрузка, станция управления (и, часто, другие удаленные станции), система запуска воздушного судна и вспомогательные подсистемы, если это необходимо (система технической поддержки, система связи, транспортная система и т.д.).

Она также должна рассматриваться как часть локальной или глобальной авиатранспортной / авиационной среды со своими нормами, правилами и требованиями. Беспилотная авиационная система, как правило, содержит те же, что и системы, основанные на использовании пилотируемых летательных аппаратов, однако такая подсистема как «экипаж» в данных системах заменен на электронную аппаратуру, обеспечивающую дистанционное управление беспилотным летательным аппаратом.

Другие элементы, то есть запуск, посадка, поддержка и т.д. имеют свои эквиваленты как в пилотируемых, так и в беспилотных системах. Беспилотный летательный аппарат не следует путать с авиамоделью или с «дроном», как это часто делается в средствах массовой информации.

БПЛА имеют большую степень автоматизации искусственного интеллекта. Они имеют возможность «общения» с оператором, находящимся на наземной станции управления и могут передавать на нее данные, такие как оптические или тепловизионные изображения местности, вместе с первичной информацией о положении БПЛА – высота, курс, скорость, крен и т.д. Также БПЛА имеют возможность передачи на наземную станцию управления пакета служебных данных, охватывающий такие аспекты, как количество топлива, температура компонентов, например, двигателя или электроники. При возникновении неисправности в любой из подсистем или компонентов, БПЛА могут быть разработаны автоматически принимаемые корректирующие меры или предупреждение опреатора. В случае, например, нарушения радиосвязи между БПЛА и наземной станцией управления, БПЛА может быть запрограммирован на поиск радиолуча и повторное установление контакта или переключиться на другую частотную полосу [2]

Более автоматизированный БПЛА может иметь дополнительные программы, которые позволяют ему реагировать на изменение состояния по схеме: «если это произойдет, то реализовать данную операцию». Для некоторых систем, предпринимаются попытки реализовать возможность принятия решений на борту с использованием искусственного интеллекта для того, чтобы предоставить ей автономию работы, в отличие от автоматического принятия решений. Развитие и эксплуатация беспилотных авиационных систем как технология, получило широкое распространение в последние 20 лет и, как и многие новые технологии, используемая терминология часто менялось в течение этого периода.

Аббревиатура ДПА (дистанционно пилотируемый аппарат) первоначально использовалась для беспилотных летательных аппаратов, но с появлением систем, внедряющих наземные или подводные аппараты были приняты другие определения, чтобы уточнить ссылку на бортовые системы транспортных средств. «Беспилотный летательный аппарат» - является наиболее подходящим термином для определения летательных аппаратов, управляемых не экипажем.

В области экологического мониторинга с использованием БЛА решается следующий спектр проблем: оценка состояния воздуха в приземном слое атмосферы (на территории городов и промагломераций, производственный мониторинг промышленных объектов, фоновый мониторинг); оценка загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами; оценка состояния растительного покрова (в зонах техногенеза и на фоновых участках); оценка радиационного загрязнения окружающей среды (также и в чрезвычайных ситуациях – при авариях на атомных электростанциях); обнаружение и наблюдение при спасательных операциях; ведение разведки лесопожарной обстановки; наблюдение при проведении культурно-массовых мероприятий, мониторинг транспортных потоков и дорожной ситуации.

В настоящее время дистанционные методы (лидарное зондирование, аэрокосмические методы и др.) широко применяются для контроля состояния окружающей среды. Тем не менее рассмотренные методы не позволяют проводить трехмерной оценки состояния атмосферного воздуха и оперативно проводить контроль миграции загрязняющих компонентов в зонах техногенеза. Для решения задач экологического мониторинга наиболее перспективными оказываются аппараты вертолетного типа, однако конструктивная сложность таких аппаратов, сложность систем управления при высокой сложности пилотирования определяют необходимость совместного использования беспилотных летательных аппаратов вертолетного и самолетного типов.[3]

Разработанные беспилотные летательные аппараты РДР-2015 «Горный» предназначены для использования в качестве носителя для выполнения аэрофото- и видеосъемки местности, как панорамной так и плановой, для проведения мониторинга теплового загрязнения среды, определения концентрации загрязняющих веществ (таких как диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, сероводород, метан) в атмосферном воздухе, определения уровня радиационного загрязнения окружающей природной среды, мониторинга пыления. Конструктивное исполнение позволяет проводить вышеперечисленные мониторинговые мероприятия одновременно. Герметическое исполнение модуля бортовой электронной аппаратуры продлевает срок службы дорогостоящего оборудования при

регулярной эксплуатации в неблагоприятных условиях. Оперативность проведения мероприятий экологического мониторинга обеспечивается наличием системы двуканальной радиосвязи в режиме реального времени между беспилотными летательными аппаратами и наземной станцией управления, на которой проводится ввод, контроль и, при необходимости, редактирование маршрута полета, а также обработка полученных результатов.

Методика проведения мониторинга с использованием БЛА разрабатывается в зависимости от объекта исследований, его площади, протяженности, уровня и номенклатуры загрязняющих компонентов окружающей среды. Программа мониторинга включает контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения в нижних слоях атмосферы, траектория облета определяется площадью источника загрязнения, а также техническими возможностями беспилотных летательных аппаратов, определяющими максимальную длину возможного полета беспилотного летательного аппарата.

Новизна проводимых исследований заключается в проведении объемного мониторинга воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха. Экологический мониторинг окружающей природной среды при использовании беспилотных летательных аппаратов предпочтителен в дневное время суток при скоростях ветра до 12 м/с.

В результате проведённых исследований выявлено, что наземные методы мониторинга не позволяют получить все необходимые данные о состоянии поверхностных вод, атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, поскольку территории расположения горнопромышленных агломераций отличаются сложным рельефом, что не позволяет обследовать труднодоступные места – территории хранилищ отходов производства, карьерных выемок и др.

Литература

1. Reg A., Unmanned Aircraft System, Aptara Inc. New Delhi, 2010, p.34.
2. Peter W. Merlin, Unmanned aircraft systems. Western state fire missions. Greenwood Press., 2009, pp. 50-52.
3. Danilov A.S., Pashkevich M.A. The system of the ecological monitoring of environment which is based on the usage of UAV // Russian Journal of Ecology, Pleiades Publishing Ltd., Vol. 46, No. 1, 2015, pp. 14–19

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА Г. НОРИЛЬСКА ПО ДАННЫМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА

М. А. Дериглазова
Научный руководитель профессор Л. П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время все большую популярность приобретает новое смежное направление современной науки – медицинская геология. В широком смысле медицинская геология изучает воздействие геологических процессов, явлений и объектов естественного и техногенного происхождения на здоровье людей и животных. Данная область охватывает большое количество исследований в области горных пород, воды, почв и их взаимосвязи с организмом человека. В свете развития вышеуказанного направления науки нами проводится исследование зольного остатка организма человека (ЗООЧ). В предыдущих исследованиях нами был установлен элементный и минеральный состав ЗООЧ следующих городов России: Новокузнецка, Новосибирска, Екатеринбурга, Ростова-на-Дону и Санкт-Петербурга. В настоящей статье будет рассмотрен элементный состав зольного остатка организма человека г. Норильска по данным инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА).

Нейтронно-активационный анализ является современным и точным методом анализа, который позволяет определить концентрации 28 химических элементов в широком диапазоне содержаний. По результатам анализа была проведена статистическая обработка данных, построены диаграммы коэффициентов концентраций, кластерного анализа, подсчитаны коэффициенты парной корреляции, а также проведен факторный анализ. Полученные результаты представлены ниже.

В ходе статистической обработки данных было выявлено, что с помощью выбранного метода анализа достоверно определены концентрации 22 химических элементов, а концентрации таких элементов, как As, Tb, Yb, Lu, Au, Nd ,были определены ниже предела обнаружения в 50 и более % случаев. Для всех элементов были подсчитаны статистические параметры, в том числе коэффициент вариации, позволяющий оценить степень разброса значений. Наименьшим коэффициентом вариации (<30%) характеризуются такие элементы как Na и Ca, остальные элементы характеризуются средним значением коэффициента от 30 до 60% (Fe, Co, Zn, Sm, Yb,) и высоким, со значениями от 60 и более % (Sc, Cr, As, Br, Rb, Sr, Ag, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Eu, Tb, Lu, Hf, Ta, Au, U, Th). Примечательно, что низкие и средние значения коэффициента присущи элементам, которые по общепринятой классификации элементов в организме человека относятся к макро- и микроэлементам (кроме самария и иттербия), что подтверждает необходимость человеческого организма поддерживать гомеостаз данных элементов.

Полученные данные позволили построить диаграмму коэффициентов концентраций (рис. 1) относительно среднего содержания элементов по всем ранее изученным городам, которая наглядно показывает специфику изучаемого города.

Диаграмма (рис. 1) показывает, что в большем количестве в ЗООЧ г. Норильска концентрируются такие элементы как Ca, Sc, Rb, Sr, Cs, Ce, Sm, Tb, Yb, Lu, Hf, U, Nd. Безусловный интерес вызывает высокая

концентрация цезия, источник которой не ясен.

Показательно смотрятся результаты оценки уровня накопления элементов по половому признаку. Анализ показал, что такие элементы как натрий, рубидий, цезий, гафний, золото и торий имеют тенденцию к накоплению в мужском организме, а скандий, бром, церий, самарий, европий, тербий, иттербий, тантал и уран - в женском. Принято считать, что мужской организм чаще отражает производственный фактор в отличие от женского. С другой стороны, такое распределение в том числе может указывать на различие женской и мужской физиологии.

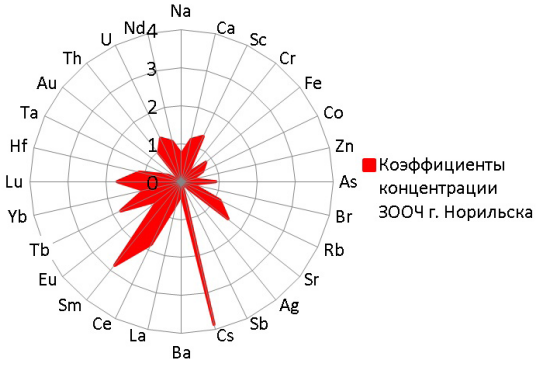


Рис 1. Коэффициенты концентрации элементов в зольном остатке организма человека г. Норильска относительно среднего содержания элементов по всем ранее изученным городам

Результаты парного корреляционного анализа показывают чрезвычайно тесную связь таких элементов как Ba-Cr (r=0,85), La-Th (r=0,79), Sc-La (r=0,77), Ba-La (r=0,75), Sc-Th (r=0,74), Th-Ag (r=0,73) и Ba-Na (r=0,71), при критическом коэффициенте r = 0,54, p = 0,01, n = 22. Наибольшим количеством значимых связей с другими элементами характеризуются скандий, торий, лантан и барий, при этом цезий не связан значимой связью ни с одним элементом, что затрудняет поиск источников его поступления. Особое внимание следует уделить кальцию, который практически со всеми элементами связан отрицательными связями, а те немногие положительные связи данного элемента с другими - незначимы. Значимая отрицательная связь отмечена у кальция и лантана (r= -0,55). Таким образом, корреляционный анализ показывает, что торий, лантан и барий связывают между собой другие элементы, формируя своеобразные группы. Чтобы проверить данное предположение нами был проведен кластерный анализ (рис. 2).

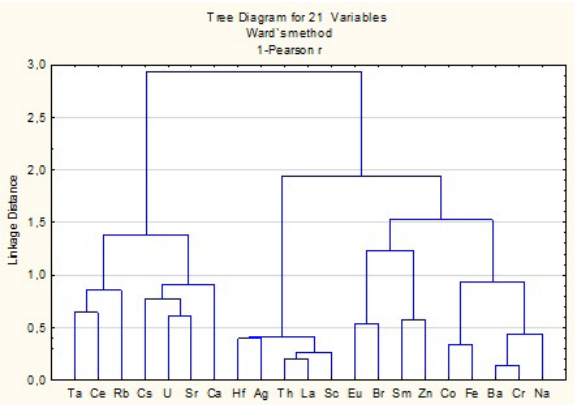


Рис. 2. Диаграмма кластерного анализа по данным ИНАА

Кластерный анализ позволяет выделить несколько групп элементов, наиболее тесно связанных: Th-La-Sc-Hf-Ag; Ba-Cr-Na-Co-Fe; Ca-Sr-U-Cs; Ta-Ce-Rb, Eu-Br, Sm-Zn. С одной стороны, анализ отчетливо выделяет группу макро- и микроэлементов, в которой, по-видимому, кальций заменен барием. С другой стороны, кальций связан со стронцием (установлено, что стронций может заменять кальций в организме человека), а тот, в свою очередь, с ураном и цезием. Стоит отметить, что данные три элемента широко распространены как в атомной, так и в металлургической отрасли. Известно, что кроме цветной металлургии, в г. Норильске также действовал исследовательский атомный реактор для нужд предприятия. Результаты факторного анализа подтверждают значимость таких элементов как лантан, скандий, торий, барий и хром (литофилы), которые вносят наибольший вклад в формирование самого важного фактора (6%). Кобальт, бром, серебро, гафний и тантал играют важную роль для второго фактора (2,6%), рубидий, стронций, натрий и цинк – для третьего фактора (2,3%), уран – для четвертого (2%).

В целом, результаты ИНАА отражают те же закономерности, которые выявлены с помощью другого метода анализа (ISP-MS), и показывают, что зольный остаток организма человека г. Норильска концентрирует редкоземельные и радиоактивные элементы в большем количестве, чем другие города. Кроме того, анализ полученных данных позволяет говорить о тесной взаимосвязи редкоземельных элементов, формирующих отдельные группы ассоциаций, а также о важности данных элементов наряду с серебром, хромом, кобальтом, барием и некоторыми другими элементами для формирования элементного статуса жителей г. Норильска.

МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К БЫВШЕМУ СЕМИПАЛАТИНСКОМУ ЯДЕРНОМУ ПОЛИГОНУ

[1,2] М.Т. Джамбаев, [1]Ш. Серикканова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

[1]Национальный исследовательский политехнический университет, г. Томск, Россия

[2]Научный исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей, Республика Казахстан

Радиоактивное загрязнение территории прилегающей к бывшему Семипалатинскому испытательному ядерному полигону (СИЯП), главным образом, было определено при проведении 14 наземных испытаний. По данным многочисленных радиоэкологических исследований при проведении данных испытаний облака дымас высокорадиоактивными частицами распространились в трех основных направлениях: к северо-востоку, востоку и юго-востоку от полигона. По имеющимся официальным данным радиационному воздействию в результате испытаний ядерного оружия на СИЯПв 1949-1962 годах подверглись около 1 млн. человек, включающих коренное население и переселенцев [2].

Мощность дозы облучения на прилегающих территориях, являющаяся главным фактором риска для здоровья населения, варьировала в пределах от 10 до 1000 мЗв и выше. Сотрудниками секретного Диспансера № 4 – единственного на то время осуществлявшего мониторинг радиоэкологической ситуации территории прилегающей к СИЯП, был проведен расчет доз облучения населения для 67000 человек. На базе этих данных специалистами института радиационной медицины и экологии г. Семей, Республики Казахстан была проведена классификация территорий прилегающих к полигону, по дозам облучения населения. В результате, были определены 4 зоны радиационного риска: зона чрезвычайного радиационного риска включала 8 населенных пунктов с дозой облучения населения свыше 1000 мЗв; зона максимального радиационного риска, включала население 4 районов с дозой облучения населения 350,0-1000 мЗв. Зона повышенного радиационного риска включала 4 города и 12 районов Семипалатинской, Павлодарской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей (ВКО) с дозой облучения населения 70,0-350,0 мЗв. Зона минимального радиационного риска включала население 12 районов Семипалатинской, Павлодарской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областейс дозой облучения населения 10,0-70,0 мЗв [1].

Не менее важным фактором определяющим уровень риска для здоровья населения является динамика его движения. Установлено, что величины экспозиционных и суммарных эффективных доз облучения населения зависели от удаленности конкретного района от полигона и периода пребывания населения на территории с определенным уровнем радиационного риска. Группа районов: Абайский, Абралинский, Жанасемейский и Бескарагайский расположены на расстоянии 40-100 км от опытного поля и подверглись загрязнению радиоактивными осадками в максимальной степени (свыше 1000 мЗв.). Бородулихинский, Новошульбинский, Жарминский, Чарский, Аягузский, Чубартауский районы, расположенные на удалении 150-200 км от полигона, в меньшей степени подверглись загрязнению радиоактивными осадками по сравнению с вышеуказанными районами (350,0-1000 мЗв.). Территории Кокпектинского, Маканчинского, Урджарского, и Таскескенского районов, расположенные на удалении 250-800 км от полигона, практически не подверглись загрязнению радиоактивными осадками (10-70 мЗв) [1]. Все население, проживавшее на территориях, прилегающих к СИЯП, в той или иной степени было подвержено ионизирующему излучению. Естественно, большую кумулятивную дозу получило постоянно проживавшее весь период испытаний население районов расположенных на наименьшем удалении от полигона. Часть населения этих районов, родившаяся после 1955 г.г. и прибывшая в это время с других территорий, подвергалась облучению в значительных меньших дозах [1].

Для оценки медико-демографических последствий облучения сотрудниками НИИ Радиационной медицины и экологии был проведен анализ динамики общей заболеваемости и отдельных ее классов у экспонированного населения. Основные группы исследования были сформированы в зависимости от величин эффективных эквивалентных и поглощённых доз облучения. К 1-ой основной группе была отнесена группа населения с ЭЭД 250 и более мЗв и с поглощенной дозой на щитовидную железу (ПДЩ) 800-1500мГр. К 2-ой основной группе было отнесено население с ЭЭД 150-249 мЗв и ПДЩ 500-799 мГр. Контрольной группой была выбрана группа населения Кокпектинского района практически не подвергавшаяся радиационному воздействию. Расчет был проведен на количество случаев на 1000 населения. Так уровень общей заболеваемости в первой и второй основной группах был в 1,56 и 1,22 раза выше соответственно, чем в контрольной группе.

В целом по имеющимся данным, среди лиц изучаемых групп населения отмечается относительно высокий уровень риска по 5 классам заболеваний: новообразования -1,6, болезни эндокринной системы -1,44, психические расстройства -1,93, болезней системы кровообращения (БСК) -1,43, болезней органов ЖКТ -1,6. При анализе распространённости уровней онкологических заболеваний и БСК, как индикаторов радиационного воздействия, была выявлена динамика роста уровня заболеваний этих классов по истечению определенного времени после облучения. Так через15-20 лет после облучения наблюдался рост количества онкологических заболеваний в 1,5 раза в первой и 2,21 раза во второй основной группах экспонированного населения.В последующие десять и более лет наблюдался рост данного показателя в 2 и более раза. Уровни распространённости БСК в 1-ой и 2-ой основных группах сравнения также были высокие, чем в контрольной группе и составляли 1,96 и 1,53

раз соответственно.Уровни заболеваемости патологии щитовидной железы также были высокие в исследуемых группах в 1,82 и 1,67 раз, чем в контрольной группе. В группах населения со средневзвешенной дозой 75 мЗв и суммарной дозой облучения 250 и более мЗв уровни рисков психических расстройств были достаточно высокие, не имея при этомсущественной разницы между собой (1,85; 1,93 соответственно). Данный факт демонстрирует наличие фактора риска – социально-психологической напряженности в регионах, прилегающих к СИЯП, реализация которого, в большинстве случаев, не зависит от установленных доз облучения.

Изучение показателей смертности среди облучавшегося населения контролируемых территорий ВКО было проведено по сгруппированным массивам актов-сертификатов о причине смертности некоторых районов, подвергавшихся радиационному воздействию в диапазоне доз превышающих порог 0,25 мЗв. Данный порог по литературным данным является критерием связи лучевого воздействия с показателем смертности [3]. Было установлено, что через 14-29 лет от начала облучения уровень общей смертности населения основной группы увеличивается в 1,5-2 раза, существенно превосходя показатели контроля. В структуре смертности экспонированного населения при дозах облучения 250 и более мЗв наблюдался рост уровня онкологических заболеваний после латентного периода в 3-4 раза. При этом в первые двадцать лет были наиболее распространены виды рака локализованного в органах ЖКТ. В последующие годы регистрировалось снижение уровня рака локализованного в ЖКТ, с одновременным подъемом рака легких и бронхов. Такая же динамика зарегистрирована по отношению к раку молочной железы женщин. Также установлено, что индикатором радиоэкологического неблагополучия является младенческая смертность в ранние сроки после облучения (первые 4-9 лет) [2].

По мнению специалистов полигона наиболее значимое радиоактивное загрязнение местности на локальных следах, образовавшихся на территориях, прилегающих к полигону, происходило при наземных взрывах ядерных зарядов среднего и крупного калибра. При воздушных взрывах радиоактивное загрязнение местности происходило в центре взрыва (активация грунта нейтронами) и на значительном удалении от эпицентра, где возможно касание облаком поверхности земли. Основными биологически опасными радионуклидами на территориях, прилегающих к полигону, являлись стронций-90, цезий-137 и плутоний.

На сегодняшний день, нами проведен комплексный микроэлементный анализ объектов окружающей среды и биосубстратов человека, проживающего на территориях, прилегающих к СИЯП. Объектами исследования стали населенные пункты Новопокровка, Зенковка и Кокпекты, относящиеся к максимальной, повышенной и минимальной зонам радиационного риска, соответственно. Элементный состав почвы, растительности (полынь обыкновенная), солевых отложений питьевой воды, органов и тканей животных (КРС), молока КРС, крови и волос человека были определены методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). В результате анализа в составе исследуемых объектов было определено содержание 28 химических элементов, в том числе и радионуклидов, таких как Sr, Cs, Th и U. По полученным данным были рассчитаны средние, максимальные и минимальные значения содержания химических элементов. Построены геохимические ряды накопления химических элементов в составе исследуемых объектов. Также были рассчитаны суммарные показатели загрязнения объектов природной среды и суммарные показатели накопления химических элементов в биологических объектах. По полученным данным исследуемым территориям были присвоены ранги характеризующие уровни радиохимического загрязнения территорий. Установленные нами ранги радиохимического загрязнения имели расхождения с уровнями радиационного риска рассматриваемых территорий. Так населенному пункту Зенковка соответствовал 1-ранг, населенным пунктам Кокпекты и Новопокровка соответствовали 2-ой и 3-ий ранги соответственно.

Полученные результаты позволили сделать вывод, что при экологической оценке загрязнённости территорий прилегающих к СИЯП, необходимо учитывать, как и природные, таки техногенные факторы загрязнения. При этом биологические объекты представляются наиболее чувствительными к изменению состояния окружающей среды. Анализ медико-демографических показателей населения экспонированного радиоактивным излучением позволяет понимать закономерности взаимосвязи доз облучения с его последствиями. В современных условиях, учитывая достаточно удаленный период времени после ядерных испытаний, такие знания необходимы для объективной радиоэкологической оценки территории прилегающей к СИЯП.

Литература

1. Апсаликов К.Н., Белихина Т.И., Пивина Л.М., Жунусова Т., Мулдагалиев Т.Ж., Липихина А.В. Изучение состояния здоровья населения Казахстана, подвергавшегося облучению в результате испытаний ядерного оружия, на основе идентификации случаев заболеваний и смерти // Наука и здравоохранение – Семей, № 1, 2014 г., – С. 42-44.
2. Белихина Т.И., Мулдагалиев Т.Ж. Булеуханова Р.Т., Нургалиева В.К., Жагипарова Ж.К. Сравнительный анализ показателей заболеваемости населения Казахстана, проживающего на территориях, прилегающих к ядерным полигонам // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – Гомель, 2015 № 1 (13). – С. 30-38.
3. Галич Б.В. Ретроспективная оценка демографических показателей районов ВКО, прилегающих к ядерному полигону // Наука и здравохранение. – Семей, 2009 № 1. – С. 63-64.

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ ВБЛИЗИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ТОМСКА

В.Д Доронина

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова, старший преподаватель Е.Е. Ляпина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ртуть – сильнотоксичный, подвижный, летучий металл. Поведение ртути в почвах определяется в основном субстратом, при возможном влиянии паров ртути из природных и техногенных источников. Концентрация ртути связана с типом почв, с уровнем содержания в них органики, других металлов (железа), галогенов (серы), а также уровнем pH, Eh, и происходит в верхнем слое почвы[3]. Почва - это базовый компонент биосферы и ее природный ресурс, являющийся связывающим звеном между атмосферой, гидросферой и биотой. Почвы городов - являются долговременной депонирующей средой, которая накапливает в себе загрязняющие вещества, поступающие из атмосферного воздуха, с осадками (снег, дождь, туманы, росы), находится на пересечении всех путей миграции химических элементов и их соединений. В связи с этим является удобным и достоверным индикатором многолетней антропогенной нагрузки [2].

Город Томск характеризуется деятельностью предприятий разных отраслей промышленности (химическая, строительная, деревообработка, теплоэнергетика и т.д.), большая часть которых сосредоточена в Октябрьском районе города. В районе отмечается повышенная антропогенная нагрузка, которая влияет на экологическую обстановку как микрорайона города, так и прилегающих к ней территорий [4, 5, 8].

Целью исследования является определение содержания и особенностей распространения ртути в почвах города Томска. В ходе исследований были отобраны пробы почв на территории Октябрьского района города Томска в зоне влияния следующих предприятий: ООО «Карьероуправление» (далее Карьероуправление), специализирующееся на производстве и переработке строительных материалов, ООО «Завод строительных материалов и изделий» (далее ЗСМИ) - изготовление керамзитового гравия, ЗАО «Томский приборный завод» (далее приборный завод), производящий электронное, горношахтное оборудование, метеорологическую и медицинскую технику, нестандартное оборудование др. Кроме того, по данным ранее проведенных исследований на территории г. Томска, были выявлены участки с повышенной пылевой нагрузкой, суммарным показателем загрязнения, и ореолы с повышенной концентрацией ртути [4, 5, 8]. В ранее выявленных очагах повышенной концентрации ртути на территории города Томска были отобраны пробы почвы. Для выявления особенностей накопления ртути в зависимости от гранулометрического состава пробы почв были просеяны через сита диаметром: >1мм, >0,5мм, >0,25мм, >0,125мм, >0,1мм, >0,04мм. В качестве фона была отобрана проба почвы в с. Калтай (23км от города Томска). Всего было отобрано 15 проб.

Содержание ртути в пробах почвы определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Точность определения 5 нг/г. Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации относительно ПДК ($C_{ПДК}$) и относительно содержания ртути в фоновой пробе ($C_{ФОН}$), кларки концентрации относительно земной коры ($Kk_{з.к}$), относительно почва Земли ($Kk_{п.з}$) и относительно почв населенных пунктов ($Kk_{п.н.п}$) [1].

По ранее проведенным исследованиям на территории города выявлены повышенные содержания химических элементов Au-Ba, Sr-Cr, Co-Ta, As-Ca, Hf-Na, Eu-Fe-Sc-Th, Cs-Yb-La-Lu-Sm, но по районам повышенные концентрации элементов распределяются иначе, Октябрьский – Hf-Sc, Tb-Sm, La-Ce, Yb-Lu, Th, Br, Ленинский – Ca-Rb-Sr, Кировский район – Na и Ba [5]. По результатам измерений определили содержание ртути в почвах вблизи промышленных предприятий Октябрьского района, максимальная концентрация составляет 134,4 нг/г – в зоне влияния ЗСМИ, минимальная концентрация составляет 16,4 нг/г – также в зоне влияния этого завода. На территории города максимальная концентрация отмечается в районе на ул. Большая Подгорная, и составляет 97 нг/г; минимальная концентрация 17,1 нг/г - вблизи ГРЭС-2. Повышенные концентрации ртути на территории города Томска связано с загрязнением воздуха автомобилями, большим количеством котельных, а также наличием несанкционированных свалок.

По результатам исследования 2015-2016 годов среднее содержание ртути по городу составляет 64,5 нг/г, при минимальном значении 16,4 нг/г (зона влияния завода строительных материалов), максимальном - 134,4 нг/г (зона влияния завода строительных материалов). Содержание ртути на фоновом участке (село Калтай) составляет 18,6 нг/г. Полученные значения не превышают предельно допустимых концентраций, а также намного меньше данных по ране проведенным исследованиям 2012 года [5]. Сравнивая среднее содержание ртути в почвах по Томску с данными для других городов: Кемерово - 42 нг/г, Алтайский край – 48 нг/г [6], Комсомольск на Амуре – 48 нг/г, Новосибирск – 72 нг/г, Иркутск – 95 нг/г [9] - можно сказать, что концентрации ртути в почвах в городе Томске сопоставимы с данными городов Сибири и Дальнего Востока.

По данным изучения содержания ртути в зависимости от гранулометрического состава почв выяснили, что характер распределения неоднородный. На территории Октябрьского района в зоне влияния промышленных предприятий максимальная концентрация ртути приходится на частицы размером от >0,25 до >1 мм, доля которых составляет от 1 до 31%. В частицах размером >0,04 - >0,125 мм, на долю которых приходится от 7% до 11% отмечается минимальное содержание ртути. Для очагов повышенного содержания ртути на территории города Томска характер взаимосвязи от размера частиц почвы иной. Максимальная концентрация ртути отмечается практически во всех фракциях почвы, доля которых варьирует от 2 до 21%. Минимальная концентрация выявлена

также почти во всех фракциях почвы, доля которых составляет от 2 до 42%.

На территории Октябрьского района максимальная валовая концентрация выявлена в зоне влияния ЗСМИ. При этом максимум ртути отмечается для частиц почвы размером >0,25 мм (31%), а минимум – для частиц >0,125 мм (5%). Минимальная валовая концентрация определена в зоне влияния Карьероуправления, при этом максимум приходится на частицы размером >0,1 мм (7%), а минимум – на частицы >0,125 мм (11%).

На территории города Томска наибольшее содержание ртути обнаружено в почвах на ул. Б. Подгорная, при этом максимум ртути отмечается в частицах почвы размером >0,1 мм (2%), а минимальная – в частицах >1 мм (42%). Наименьшее содержание ртути выявлено в близи «Водоканала» и на пересечении ул. Фрунзе и ул. Гагарина, при этом максимум ртути отмечается в наименьшей фракции почвы 0,04–0,025 мм (10-12%), минимум приходится на фракцию >0,25 мм (23-26%).

По данным расчета эколого-геохимических показателей на территории Октябрьского района в зоне влияния ЗСМИ отмечается максимум всех рассчитанных показателей, минимум – в зоне влияния Карьероуправления, среднее для района: $K_{СНgф}$ – 2,1; $K_{СПДК}$ – 0,02; $Kk_{з.к.}$ – 0,53; $Kk_{пз}$ - 4,43 и $Kk_{пн.п.}$ - 0,05. На территории города Томска максимальные значения всех эколого-геохимических приходится на ул. Большая подгорная, минимальные значения – в районе Томской ГРЭС-2. Средние значения по Томску составляют: $K_{СНgф}$ - 0,02; $K_{СПДК}$ - 2,5; $Kk_{з.к.}$ - 0,6; $Kk_{пз}$ - 4,715 и $Kk_{пн.п.}$ - 0,05. Сравнивая значения по обеим территориям, выявили, что эколого-геохимические показатели по Октябрьскому району являются выше, чем по городу Томску.

Таблица 1

Концентрация ртути в почвах города Томска в зависимости от гранулометрического состава

Места отбора проб	Концентрация ртути, нг/г							Геохимические показатели				
	Размер частиц, мм/доля, %											
	>1	>0,5	>0,25	>0,125	>0,1	>0,04	Общая	$K_{СНgф}$	$K_{СПДК}$	$Kk_{з.к.}$	$Kk_{пз}$	$Kk_{пн.п.}$
«Карьероуправление»	26/16	26/36	29/25	24/11	30/7	27/17	29	1,5	0,01	0,3	2,8	0,03
«Завод строительных материалов и изделий»	90/11	82/29	97/31	66/5	83/11	92/13	75	4	0,04	0,9	7,5	0,08
«Томский приборный завод»	42/1	35/38	37/36	39/15	42/3	34/7	31	1,6	0,01	0,4	3,0	0,04
Ул. Большая Подгорная	51/42	54/18	57/18	58/12	65/2	64/7	97	5,2	0,04	1,2	9,6	0,11
Под коммунальным мостом (Водоканал)	63/47	79/21	63/22	53/6	76/0,5	42/2	66	3,5	0,03	0,8	6,6	0,07
ГРЭС- 2	16/31	18/24	14/26	15/7	17/1	19/10	17	0,9	0,008	0,2	1,7	0,02
Пос. Восточный	47/42	52/18	54/19	57/10	66/2	63/10	26	1,4	0,01	0,3	2,6	0,03
«Дамба»	69/49	77/15	51/15	49/9	38/2	53/10	60	3,5	0,03	0,8	6,6	0,07
Район Фрунзе-Гагарина	23/27	26/19	21/23	28/12	26/5	22/13	17	0,9	0,008	0,2	1,7	0,02
Фоновая точка (пос. Калтай)	18/20	14/14	14/12	15/19	16/11	18/24	19		0,008	0,02	1,9	0,02

Данные исследования 2015-2016 года показали, что в среднем содержание ртути в почвах города Томска составляет – 64,5 нг/г, что ниже по сравнению с данными для городов Новосибирск и Иркутск, но выше чем в Комсомольске-на-Амуре и Кемерово, а так же, в Алтайском крае. Распределение содержания ртути в зависимости от размера частиц является неоднородным и на данном этапе исследования закономерностей не выявлено. Содержание ртути в каждой точке не превышает ПДК (2100нг/г). По данным расчета эколого-геохимических показателей выявили, что максимум отмечается в пробах в районе ул. Б. Подгорная, минимум – для района ГРЭС-2 и пересечения ул. Фрунзе и Гагарина, что соответствует данным для фоновой точки.

Литература

1. Алексеенко, В. А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов : монография / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2013. – 380 с.
2. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.// Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. - Томск: Изд-во, 2003.-336 с
3. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 томах. Том 5. – М.: Экология, 1997 г. – 576 с.
4. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (25.00.36), Томский политехнический университет, Томск, 2009г.
5. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук 25.00.36 /Ляпина Е. Е., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, Томск, 2012г ., 154с.
6. Маликова И.Н, Аношин Г.Н, Бадмаева Ж.О. Подвижные формы ртути в почвах природных и антропогенных ландшафтов.//Геология и геофизика - 2011, т. 52, № 3, с. 409—425
7. Питимиров П.В. Распределение ртути в почвах Санкт – Петербургского государственного университета.// Материалы XIV молодежной научной конференции «Геология полезные ископаемые и геология северо-

запада России» - 2006, с 238-241
8. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сарнаев С.И. Содержание тяжелых металлов в почвах. Учебное пособие. Томск: ТПУ, 1993. с. 83.
9. Удоденко Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах на заповедных территориях (на примере Воронежского и Окского заповедников): диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук (03.02.08)/ Удоденко Юрий Геннадиевич; Воронежский государственный университет, Воронеж – 2014г., 158 с.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПОЧВЕ И ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА И ЕГО ПРИГОРОДА

Л.А. Дорохова, Е.М. Турсуналиева
Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При развитии промышленности и повсеместной урбанизации происходят изменения в составе геосферных оболочек Земли, что негативно сказывается на состоянии здоровья человека и обуславливает геоэкологические проблемы территорий. В связи с этим, большое внимание уделяется изучению состояния компонентов природных сред на территории городов [4 – 7].

Город Благовещенск входит в состав Дальневосточного федерального округа и является административным центром Амурской области. Площадь территории города занимает 353 км^2, урбанизированная его часть – порядка 58 км^2. Численность населения – более 224 тыс. человек (2016). Город основан в 1852 году в месте слияния двух крупных дальневосточных рек – Амура и Зеи. Сегодня он пятый по величине город Дальнего Востока и единственный административный центр России, расположенный на государственной границе. Благовещенск граничит с Китаем (КНР) по Амуру. Напротив Благовещенска, на сопредельной территории, находится китайский город Хэйхэ, район Айгунь с населением более 211 тыс. чел.

В городе развиты планировочная, социальная и инженерная инфраструктуры. На состояние окружающей среды города оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы. Последние представляют наибольшее значение, как факторы, приводящие к нарушению экологического равновесия. Большую долю техногенной нагрузки на окружающую среду города оказывают предприятия теплоэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства, промышленные предприятия и автотранспорт. Экологическая обстановка на территории г. Благовещенска оценивается как напряженная [9 – 10].

Актуальным для Благовещенска, как большого по численности населения приграничного города, является изучение состояния компонентов окружающей среды, в том числе почвенного и растительного покровов [3]. Многие исследователи подчеркивают преимущества использования ассимилирующих и многолетних органов растений для мониторинга и оценки состояния окружающей среды, так как их элементный состав закономерно отражает особенности среды произрастания и локальные загрязнения. Непосредственно листья деревьев в силу своих морфологических особенностей (наличие воска и трихом на поверхности, шероховатости поверхности, пассивной диффузии вещества через устьица и др.) могут выступать в качестве своеобразного природного планшета, аккумулирующего элементы из воздуха как в виде мокрых (дождь, роса, туман), так и сухих (твердые частицы, газы) выпадений [1].

Авторами проведено исследование по оценке содержание ртути в верхнем горизонте почвы в северо-западной части г. Благовещенска и его пригорода (бывшие земли сельхоз назначения) и листьях тополя урбанизированной части города. В начале сентября 2013 г. были отобраны пробы листвы тополя (Populus balsamifera L.) по равномерной площадной сети с шагом опробования 1 × 1 км. Листья отбирали методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Всего отобрано 40 проб листьев тополя. Для определения источника одной из выявленных аномалий ртути в северо-западной части Благовещенска по данным опробования листьев тополя, в 2016 году на территории пос. Чигири, используемой раньше для сельхозяйственного назначения, а сейчас под индивидуальную и малоэтажную коттеджную застройку, отобраны пробы из верхнего горизонта (0-10 см) почвы. Всего отобрано 36 проб почвы с шагом 500 × 500 м.

Анализ содержания ртути в образцах просеянной (0,1 мм) почвы и сухой массы листьев тополя выполняли в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно-образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии в Институте природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза), предел обнаружения – 5 нг/г. Для контроля точности измерения ртути использовали стандартные образцы состава дерновоподзолистой супесчаной почвы СДПС-3 (ГСО 2500-83) и листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007).

Первичные результаты анализов ртути в почве и листьях тополя приведены на 1 г сухого вещества, сведены в базу данных, обобщены с помощью описательной статистики в программе Microsoft Exel 2010 (табл. 1). Построение и оформление картосхем распределения ртути на территории г. Благовещенска и его пригорода выполнено с помощью программного обеспечения SURFER 10 и COREL DRAW 17 и представлено на рис. 1.

Таблица 1

Статистические параметры распределения ртути в почве и листьях тополя на территории г. Благовещенска и его пригорода

Объект опробования	Содержание, нг/г (среднее/min-max)	Медиана	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Почва	$\frac{92{,}5 \pm 19{,}2}{(17{,}8 - 524{,}0)}$	45,7	108	117
Листья тополя	$\frac{24{,}1 \pm 2{,}2}{(8{,}4 - 80{,}9)}$	19,5	13,5	56

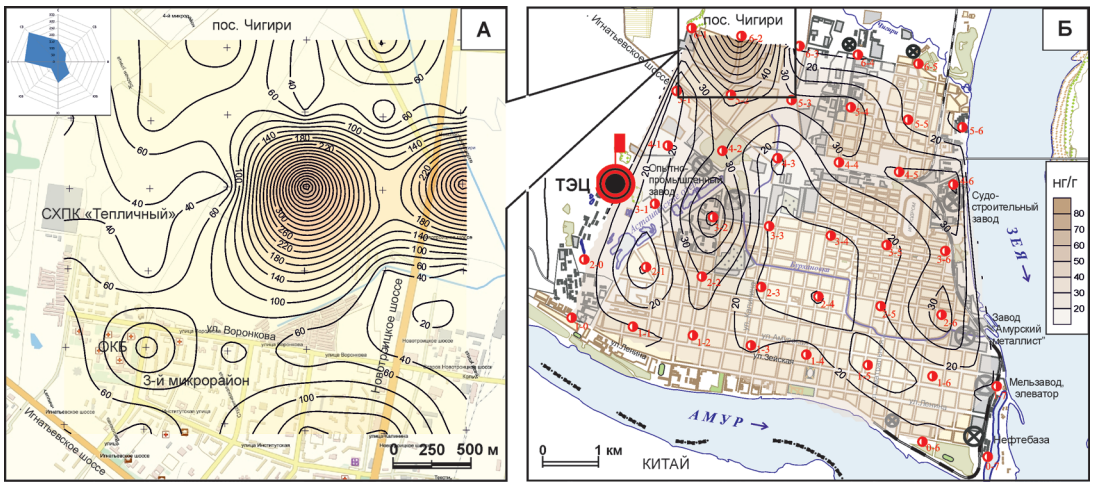


Рис. Распределение ртути в почве (А) и листьях тополя (Б) на территории г. Благовещенска и пригорода

Анализ характера накопления и распределения ртути на территории г. Благовещенска позволил выделить следующие особенности. По значению коэффициента вариации ртути в почвах характерна крайне неоднородная выборка, в листьях тополя наблюдается недифференцированная выборка. Значения среднего и медианы у исследуемого элемента, как в почве, так и в листьях тополя значительно отличаются, что указывает на наличие аномальных содержаний и логнормальное распределение.

Контрастный ореол ртути по данным опробования листьев тополя выявлен на территории северо-западного промышленного узла г. Благовещенска в зоне воздействия опытно-промышленного завода, который специализируется на переработке золотосодержащей руды, содержащей сульфидные минералы, а они в свою очередь могут содержать в качестве примеси ртуть [8].

Максимальное содержание ртути в почве (524 нг/г) и листьях тополя (80,9 нг/г) сосредоточено в северной части города и пригорода, где жилая застройка (3-й микрорайон) граничит с бывшими сельхозугодиями (пашней) пос. Чигири. Здесь же находится крупное тепличное хозяйство (СПХК «Тепличный») (рис. 1, А). Санитарно-гигиенический норматив содержания ртути в почве (ПДК 2,1 мг/кг) не превышен. Можно предположить, что ореол ртути в почве обусловлен применением в прошлом ртутьсодержащих пестицидов. Известно, что ртуть прочно фиксируется почвой, образуя прочные и малоподвижные комплексы с гуминовыми кислотами (период полувыведения ртути из почвы 250 лет) [2]. На рис.1, Б также виден аэрогенный шлейф ртути в юго-восточном направлении по розе ветров (преобладают северо-западные ветра).

Таким образом, по данным опробования верхнего слоя почвы и листьев тополя установлен уровень содержания и характер распределения ртути на территории г. Благовещенска и его пригорода. Содержание ртути в почве не превышает ПДК. Предполагаемыми источниками ртути являются: опытно-промышленный завод по переработке золотосодержащей руды и участок в пос. Чигири, где вероятно применялись ртутьсодержащие пестициды. Для более точных выводов планируется определить формы ртути методом термодесорбции.

Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Батян А.Н. Основы общей и экологической токсикологии / А.Н. Батян, Г.Т. Фрумин, В.Н. Базылев. – СПб.: Спец-Лит, 2009. – 352 с.
3. Павлова Л.М., Радомская В.И., Юсупов Д.В. Высокотоксичные элементы в почвенном покрове на территории г. Благовещенска // Экология и промышленность России, 2015. – Т. 19. – №. 5. – С. 50 – 55.
4. Радомская В.И., Юсупов Д.В., Павлова Л.М. Анализ выпадения химических элементов с атмосферными осадками на территории города Благовещенска // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2016. – Т. 18. – № 2-2. – С. 488 – 492.

5. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под редакцией Н.С. Касимова. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. – 560 с.
6. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
7. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
8. Юсупов Д.В. Биогеохимические ореолы золота и ртути Покровского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Известия вузов. Геология и разведка, 2009. – № 6. – С. 38 – 43.
9. Юсупов Д.В., Радомская В.И., Павлова Л.М., Трутнева Н.В., Ильенок С.С. Тяжелые металлы в пылевом аэрозоле северо-западной промышленной зоны г. Благовещенска (Амурская область) // Оптика атмосферы и океана, 2014. – Т. 27. – № 10. – С. 906 – 910.
10. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В., Могилёв А.А. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Известия Томского политехнического университета, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 185 – 189.

РАДОН КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛА КАЛАЧИ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ш.Б. Жакупова, В.В. Колбин, Д.А. Герасимов
Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.В. Липихина
Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей, Казахстан

Вблизи села Калачи Есильского района Акмолинской области до 1992 года производилась добыча урановых руд шахтным методом. В течение 1993-1994 гг. оборудование подземного комплекса было демонтировано, выработки ликвидированы, т.е. затоплены [4]. Всего на территории Казахстана было разведано более 60 месторождений урана [1], большинство этих месторождении закрыты, но работы по рекультивации отвалов забалансовых руд и хвостохранилищ, предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд практически не производились. Село Калачи привлекло внимание врачей, экологов случаями обращения жителей с общими симптомами: пошатывание, головокружение, сонливость, кратковременная потеря памяти. Всего за период с марта 2013 г. по 1 марта 2015 г. зафиксировано 9 вспышек (168 случаев) заболеваний среди 117 жителей населения с. Калачи («синдром Калачи») [3]. В течение марта 2015 – декабря 2016 года с подобными симптомами обращений не было.

По поручению Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан в 2014-2016 гг. были проведены комплексные медико-экологические исследования, включая измерения эквивалентной объемной активности (ЭРОА) радона.

Наибольший вклад в дозу внутреннего облучения радионуклидами земного происхождения дают радон и продукты его распада. Согласно оценке Научного комитета по действию атомной радиации ООН, население за счет радона получает до 50% годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения [5]. Большую часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом непроветриваемом помещении.

Облучение короткоживущими альфа излучающими дочерними продуктами распада (ДПР) радона – важнейший фактор увеличения риска заболевания раком легких. Исследования, проведенные Агентством по охране окружающей среды США, показали, что предположительно 5 тыс. ежегодных случаев заболевания раком легких среди некурящей части населения в США связаны с содержанием радона в помещениях [6].

Кроме радиационной опасности радон, исходя из теории Мейера-Овертона [7], имеет и анестезиологический эффект, еще более сильный чем ксенон, однако из-за радиоактивности этого газа его использование в качестве анестетика не известно.

Контроль ЭРОА радона проводился радиометром радона «РАМОН-02» совмещённый с «РАМОН-РАДОН-01» в едином корпусе.

Объём и результаты исследований эквивалентной равновесной объемной активности радона в селе Калачи в 2013-2016 гг. приведены в таблице.

Таблица

Объем и результаты активности радона (Бк/м^3) в с. Калачи 2013-2016 гг

№ п/п	Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение	Медиана
1	Жилые комнаты	356	17 - 2600	233	145
2	Погреба, подвалы	97	25 - 10991	1125	705
3	На открытом воздухе	62	2-108	25	22

Из 356 исследованных жилых зданий в 70 активность радона не удовлетворяет требованиям существующих нормативов [2]. Среднее значение активности радона в помещениях составляет 233 Бк/м^3, что также выше

предельно допустимых концентраций. В целом, большинство показателей укладываются в рамки предельно допустимых концентраций, медиана в жилых помещениях составляет 145 Бк/м^3. Но при этом следует отметить общую высокую объёмную активность радона, в среднем не опускающуюся ниже 100 Бк/м^3, тогда как на большей части территории Казахстана этот показатель в 2 раза меньше. Выявлен залповый характер выбросов радона, отдельные значения многократно превышают ПДК. В с. Калачи поступление радона в помещения в основном определено свойствами подстилающих пород, поскольку преобладают одноэтажные деревянные дома с простыми фундаментами и деревянными полами.

Высока разница в уровнях содержания радона между жилыми и подвальными помещениями. Радон поднимается из подстилающих пород, и, соответственно, накапливается в погребах и подвалах под зданиями, причём в подвальных помещениях ЭРОА радона в среднем в несколько раз выше, чем в жилых. Прослеживается корреляция значений по точкам (рисунок), что связано с особенностями распространения этого радиоактивного газа. При этом содержание радона в воздухе подвальных помещений в среднем десятикратно превышает аналогичные показатели в жилых комнатах, что обусловлено его летучестью, а также тем фактом, что при комнатной температуре радон является одним из самых тяжёлых газов. При этом следует учитывать значительную временную динамику колебаний ЭРОА радона в воздухе.

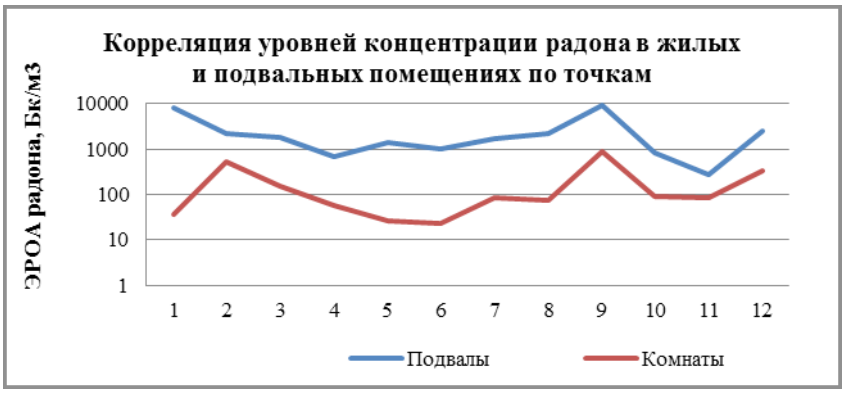


Рис. Корреляционная зависимость уровней накопления ЭРОА радона в воздухе жилых и подвальных помещений села Калачи

На открытом воздухе объёмная активность радона достаточно низка, за исключением территорий закрытых урановых шахт.

По результатам проведенных исследований прослеживается неравномерный, залповый выброс радона (до 2600 Бк/м^3 в жилых помещениях, до 10991 Бк/м^3 в подвалах) в зависимости от времени измерения и типа помещений. Многократные превышения ПДК ЭРОА радона (в основном в 2-5 раз, иногда более) в исследованных жилых помещениях оказывают прямое влияние на суммарную дозу облучения населения. При этом средний уровень объёмной активности радона в большей части жилых домов (2014 год – 186 Бк/м^3, 2015 год – 211 Бк/м^3, 2016 год – 152 Бк/м^3) находится в пределах нормы.

В 2015 году в сравнении с ранее проведёнными исследованиями 2013-2014 гг. средняя объёмная активность радона в жилых помещениях повысилась с 186 до 211 Бк/м^3, в то же время средняя ЭРОА радона в подвальных помещениях снизилась с 740 до 642 Бк/м^3 (в погребах вне дома) и до 290 (собственно в подвалах). Зафиксированные изменения объёмной активности радона подвержены прямому влиянию погодных условий и температурных перепадов.

В 2016 году после разгрузки шахт путем бурения скважин наблюдается снижение средней активности радона в жилых помещениях до 152 Бк/м3 и медианы до 76 Бк/м3.

Одна из возможных причин повышенной активности концентрации радона в жилых помещениях с. Калачи – процессы, происходящие в заброшенных шахтах бывшего уранодобывающего комплекса. В результате многолетней подземной разработки Ишимского и Любимовского месторождений, располагавшихся вблизи с. Калачи, под землей образовались обширные пустоты (ориентировочно 53 млн. м^3). При ликвидации заброшенные шахты были затоплены. В настоящее время откачка воды не производится. В периоды повышения температуры из-за возникающего перепада давления, а также во время весеннего снеготаяния и сезонов дождей из-за повышения уровня воды в шахтах, происходит увеличение давления на воздушно-газовую смесь и ее залповые выбросы к дневной поверхности по проницаемым зонам в породах и почвах. Это может касаться поступления и других газов, образующихся в затопленном пространстве (соединений азота, озона, ацетона и др.)

Повышенное содержание радона на территории села, носящее выбросной, залповый характер поступления в жилые дома, подполья и подвалы, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения, учитывая свойства радона как инертного газа, возможно при сочетанном воздействии и других компонентов газовой смеси. Учитывая отсутствие новых зарегистрированных случаев проявления синдрома «сонной болезни» среди жителей села Калачи после разгрузки шахт путем бурения скважин можно сделать вывод, что повышенная концентрация радиоактивного газа, безусловно, оказывала негативное воздействие на здоровье населения, но очевидно не являлась единственной и достаточной причиной для возникновения синдрома.

Литература

1. Аязбеков К. За 20 лет независимости атомная отрасль стала визитной карточкой Казахстана [Электронный ресурс] Сайт Российское атомное сообщество. http://www.atomic-energy.ru/smi/2011/10/03/27156
2. Гигиенический норматив «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан № 201 от 03.02.2012 г.
3. Липихина А.В., Белихина Т.И., Жакупова Ш.Б., Колбин В.В., Герасимов Д.А. Последствия уранового техногенеза в Казахстане // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы V Международной конференции, г. Томск, 13–16 сентября 2016 г. – Томск: STT, 2016. – С. 394 – 398
4. Постановление Правительства от 25.07.2001 N 1006 «Об утверждении программы консервации уранодобывающих предприятий и ликвидации последствий разработки урановых месторождений на 2001 - 2010 годы».
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
6. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 1997.
7. Meyer H. Zur Theorie der Alkoholnarkose // Arch. Exp. Path.a.Pharmakol. 1899. V.42. P.2 - 4.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Т.А. Замореева

Научный руководитель старший преподаватель М.С. Томаш

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

Березинский биосферный заповедник, образованный 30 января 1925 года. Это единственная в Республике Беларусь охраняемая природная территория самого высокого ранга, сохранившаяся практически в первозданном виде. На северо-западе Минской области находятся земли Нарочанского национального парка, созданного в 1999 году в целях сохранения уникальных природных комплексов.

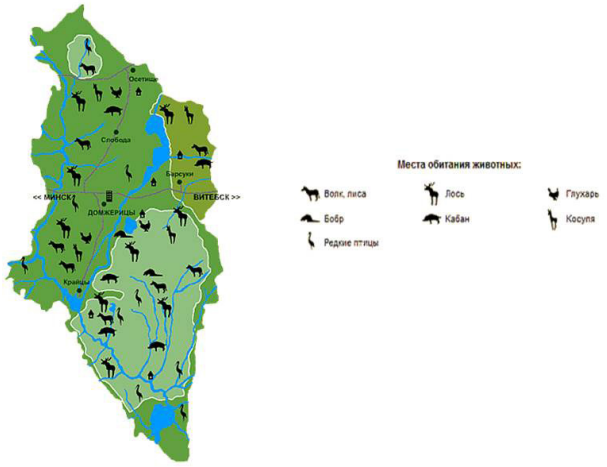


Рис. 1. Схема Березинского биосферного заповедника

Общая площадь – 85,2 тыс. гектаров. Это единственное место в стране, где на одной территории в лесу обитает Большая европейская пятерка крупных млекопитающих: лось, зубр, медведь, волк и рысь.

Основными задачами ГПУ «Березинский биосферный заповедник» являются:

– обеспечение условий сохранения в естественном состоянии природных комплексов и объектов, находящихся на его территории;

– организация выполнения природоохранных мероприятий на ООПТ и обеспечение соблюдения установленного режима ее охраны и использования;

– организация и проведение научно-исследовательских работ;

– организация мониторинга окружающей среды;

– содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды;

– экологическое образование, просвещение, воспитание населения и пропаганда охраны окружающей среды;

– сохранение природного комплекса как исторически сложившегося ландшафта и генетического фонда растительного и животного мира;

– разработка и внедрение в практику научных методов охраны природы и природопользования;

– сохранение культурного наследия (объектов этнографии, археологии, истории и пр.);
– организация научно-обоснованного экотуризма [2].

Благодаря своему биологическому разнообразию и уникальности природных комплексов заповедник имеет исключительную значимость не только для Беларуси, но и для всей Европы в целом. Здесь присутствуют четыре типа экосистем: густые леса, топкие болота, быстротечные водоёмы и чистые луга. Основным типом являются леса, занимающие около 89 % территории заповедника. Особый интерес представляют аборигенные естественные лесные формации сосновых, черноольховых и пушистоберёзовых болотных лесов, существующих как обширные болотные массивы (от 10 до 20 тыс. га). В заповеднике обитает множество видов растений и животных, часть из которых занесены в Красную книгу (Более 80 видов растений и более 100 видов животных).

Флора заповедника содержит более 50 % белорусской флоры: сосудистых растений – 812 видов, мхов – 216, лишайников – 261, грибов – 464 вида. Основными лесообразующими древесными породами являются берёза, ольха, осина, дуб черешчатый, ясень. В заповеднике проживает 59 видов млекопитающих (бобр – 1400 особей, лось – более 300, выдра – 65, медведь – 34, рысь – 10, барсук – 23, зубр – 35); 234 вида птиц (скопа – 3, чёрный аист – 20-25 пар, змееяд – 6-8, серый журавль – 30-35 пар, а также беркут, орлан-белохвост, филин, сапсан, белая куропатка, трёхпалый дятел, золотистая ржанка); 11 амфибий; 5 рептилий и 34 вида рыб.

Березинский биосферный заповедник имеет международный статус биосферного резервата, однако на республиканском уровне этот статус никак не подтвержден. В настоящее время разработано положение, выделены границы резервата и его зоны. Принятие решения о создании биосферного резервата на уровне Витебского и Минского облисполкомов пока задерживает отсутствие финансирования для проведения необходимых работ.

Среди шести направлений деятельности, отмеченных в плане управления заповедника, приоритетными являются природоохранные мероприятия. Также большое значение имеет научно-исследовательская деятельность, мониторинг и экопросвещение.

Значимым событием 2015 года для Березинского заповедника стала научная конференция, посвященная 90-летию заповедника. Обсуждение списка мероприятий обновленного плана управления Березинского заповедника прошло с участием общественности в конце 2015 года. Большинство из рекомендаций общественности было учтено.

В Беларуси для управления Березинским заповедником и национальными парками созданы государственные природоохранные учреждения с одноименным названием для каждого из них. Осуществление эффективного управления особо охраняемой природной территорией возможно при наличии необходимого объема информации о биоразнообразии этой территории и процессов, проходящих там, четко сформулированных целях, задачах и ожидаемых результатах управления. План управления содержит в себе все эти компоненты, представляет собой механизм, содействующий реализации данной задачи [2].

В настоящее время разрабатываются и издаются буклеты о туристическом потенциале ООПТ, на территориях заказников обеспечивается разработка и обустройство экологических троп, проведение экскурсий для учащихся учреждений образования [1].

В Беларуси выделяются средства на создание условий для развития туризма. Так, по госпрограмме развития системы ООПТ на 2008 − 2014 годы на эти цели направлено 63 % средств. За них построили гостиницы, благоустроили курортный поселок Нарочь и одноименный кемпинг в национальном парке «Нарочанский», создали музеи природы и вольеры для демонстрации диких животных (в Березинском биосферном заповеднике), разработали более 30 экологических троп и экскурсионных маршрутов (пешеходных, велосипедных, конных, водных), закупили туристический инвентарь.

Для туристов, приезжающих в заповедник, созданы благоприятные условия для проживания (имеются гостиницы, гостевые домики, туристические комплексы, места стоянок на природе), развиваются различные виды туризма (познавательный, научный, спортивный, рекреационный). Для любителей охоты организуется трофейная охота на самцов лося, косулю, оленя европейского, кабана, охота на глухаря, тетерева, болотных и лесных птиц.

В рамках деятельности рабочей группы «Охрана дикой природы Беларуси», которую курирует товарищество «Зеленая сеть», в 2014 – 2015 годах началась работа по оценке особенностей управления национальными парками и заповедником. Она осуществляется в настоящее время государственными природоохранными учреждениями. В фокусе исследования – анализ опыта создания и реализации планов управления национальными парками, взаимодействие с общественностью и другими заинтересованными структурами в этом процессе.

Предложения по развитию «Березинского биосферного заповедника» и совершенствованию плана управления:

– исключить создание новых объектов сервисной инфраструктуры туризма внутри лесного массива и ограничить расширение существующих;
– прекратить расчистку 50 % квартальных просек на территории заповедника. С современными навигаторами GPS сотрудникам заповедника будет невозможно заблудиться в лесу, а там, где дары природы собирают местные жители, квартальную сеть можно оставить. Квартальная сеть способствует браконьерам, кроме того, ее поддержание является сильным фактором беспокойства для животных;
– разработать программу, регламент и создать локальную сеть мониторинга лесов высокой природоохранной ценности на территории экспериментального охотничьего хозяйства (ЭОХ) «Барсуки»;
– организация и проведение мониторинга видов растений и животных, охраняемых в соответствии с международными договорами Республики Беларусь, а также включенных в Красную книгу Республики Беларусь и среды их произрастания в ЭОХ «Барсуки»;

– разработка и реализация программы интерпретации дикой природы для посетителей заповедника [2].

В ближайшее время в Минской области запланировано создание 11 заказников местного значения в рамках Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий, сообщает Минский областном комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды. Новые особо охраняемые природные территории (ООПТ) появятся в Березинском («Вязькутино», «Дубровка», «Дулебское», «Забродье», «Лозоровщина»), Вилейском («Гостилово»), Крупском («Липки» и «Маковье»), Червенском (гидрологический заказник «Ведрецкое болото»), Узденском (биологический заказник «Синицкая гряда»), Слуцком (ландшафтный заказник «Воробьевский») районах. Их общая площадь составляет 16,7 тыс.га [2].

Литература

1. Как создать план управления национальным парком [Электронный ресурс] // URL: http://www.biodiversity.ru/publications/books/management/ – Дата доступа 29.11.2016.
2. Беляцкая, О. С. Анализ соответствия национальных категорий особо охраняемых природных территорий критериям охраняемых природных территорий Международного союза охраны природы // О. С. Беляцкая, Юргенсон Н. А // Природные ресурсы. – 2010.– № 1. – С. 73–83.

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ “СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ”

П.С. Зеленковский[1], И.И. Подлипский[1], А.В. Терехова[1], О.И. Зернов[1], В.Е. Гузев[1], В.И. Копылова[1], У.С. Ефремова[1]

Научный руководитель доцент А.М. Беляев[1], В.Р. Хохряков[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет

[2]Национальный парк “Смоленское Поозерье”



В преамбуле к Федеральному закону “Об особо охраняемых природных территориях” указано, что их назначение, в числе прочего - экологическое воспитание населения, которое реализуется, в том числе, путем создания экологических троп. Экологическая тропа – это оборудованная, чаще всего пешеходная дорожка, проложенная по территории природного резервата, для знакомства посетителей с его природными богатствами.

К оборудованию экологической тропы относится дорожка (иногда деревянный настил, расположенный над поверхностью земли), места отдыха, информационные щиты, малые архитектурные формы (например, реконструированные исторические, или природные объекты). Экологическая тропа может быть рассчитана на разные категории посетителей в зависимости от их уровня подготовки: преподавателей и студентов; школьников и детей дошкольных образовательных учреждений; неспециализированных туристов и отдыхающих. Правила поведения на экологической тропе продиктованы требованием сохранения природной среды в рамках особо охраняемой природной территории: запрещено любое воздействие на растительность и животных, (вплоть до громких звуков, которые могут напугать птиц и животных), курение и розжиг костров и т.д.

Экологическая тропа, в основном, имеет своей целью не просто прогулку по территории резервата, а посвящена какой-либо тематике, и проложена таким образом, чтобы максимально раскрыть её. Великолепным примером тропы, посвященной наблюдению за птицами, является маршрут в национальном парке «Смоленское Поозерье» – “Вокруг Поозерья”. Тропа частично проходит вдоль оз. Баклановo, на котором оборудованы смотровые платформы, с информационными щитами, выходящие на озеро и описывающие обитающих там водоплавающих птиц. Далее тропа сворачивает в лес, и прочие щиты посвящены экосистеме леса.

Рис. 1. Карта-схема территории предполагаемой экологической тропы (на рисунке номерами обозначены капища: 1- “Рода”, 2 - “Триглав”, 3 – “Мокоши”, 4 - ”Велеса”, 5 -”Лады”, 6- “Перуна”)

Одной из перспективных тем экологической тропы в национальном парке «Смоленское Поозерье» является маршрут посвященной древней истории этой территории, а именно языческому периоду, в комплексе с геологической характеристикой происхождения природных объектов.

На территории национального парка в районе озера Дго расположены несколько обрядовых объектов языческого периода (один сохранившийся – камень “Рода”) и несколько воссозданных (святилища “Триглав”, “Перуна”, ”Велеса”, ”Лады”).

Первые сведения об археологических памятниках рассматриваемой территории встречаются в записках путешественников XVI в., следовавших в Москву и отметивших многочисленные курганы в окрестностях г. Смоленска [1].

Оригинальность предлагаемой экологической тропы связана с двойной смысловой нагрузкой: с одной стороны посетителям будет предложено окунуться в древнюю историю и ознакомиться со славянскими языческими верованиями и обрядами, реконструированными на святилищах, с другой стороны, ознакомиться с многообразием горных пород ледникового происхождения, из которых воссозданы объекты и ознакомиться с историей геологического развития территории в четвертичное время.

Геологическое строение данной территории связано с различными гляциальными отложениями, поэтому образцы горных пород, из которых были созданы, а ныне воссозданы, древние культовые сооружения, представляют собой валуны из морены Валдайского оледенения.

Геологическая наполненность данной тропы должна быть связана с историей геологического развития территории в четвертичный период – этапов оледенений и межледниковий, поскольку именно данные природные процессы, происходившие на территории национального парка в прошлом, определяют его геоморфологию сегодня. Кроме того, породы ледниковых отложений стали тем материалом, из которых древние славяне создавали свои культовые сооружения.

С другой стороны, петрографическое разнообразие горных пород, которые оказались в составе моренных отложении, позволяют оценить масштабность процесса и территорию, которая была подвержена воздействию ледника и с которой был “собран” материал отложений.

Рассмотрим это разнообразие на примере каменного материала одного из воссозданных святилищ (святилище “Велеса”, на рис. 1, №4). Святилище представляет собой круглую возвышенность диаметром 10 метров. Она окружена рвом и земляным валом. Вокруг стоят Камни-Хранители, а внутри Камни-Тотемы, на них есть следы символов и надписей. В центре, рядом с чуром - Камень Велеса, имеющий лунку и жёлоб для стока воды (форма камня дает все основания предполагать, что он подвергся обработке со стороны человека и действительно являлся частью культового сооружения). Внутри вала стоят (от входа по часовой стрелке) шесть камней тотемных животных и птиц, помощников Велеса: Медведя, Волка, Сокола, Ворона, Сапсана, Рыси, а также комплекса “привратных” валунов.



Рис. 2. Камни святилища “Велес” (а - “Велес”, б “Волк”, в - “Ворон”, г - “Сапсан”, д - “Медведь”, е - “Сокол”, ё - “Рысь”, ж - один из привратных камней).

Центральный камень “Велес” (рис. 2) представляет собой плагио-микроклиновый гранито-гнейс с линзой микроклинового пегматита. Текстура: полосчатая, гнейсовидная, порфировидная. Основные минералы: кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, биотит, альмандин. Условия образования: доорогенные метаморфизованные песчано-глинистые отложения или разгнейсованные граниты, посторогененые метасоматические пегматиты.

Камень «Волк» диагностирован как посторогенный (постскладчатый) крупно-гигантозернистый пегматоидный микроклиновый гранит с порфировидной текстурой. Минеральный состав: кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, биотит, гранат (альмандин). Камень “Ворон” - синорогенный (синскладчатый) плагиоклазовый диорит. Камень “Сапсан” представляет собой посторогенный крупно-гигантозернистый пегматит или пегматоидный микроклиновый гранит, основные минералы: кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, биотит, гранат (альмандин). Условия образования пород и микроклинового гранита «Волк» и «Сапсан» и плагиоклазового диорита «Ворон» - посторогенные гипабиссальные интрузивы.

Камень “Рысь” (рис. 2, ё) - плагио- микроклиновый гранито-гнейс и один из «привратных» камней -

микроклинизированный гранито-гнейс (рис. 2, ж). Условия образования также сходны с условиями образования плагио-микроклиновый гранито-гнейса «Велеса»: метаморфизованные песчано-глинистые отложения или разгнейсованные граниты. Область сноса всех этих образцов, тем не менее, схожая – это палеопротерозойская Раахе-Ладожская зона (Свекофеннский складчатый пояс протяженностью более 1000 км и шириной до 80-100 км), прошедшая в своем развитии последовательно этапы спрединга, субдукции, коллизии и аккреции. Город Раахе находится в северо-западной части Финляндии на берегу Ботнического залива.

Существенно отличными от рассмотренных выше образцов является камень “Медведь” и “Сокол”. Первый образец - это кварц-полевошпатовый порфир (риолит) формации гранитов рапакиви; второй - посторогенный микроклиновый гранит. Условия образования этих пород отличны: первый - это вулканиты рапакиви, второй образец связан с гипабиссальными интрузивами, однако область сноса одна: Выборгский или Салминский массив гранитов рапакиви.

Многообразие представленных горных пород, их богатый минеральный состав позволяет создать принципиально новый подход к представлению этно-культурной тематики экологической тропы, наполнив её естественно-научной информацией.

Литература

1. Краснов Ю.А. Археология Смоленской области. // Археологическая карта России. Очерки археологии регионов. Книга 1. // Под ред. А.В. Кашкина М.: Наука, 2001. – 123 с.

ЭКОЛОГИЯ АЛМАТЫ

Д. Т Зинединов [1]., А.Н Сарсенбаева [2]

Научный руководитель преподаватель А.Н. Сарсенбаева

Институт геологии и нефтегазового дела им.К.Турысова

КазНИТУ им.К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы [1]

РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК»[2]

В работе выявлены основные экологические проблемы города Алматы связаны с антропогенными факторами, типичными для больших городов (автотранспорт, ТЭЦ, предприятия, неправильная высотная застройка города и др.). Особенностями негативной экологической ситуации, сложившейся в городе, являются и природные факторы: физико-географические и климатические.

Загрязнение природной среды в г. Алматы является актуальной экологической проблемой экологии, которая затрудняет физико-географическими и природно-климатическими условиями. Туманы и инверсии появляются в городе, по причине местоположения города в естественной впадине. Следовательно, при общей благоприятности климатических условий предгорная зона Заилийского Алатау характеризуется исключительно слабыми ресурсами самоочищения атмосферы. Долгие наблюдения Центра гидрометеорологического анализа, который находится в г. Алматы дали увидеть, что периодичность мелких (до 1 м/с) ветров запрашивается в летнее время в 71%, а в зимнее время – в 79%, среднее значение в году показало, что скорость ветра в городе не должно превышать 1,7 м/с. В течение года наблюдается свыше 80% дней с полными штилями. Так как в предгорной зоне преобладает безветрие, можно предположить, что причиной этого является влияние горного хребта, создающего сопротивление перемещению трансконтинентальных воздушных масс с севера [7]. В Алмате основными источниками загрязнения воздуха, в и рек являются автомобили и промышленные заводы. [3]. Загрязнение Алматы также может быть сложными элементами (ТМ). Мониторинг проводиться ДГП «Центр гидрометеорологического мониторинга» расположенный в г. Алматы с 2005 г., в структуре которого расположены 2 поста наблюдений за загрязнением воздуха 8 постов – за состоянием вод поверхностных рек и 5 постов – за загрязнением почв. Главными мерами качества среды считаются значения предельно допустимых концентраций ТМ считая класс опасности. Ежемесячные и ежегодные отчеты по загрязнению отправляются в Республиканский центр мониторинга окружающей среды (г. Астана) (6).

Анализ сводных данных приводит к заключению, что основной источниками загрязнения природной среды г. Алматы являются тепловые электростанции и котельные, а также автотранспорт, в выбросах которых содержатся оксиды углерода, азота, углеводороды, твёрдые частицы и соединения ТМ, которые накапливаются в приземном слое атмосферы.

По последним данным можно сделать вывод, что количество автомобилей в г. Алматы увеличилось до 523 тыс. единиц, а также число автомобилей, въезжающих в город - 50 тыс. иногородних машин . В 2012 году в атмосферу было выделено 170 тыс. тонн вредных газов и отходов. По итогам 2012 г. в атмосферном воздухе города наблюдалось превышение предельно допустимой концентрации по пыли в 2,2 раза, оксиду углерода – в 6,8, диоксиду азота – в 8, фенолу – 1,2, формальдегиду – в 1,5 раза. Индекс загрязнения атмосферы в последние годы составляет 12-14 ед. . Взнос выбросов от неустойчивых истоков загрязнения составляет всего 4,1%, другие идут на автомобили .

Для устранения этой проблемы были предприняты такие меры, как модернизация автоматизированной системы управления «Город», финансирование работы специализированной экологической службы «Алматыэкологстрой», экологического взвода Управления внутренних дел, приобретение газоанализаторов и

дымомеров. Закончено строительство нескольких крупных транспортных «развязок», пробивка скоростных улиц, продолжается строительство Большой Алматинской кольцевой автодороги. В 2,5 раза пополнился троллейбусный парк, построены 24 автогазонакопительные компрессорные станции, что позволило перевести 1200 единиц автотранспорта на более экологически чистый вид топлива – природный газ, причем, стоимость газа на 40% ниже стоимости бензина.

Особое внимание уделяется переводу объектов теплоэнергетики на использование природного газа и электроэнергии. На развитие нетрадиционных источников выработки электроэнергии выделены большие средства, в т.ч. для работы ветряной электростанции в урочище Шымбулак и строительства 3 гелиоустановок для обеспечения горячей водой бюджетных поликлиник и детских садов.

По инициативе Управления в рамках Программы «Таза ауа–жангадауа» разработана и утверждена в 2002 г. городским акиматом «Программа развития и размещения особо охраняемых природных территорий г. Алматы до 2020 г.». Во исполнение данной программы за счет природоохранных средств в течение ряда лет выполняются работы по восстановлению, сохранению и охране памятника природы республиканского значения – «Роща Баума», обеспечено развитие и содержание Государственного природного парка «Медеу», планомерно осуществляется строительство дендропарка «Нурсултан».

На данный момент на учете стоит 500 тысяч автомобилей,но помимо этого есть автомобили без транзитного учета, их количество насчитываются более 800 тысяч автомобилей. В связи с этим городские линии города работают неэффективно с таким наплывом автомобилей, и приводит к автомобильным застоям, а это естественно отражается на качество воздуха в атмосфере. Причем, количество автотранспорта увеличивается ежегодно в среднем на 40 тыс. машин.

Город с трех сторон окружен горами. Температурные перепады воздуха, которые за счет холодного воздуха с гор должны проветривать город они протекают над городом, допускаются за его пределами - за АлматойI. Город практически не проветривается.В отдельных районах города закрепилась периметральная систематизация застройки, которая чрезсычвайно губительна для Алматы. Город не продувается - это самая основная беда в ухудшении воздуха в атмосфере.

Улицы города не проветриваются, нет сильных ветров. Круглогодичный цикл ветров происходит в зимнее время. Конечно все это сказывается на накоплении химических загрязнителей воздуха в атмосфере, иными словами есть в дыхательной системе человека.

Каждый год увеличивается около 10-13 миллионов кубометров количество твердого мусора. В Алматы каждый год собирается примерно 2 миллионов кубометров мусора, лишь которых идет только 300 тысяч кубов. По статистике во внутреннем состоянии бытового мусора только 50 процентов являются пищевые отходы, 26 - бумага, примерно 9 - пластмасса, примерно 15 - стекло, текстиль, кожа, металл, керамика и песок.

Основная масса твердых бытовых отходов, без разделения на компоненты, вывозится и складируется на открытых свалках, 97 процентов которых не соответствует требованиям природоохранного законодательства, их размещение и обустройство осуществлено без проектов и оценки воздействия на окружающую среду. Подвергается утилизации или сжиганию не более 5 процентов твердых бытовых отходов в республике. В настоящее время в областях осуществляется лишь статистический учет промышленных и твердых бытовых отходов. Не ведутся их кадастры. Не имеется точных данных об объемах и площадях, загрязненных отходами, что требует проведения инвентаризации накопленных отходов.

По причине несоблюдения экологических норм атмосфера, почва, водные ресурсы подвержены загрязнению, образуется смог и пыль.

Множество рек, каналов и водоемов имеются в городе Алматы. Разнообразие процессов распространения загрязненных вод, самоочищение и превращение загрязняющих веществ в водных объектах является причиной того, что до настоящего времени проблема формирования качества воды в реках и водоемах, испытывающих антропогенное воздействие, не решена достаточно полно. Кроме этого, в воды этих рек сбрасываются неорганизованные и неочищенные воды частного жилого сектора и многочисленных автомоек, пунктов общественного питания и других объектов малого бизнеса, контроль за этими сбросами фактически не ведется. Изучены закономерности накопления тяжелых металлов поверхностных водах города Алматы.

Речная сеть богата такими горными реками как Малая Алматинка и 110 Большая Алматинка, относящиеся к Илийскому бассейну, притоки Есентай (Весновка), Ремизовка, Казачка, Карасу и др. Реки берут путь на склонах, находящиеся на высоте 3000 м, обычно питаются ледниковыми водами. По критериям специалистов за последние 30-35 лет заледенение Тянь-Шаня уменьшилось почти на одну третью , что негативно сказалось на условиях развития и последовательности стока. Малые реки имеют большое смысл т.к. широко используются для создании электроэнергии, усиленно разбираются на орошение, в технических целях, с содействием запруд созданы ненатуральные водоемы, русла некоторых из них забетонированы. Создание водохранилищ и прудов увеличивает объем и природное отстаивание воды, что ведет к понижению проточности водоемов, может негативно сказываться на напряженности процессов самоочищения и ухудшить разбавление загрязнений. в то же время являясь приемниками сточных и ливневых вод, мелкие реки оказывают важное влияние на развитие качества воды более крупных водных объектов Или-Балхашского бассейна.

Нельзя утверждать, что состояние окружающей среды города очень хорошее. Но несмотря на это, люди продолжают стремиться к нему, из-за факторов, как перспектива в карьере, просвещения, престижность получаемого образования.

По сей день в нашем городе сохраняется острая экологическая проблема, которая приводит к выбросам вредных веществ в атмосферу, истощению всех природных ресурсов нашей страны, а также ухудшению здоровья

населения, вследствие такого состояния окружающей среды. Эта проблема будет иметь актуальность многие годы, пока люди не начнут полностью искоренять все пути загрязнения нашей природы.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды РК в 1998 г. Алматы, 1998.
2. Куров Б.М. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? Алматы: Аналитический ежегодник. № 5. 2000. С. 43-49.
3. Материалы круглого стола «Транспорт и чистый воздух г. Алматы», 6 июня 2007 г. Алматы: Казахстанская ассоциация природопользователей, 2007
4. Мамыров Н.К. и др. Экологическое состояние города Алматы: атлас. Алматы: Экономика, 2000. 52 с.
5. Материалы Департамента внутренних дел г.Алматы, управление дорожной полиции. Алматы, 2012.
6. Статистический сборник / Под редакцией Д.Д.Раисова. Алматы, 2012.
7. Шамен А.Н. Гидрометеорология и мониторинг природной среды Казахстана. Алматы: Ғылым, 1996.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПОВЫШЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ

А.Н. Злобина

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вопросу изучения поведения и уровней накопления радиоактивных и редкоземельных элементов в различных компонентах природной среды, в том числе почвах, уделяется большое внимание.

Одним из первых о районах с повышенной радиоактивностью писал американский ученый Меррил Эйзенбад в середине прошлого века: «известны два источника высокой природной радиоактивности: минеральные источники и районы монацитовых песков или других природных отложений» [7]. С тех пор было открыто несколько регионов с высоким содержанием естественных радиоактивных элементов в почвах. Примером могут служить почвы района Посус-ди-Калдас в Бразилии, прибрежные пески штата Керала в Индии, почвы острова Ньюе, почвы южно- китайской провинции Гуандун, почвы французского региона Овернь, монацитовые пески побережья Азовского моря.

Для исследования уровня накопления и поведения радиоактивных и редкоземельных элементов почвах в мае 2015 г. сотрудниками Кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с коллегами из Китайского геологического университета (г. Пекин) был произведен отбор проб почв. Место отбора проб почв было выбрано в соответствии с ранее проведенными исследованиями ученых из Китайского геологического университета. Точка опробования располагалась в 20 км северо-западнее г. Чжухай (провинция Гуандун, Китай).

Результаты исследования образцов почв по генетическим горизонтам с помощью ИНАА показывают, что основное накопление радиоактивных элементов приходится на почвообразующие горизонты (BC и C), наблюдаются повышенные содержания Ce, Yb, Ta, Th, U относительно кларка ноосферы [2] и почв мира по Боуэну [6]. Значение отношений (La+Ce)/(Yb+Lu) не превышает аналогичные значения в сравнении с кларком ноосферы и почвами мира. Полученные с помощью ИНАА результаты представлены в табл.1.

По данным ИНАА были построены графики распределения урана, тория и торий-уранового отношения по глубине профиля исследуемой почвы (рис.1).

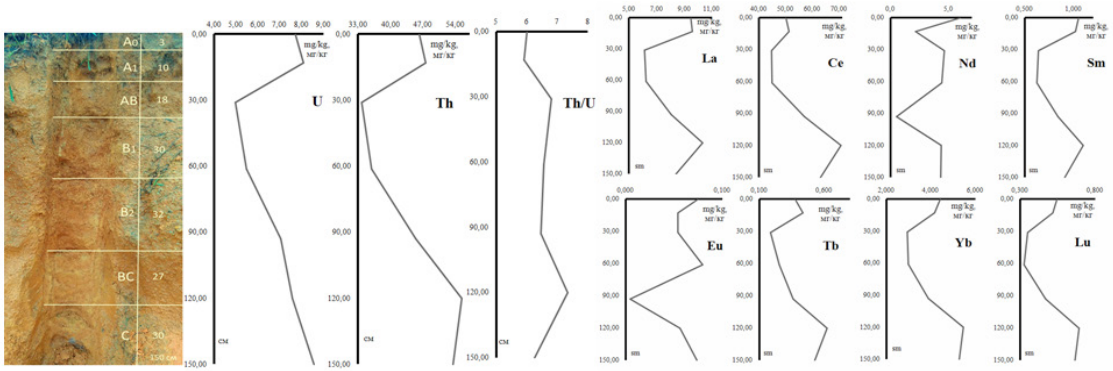


Рис. Распределение U, Th, Th/U и лантанонидов в профиле почв провинции Гуандун по данным ИНАА

При естественных содержаниях, унаследованных от почвообразующих пород, профильная дифференциация радиоактивных элементов зависит от генетических особенностей почв. В данном случае автохтонные ферраллитные почвы формируются в условиях свободного дренажа и интенсивно промывного водного режима

при свободном оттоке растворимых продуктов выветривания [4].

По отдельным генетическим горизонтам элементы распределяются в зависимости от характера и интенсивности почвообразующих процессов. Перераспределение урана по профилю почвы (рис.1) свидетельствует о высокой подвижности элемента в иллювиально-элювиальном процессе. Наблюдается значительный вынос U в горизонте АВ и интенсивная аккумуляция U из почвенных растворов в гумусовом горизонте А. В окислительной и кислой среде уран легко вымывается. В окислительных условиях уран находится преимущественно в форме U(VI), которая характеризуется относительно высокой миграционной способность. Органические (гумусовые) лиганды способствуют растворению U(IV) даже в восстановительной обстановке, при этом гуминовые кислоты более активны, чем фульвокислоты [8].

Вероятно также, что пониженное содержание урана в верхних прикорневых горизонтах связано с его более высоким, чем тория, биологическим поглощением. Почвы провинции Гуандун относятся к почвам гумидных районов с повышенным увлажнением, где интенсивно идут процессы аккумуляции урана из почвенных растворов, что особенно наблюдается для гумусовых горизонтов (А).

Таблица 1

Содержание редкоземельным и радиоактивных элементов в пробах почвы провинции Гуандун по результатам ИНАА, г/т

Горизонт	Глубина, см	Na,%	Ca,%	Sc	Cr	Fe, %	Co	As	Br	Rb	Sb	Cs	Ba	La
A_0	0-3	0,01	0,31	5,60	22,94	2,06	1,64	5,61	2,17	21,88	1,33	2,45	48,60	9,43
A_1	3--13	0,01	0,34	5,85	21,07	2,05	1,53	5,00	5,26	22,48	1,53	2,81	35,37	9,57
AB	13-31	0,02	0,24	4,13	17,11	1,55	1,11	4,28	1,37	17,34	0,88	1,70	42,95	6,11
B_1	31-61	0,01	0,24	4,58	17,16	1,60	1,12	5,76	1,44	13,63	0,94	1,84	71,17	6,20
B_2	61-93	0,01	0,25	5,31	15,67	1,72	1,24	5,56	0,50	19,87	0,93	1,89	45,09	8,04
BC	93-120	0,01	0,27	6,42	15,81	1,97	1,60	4,84	0,50	23,83	0,64	2,10	43,06	10,29
C	120-150	0,01	0,26	6,04	15,27	1,88	1,45	3,33	0,34	24,50	0,76	1,65	45,34	8,37
	Среднее 7 проб	0,01	0,27	5,42	17,86	1,83	1,38	4,91	1,66	20,51	1,00	2,06	47,37	8,29
	*Кларк ноосферы**	1,9	1,6	7	50	2,2	22	3	26	96	0,25	5,9	36	12
	*Почвы мира***	-	-	-	100	3,8	8	-	5	100	-	6	500	40
Горизонт	**Глубина, см**	**Ce**	**Nd**	**Sm**	**Eu**	**Tb**	**Yb**	**Lu**	**Hf**	**Ta**	**Th**	**U**	**Th /U**	**La+Ce/Yb+Lu**
A_0	0-3	50,00	5,98	1,05	0,07	0,37	4,40	0,54	6,95	4,19	46,18	7,70	6,00	12,02
A_1	3--13	51,08	2,13	1,02	0,05	0,44	4,15	0,51	5,46	4,72	47,55	8,06	5,90	13,00
AB	13-31	44,60	4,59	0,64	0,05	0,19	2,93	0,35	4,08	2,47	33,68	4,96	6,80	15,49
B_1	31-61	44,67	4,37	0,62	0,08	0,25	2,95	0,32	4,29	2,79	35,82	5,46	6,56	15,51
B_2	61-93	56,85	0,50	0,84	0,00	0,36	3,86	0,47	5,95	4,10	45,34	7,03	6,45	14,99
BC	93-120	**70,56**	4,35	1,10	0,06	0,62	5,45	0,69	7,62	5,20	**55,32**	7,55	7,33	13,17
C	120-150	62,89	4,32	0,91	0,07	0,53	5,25	0,66	6,30	5,31	53,41	**8,55**	6,25	12,05
	Среднее 7 проб	**54,38**	3,75	0,88	0,06	0,39	4,14	0,51	5,81	4,11	**45,33**	**7,04**	6,47	13,48
	*Кларк ноосферы**	32	16	4,5	0,64	0,64	1,9	0,45	2,5	1,9	7,6	1,9	4	18,7
	*Почвы мира***	50	-	4,5	1	0,7	3	0,4	6	-	5	1	5	26

**** * – геохимический кларк ноосферы по Н.Ф. Глазовскому, 1982 г. [2],***
***** – почвы мира, N.J.M. Bowen, 1966 г. [6]***

По данным ИНАА были построены графики распределения урана, тория и торий-уранового отношения по глубине профиля исследуемой почвы (рис.1).

При естественных содержаниях, унаследованных от почвообразующих пород, профильная дифференциация радиоактивных элементов зависит от генетических особенностей почв. В данном случае автохтонные ферраллитные почвы формируются в условиях свободного дренажа и интенсивно промывного водного режима при свободном оттоке растворимых продуктов выветривания [4].

По отдельным генетическим горизонтам элементы распределяются в зависимости от характера и интенсивности почвообразующих процессов. Перераспределение урана по профилю почвы (рис.1) свидетельствует о высокой подвижности элемента в иллювиально-элювиальном процессе. Наблюдается значительный вынос U в горизонте АВ и интенсивная аккумуляция U из почвенных растворов в гумусовом горизонте А. В окислительной и кислой среде уран легко вымывается. В окислительных условиях уран находится преимущественно в форме U(VI), которая характеризуется относительно высокой миграционной способность. Органические (гумусовые) лиганды способствуют растворению U(IV) даже в восстановительной обстановке, при этом гуминовые кислоты более активны, чем фульвокислоты [8]. Вероятно также, что пониженное содержание урана в верхних прикорневых горизонтах связано с его более высоким, чем тория, биологическим поглощением. Почвы провинции Гуандун относятся к почвам гумидных районов с повышенным увлажнением, где интенсивно идут процессы аккумуляции урана из почвенных растворов, что особенно наблюдается для гумусовых горизонтов (А).

Торий является менее активным мигрантом. Распределение тория по почвенному профилю дифференцировано слабее (рис.1). Однако существующие вариации в распределении тория позволяют проследить тенденцию к его накоплению в почвообразующих горизонтах (В2, ВС, С) параллельно с увеличением содержания тонкодисперсной (0,04) фракции.

Торий-урановые отношения варьируются в пределах от 5,9 до 7,3. Высокие (>5) торий-урановые отношения в почвах характерны для районов с проявлением ториеносных геологических образований [5].

Распределение некоторых РЗЭ в профиле почвы представлено на рис. 5. Отмечается сходное поведение лантаноидов, обусловленное близостью химических свойств элементов [3]. Обращает на себя внимание схожее распределение Nd и Eu.

Об участии компонентов твердой фазы почв в процессах закрепления ЕРЭ и РЗЭ можно судить по их профильному распределению [9]. Закономерности химического поведения ЕРЭ и РЗЭ позволяют выявить анализ межфазного распределения с учетом свойств почв, вертикальной миграции и параметров биологического поглощения.

Согласно накопленным данным, сорбция в почвах урана, тория и лантаноидов зависит от химических свойств, физико-химического состояния и концентрации элементов, гранулометрического и минералогического состава почв, содержания органического вещества, присутствия в растворе некоторых ионов, миграционоспособных коллоидов, комплексообразователей и т.д. [1].

Для более детального исследования глинистая составляющая почв была подвержена электронно-микроскопическому анализу, по данным которого во фракции были выявлены фосфаты тяжелых и легких редких земель, минерал монацита, минерал циркона с примесями радиоактивных элементов, ксенотим, а также торит и редкоземельная цериевая фаза с торием.

Литература

1. Алексахин Р.М., Архипов Н.П., Бархударов Р.М., Василенко И.Я., Дричко В.Ф., Иванов Ю.А.,Маслов В.И., Маслова К.И., Никифоров В.С., Поликарпов Г.Г., Попова О.Н., Сироткин А.Н., Таскаев А.И., Тестов Б.В., Титаева Н.А., Февралева Л.Т. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биогеоценозы. М.: Наука, 1990. 368 с.
2. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 7–28.
3. Дубинин А.В. Геохимия редкоземельных элементов в океане. – М.: Наука, 2006. – 360 с.
4. Почвоведение. Учебное пособие для университетов. В 2 ч./ Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с.
5. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
6. Bowen N.J.M.Trace elements in biochemistry. – London; New York: Academic Press, 1966. – 248 p.
7. Eisenbud Merril. Environmental radioactivity: from natural, industrial and military. – Academic Press, 1997. – 656 c.
8. Luo W., Gu B. Dissolution and mobilization of uranium in a reduced sediment by natural humic substances under anaerobic condition // Environ. Sci. Technol.2009. V. 43. P. 152–156
9. Sheppard M.J., Beals D.I., Thibault D.H., O'Connor P. Soil nuclide distribution coefficients and their statistical distribution. Pinawa (Manitoba, USA), 1984. 63 p.

ЛИШАЙНИКИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МЕЖДУРЕЧЕНСКА)

А.А. Исупова

Научный руководитель старший преподаватель А.Р. Ялалтдинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Негативное антропогенное воздействие на природную среду, в том числе и на атмосферу Земли, очевидно. Инструментальные методы определения загрязнения атмосферы требуют довольно дорогостоящей аппаратуры, и не всегда экономически оправданы, поскольку порой не дают истинной картины происходящих изменений. В связи с этим, в последнее время все большую значимость приобретает использование организмов-индикаторов, одними из которых и являются лишайники, повсеместно использующиеся в настоящее время в биоиндикации [3, 10].

Лишайники представляют собой комплексный организм, таллом которого состоит из фико- и микобионта [2, 9]. Данные организмы имеют достаточно широкий диапазон устойчивости и тесно связаны с определенными экологическими условиями, которые влияют на жизнедеятельность лишайника. Эффективным методом мониторинга атмосферы выступает лихеноиндикация, способствующая обнаружению поллютантов в слоевищах лишайника, позволяющая выделить территории, подверженные воздействию загрязненной атмосферы, и помогающая распознавать угрозу окружающей среде уже на ранних этапах [4, 5].

В качестве города, в котором проводились лихеноиндикационные исследования, был выбран Междуреченск, находящийся в Кемеровской области, на малой территории которого расположено достаточное большое количество шахт, разрезов, котельных и автодорог, вносящих вклад в загрязнение атмосферы.

Оценка качественного состояния приземного воздуха на территории г. Междуреченска и его окрестностей с помощью методов лихеноиндикации явилась целью настоящей работы. В задачи исследования входило изучение на пробных участках форм, проективного покрытия и жизненного состояния эпифитных лишайников методом пробных площадок (подсчет организмов на исследуемой территории), методом пассивной лихеноиндикации (наблюдение за изменениями относительной численности лишайников в естественных условиях), проективного покрытия (оценка процентного покрытия лишайниками стволов деревьев), а также сравнение полученных

данных по годам [7, 8].

Поскольку лишайники представляют собой симбиотическую ассоциацию, то любое воздействие на его компоненты влияет на жизнеспособность всего организма в целом, а дегидратация талломов, позволяющая переносить периоды засухи, способствует росту концентрации загрязняющих веществ в его составе до высоких уровней [10]. Очевиден тот факт, что тяжелые металлы, фториды, озон, диоксид азота и серы оказывают негативное влияние на распространение данных организмов, причем доминирующую роль в данном случае играет диоксид серы: установлено, что концентрация двуокиси серы порядка 0,5 мг/м^3 губительна для всех видов лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах [1, 11].

Лихеноиндикационные исследования проводились на территории города Междуреченска в 2014-2015гг., а также повторно зимой 2017 года, было описано 5 пробных участков, различающиеся степенью антропогенной нагрузки: шахта «Распадская-Коксовая», центр города, городская дамба, территория парка, территория природных ландшафтов. Описание эпифитного лишайникого покрова проводилось в среднем на 8 деревьях на высоте 130 -150 см, при помощи рамки 10×10 см с двух сторон света (север и юг), в описаниях оценивались следующие характеристики: частота встречаемости, общее проективное покрытие и форма лишайника (кустистая, листоватая или накипная). Причем при загрязнении воздуха существует следующая зависимость исчезновения лишайников: кустистые-листоватые-накипные [8].

Далее проводился подсчет баллов встречаемости покрытия стволов деревьев, и вычислялась оценка частоты встречаемости для каждого типа лишайников по формуле: ОЧА=(Н+2×Л+3×К):30. Результаты показателя ОЧА по каждому участку за 2017 год представлены в Таблице 1 (чем ближе ОЧА к единице, тем чище воздух на данной территории).

Таблица 1

Показатель ОЧА (оценка частоты встречаемости) на территории г. Междуреченска за 2017 г.

Район города (кол-во измерений)	Пром.зона	Дамба	Центр города	Природные ландшафты	Городской парк
Значение ОЧА	0,19	0,55	0,3	0,7	0,6

Относительная численность лишайников на территории пром.зоны чрезвычайно мала, что свидетельствует о высоком содержании SO_2 в воздухе вблизи шахт и разрезов. Увеличение количества видов и относительной численности лишайников по мере удаления от источника загрязнения (территория Дамбы, городского парка и природных ландшафтов) свидетельствует о снижении концентрации диоксида серы в воздухе.

При сравнении исследований с более ранними за 2014-2015 г. [6] была обнаружена схожая закономерность в результатах по территории Дамбы, центра города, природных ландшафтов и парка, на участке пром.зоны «жизненность» лишайников снизилась в 2017 году, что свидетельствует о неблагоприятных экологических условиях данной территории; шахты, разрезы, другие промышленные предприятия и активная автомобильная трасса, вероятно, негативно влияют на рост и развитие лишайников.

Сгущенность некоторого числа котельных в центре города, а также активная автотрасса создали на данном участке довольно угнетенные условия для роста и развития данных симбиотических организмов. Удаленность от основных источников загрязнения воздуха (городской парк и природные ландшафты) способствует наиболее благоприятным условиям.

Таким образом, лихеноиндикационные исследования на территории города показали, что разнообразие эпифитных лишайников при удалении от основных источников загрязнения (объекты промышленности и транспорта), увеличивается, а именно увеличивается количество видов, формы и степень покрытия стволов деревьев, состояние воздуха в городе является умеренно загрязненным (содержание диоксида серы находится в пределах нормы).

Несмотря на это, количество диоксида серы с каждым годом увеличивается, что связано с работой угледобывающих предприятий, котельных и автотранспорта, такая ситуация вскоре может привести к неблагоприятных условиях, что обуславливает проведение регулярных мероприятий по контролю качественного состояния атмосферного воздуха.

Литература

1. Андерсон Ф.К., Трешоу М. Реакция лишайников на атмосферное загрязнение // Загрязнение воздуха и жизнь растении. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – №4. – С. 295-326.
2. Божко А.А. Лихеноиндикация – метод объективного тестирования техногенной нагрузки урбанизированных экосистем // Сургутский государственный университет. – Сургут,2004. – № 3. – С. 95-97.
3. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу. – М.: Гидрометеоиздат, 1988. – 534 с.
4. Инсаров Г.Э., Инсарова И.Д. Лишайники в условиях фонового загрязнения атмосферы двуокисью серы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1986. – Т.9. – С. 242-258.
5. Инсаров Г.Э. Об учете лишайников-эпифитов на стволах деревьев // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1982. – Т. 5. – С. 25-27.
6. Исупова А. А. Применение метода лихеноиндикации для оценки качественного состояния атмосферного воздуха (на примере города Междуреченска. В кн.: Проблемы геологии и освоения недр // труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – 2016. – Т.2. – С. 141-143.
7. Количественные методы оценки загрязнения атмосферного воздуха // Экологический мониторинг. Методы

биологического и физико-химического мониторинга / Под ред. Д. Б. Гелашвили. – Н. Новгород: ННГУ, 2000. –54 с.
8. Пчелкин А.В., Боголюбов А.С. Методы лихеноиндикации загрязнений окружающей среды: Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1997. – 25 с.
9. Романова Е.А. Лишайники - биоиндикаторы атмосферного загрязнения// Вестник Томского государственного университета. – Томск,2012. – №4. – С. 203-214.
10. Сафранкова Е.А. Комплексная лихеноиндикация общего состояния атмосферы урбаэкосистем: автореферат. дис. …канд.биолог.наук. – Брянск, 2014. – 204 с.
11. Трасс Х.Х. Лишайники и их отличие от других растений. – М.: Жизнь растений, 1977. – 379 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯТНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ (ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ ОВЕЦ И МОЛОКО КРС)

Г. Карагатеева, Ж. Нуржанова
Научный руководитель, к.б.н. Г.Е. Асылбекова
Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар, Казахстан

Живые объекты могут быть использованы как индикаторы для изучения общей загрязненности и динамики микроэлементов в условиях промышленного воздействия на ландшафт. Накопление токсикантов происходит во всех органах растений и животных. Необходим контроль пастбищных земель для выпаса животных с учетом удаления от промышленных территории для безопасности сельскохозяйственных продуктов питания

Цель проекта изучить уровень накопления токсичных химических элементов в пищеварительных тканях овец и молоке КРС на территории Павлодарской области.

Задачи проекта

•Произвести отбор проб биологического материала (овец) с территории Павлодарской области в 7 районах и сбор молока КРС с 4 районах.

•Оценить уровень накопления токсичных элементов (Hg, Pb, Cd, Zn, Cu) геохимическим методом ИНАА и вольтамперометрическим СТА (Cd, Pb) в исследуемых объектах.

•Определить специфику накопления в биосубстратах (тканях желудка).

Метод исследования: Для определения состава химических элементов в биосубстратах (тканях) был применен высокочувствительный метод инструментального нейтронно–активационного анализа (ИНАА) с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ–Т в лаборатории ядерно–геохимических методов исследования Томского политехнического университета. Для определения Cd и Pb в молоке КРС был применен метод инверсионной вольтамперометрии (ИВ) на приборе СТА (Павлодарская сертифицированная лаборатория «Иртыш-Стандарт»).

Таблица 1

Содержание химических элементов в желудке домашних животных районов Павлодарской области

Эл-ты, мг/кг	Иртышский район	Павлодарский район	Майский район	Качирский район	Щербактинский район	Баянаульский район
Sc	0,01 + 0,004	0,01 + 0,004	0,005 + 0,0009	0,008 + 0,005	0,01 + 0,003	0,05 + 0,04
Cr	1 + 0,3	1,7 + 0,9	0,7 + 0,6	0,4 + 0,2	1,4 + 0,5	1,4 + 0,9
Zn	88,4 + 8	105,1 + 4,2	103,4 + 3	112,2 + 13,9	93,8 + 15,3	93,8 + 14,3
As	0,4 + 0,06	0,3 + 0,06	0,3 + 0	0,3 + 0,08	16,3 + 15,8	0,4 + 0,1
Br	27,8 + 2,9	21,04 + 4,4	17,8 + 8	20,8 + 8	21,4 + 2,4	26,4 + 5,2
Rb	1,5 + 0,2	4,2 + 1,4	3,6 + 2,6	8,5 + 7	1,3 + 0,6	1,8 + 0,6
Sr	73,7 + 48,6	46,7 + 18,2	10 + 0	27,6 + 17,6	34,1 + 12,1	50,3 + 19,2
Ag	0,06 + 0,01	0,05 + 0,004	0,2 + 0,1	0,05 + 4,91E-18	0,05 + 0,004	0,09 + 0,04
Sb	0,01 + 0,005	0,01 + 0,004	0,01 + 0,004	0,02 + 0,004	0,02 + 0,006	0,02 + 0,01
Cs	0,009 + 0,002	0,02 + 0,006	0,02 + 0,008	0,04 + 0,02	0,01 + 0	0,02 + 0,005
Th	0,02 + 0,01	0,01 + 0,001	0,007 + 0,003	0,01 + 0	0,02 + 0,01	0,04 + 0,02
U	0,1 + 0,04	0,2 + 0,06	0,1 + 0,03	0,04 + 0,01	0,09 + 0,01	0,09 + 0,04

Павлодарский и Иртышский районы выделяются по коэффициенту концентраций химических элементов меньше 2. По количеству аномального содержания химических элементов на первом месте – Баянаульский район (18), на втором - Иртышский район (13), на третьем - Павлодарский район (11).

Таблица 2

Геохимическая специфика желудков домашних животных Павлодарской области

Район исследования	Кларк	Коэффициент концентраций элементов
Щербактинский район	По среднему зн.	As7,7, Sb1,4 Cr1,2 Th1,2
	По Глазовскому	As5,4 Zn2
Качирский район	По среднему зн.	Rb2,8 Cs2,4 Zn1,1 Sb1,1
	По Глазовскому	Zn2,4
Баянаульский район	По среднему зн.	Sc3,2 Th2,1 Ag1,3 Sb1,3 Cs1,3 Cr1,1 Br1,1 Sr1,1
	По Глазовскому	Zn2 Sr1,3
Майский район	По среднему зн.	Ag2,7 Rb1,2 Cs1,1
	По Глазовскому	Zn2,2
Павлодарский район	По среднему зн.	Rb1,4 Cr1,4 U1,4 Zn1,1 Cs1,1
	По Глазовскому	Zn2,3 Sr1,2
Иртышский район	По среднему зн.	Sr1,6 Br1,2 Th1,2 U1,1
	По Глазовскому	Zn1,9 Br1,1 Sr1,8

В результате ранжирования и анализа полученных данных на территории Павлодарской области выявились два района (Иртышский и Успенский), с высокими накоплениями химических элементов.

Содержание кадмия и свинца (Cd и Pb) в молоке крупного рогатого скота на территории Павлодарского района.

Таблица 3

Содержание (Cd и Pb) в молоке крупного рогатого скота

№	Пункты взятии проб	Тяжелые металлы мг/$дм^3$	
		Cd ПДК - 0,02	Pb ПДК - 0,05
1	Село Актогай (Актогайский район)	0,007	1,206
2	Село Павлодарское	Нпч	1,310
3	Село Иртышск (Иртышский район)	0,011	0,806
4	Село Жетекши (Павлодарский раион)	0,009	1,501

Результаты анализов показали, что содержание кадмия (Cd) в молоке по всем районам не превышает нормы предельно допустимой концентрации (ПДК). Содержание свинца (Pb) превышает нормы ПДК в с.Актогай почти в 24,12 раза, в с.Павлодарское 26,2 раз, в Иртышском районе в 16 раз и в с. Жетекши в 30,02 раз. Это свидетельствует о том, что расположение районов и сел играет важную роль в химическом составе молока. Сравнительное содержание тяжелых металлов показано в таблице 4.

Таблица 4

Среднее значение содержания тяжелых металлов в коровьем молоке

Металл	Село Актогай	Село Павлодарское	Село Иртышск	Село Жетекши	Среднее значение накоплении по Павлодарской области
Cd	0.007	нпч	0,011	0,009	0,00675
Pb	1,206	1,310	0,806	1,501	1,20575

Содержания кадмия с населенных пунктов Иртышского и Жетекши выше средних значений (0,00675).

Содержания свинца с села Жетекши и Павлодарского выше средних показателей.

Выводы: Специфика накопления химических элементов в пищеварительных тканях характеризуется, тем, что в биосубстратах с Павлодарской области максимальное накопление следующих элементов: U, Th, Cr, Br.

Накопление радиоактивных элементов U, Th в большом количестве приходится на Успенский район, так в желудках количество U составляет 0.217мг/кг, а Th содержится – 0.029мг/кг. Максимальные показатели Co, Sb и Cr в тканях овец с территории Успенского района.

Исследования молока КРС показали, что накопление Pb превышают нормы ПДК: в селе Актогай в 24,12 раза, в селе Павлодарское в 26,2 аза, в селе Жетекши в 30,02 раза. Накопление Cd в коровьем молоке не превышает нормы, но в селе Иртышск наибольшее количество данного тяжелого металла. Все взятые образцы молока на накопление Pb имеют превышение нормы ПДК.

Литература

1. Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Элементный состав органов и тканей домашних животных (Susscrofadomesticus (Artiodactila, Mammalia) как индикатор среды обитания // 94 Международная молодежная Школа-семинар «Геохимия живого вещества» Проблемы биогеохимии и геохимической экологии, 2011. – №3(17). – С.78–84

2. Ермохин Ю.И, Синдирева А.В., Трубина Н.К, Сервуля В.А. / Комплексная оценка поступления и действия ТМ в системе «почва – растения – животное» // Доклады – III Международная научно-практическая конференция «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде». Семипалатинск, 2004г – С.44- 49

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ (V, Cr, Co, Ni) В КОРЕ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ *(L. dahurica Turcz.)* И ЯГЕЛЕ *(Cladonia rangiferina)* НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РЕСПУБЛИКА САХА)

Ю.А. Карпенко, С.А. Меховников
Научные руководители профессор Е.Г. Язиков,
ст. преподаватель Е.А. Филимоненко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Мало-Тарынское рудное поле расположено в центральной части Верхояно-Колымской орогенной области. В геологическом строении рудного поля принимают участие шельфовые отложения хитерланда Верхоянского складчато-надвигового пояса верхнетриасового и нижнеюрского возраста [12]. Территориально рудное поле располагается в бассейне р. Малый Тарын (правый приток р. Индигирка) в области развития многолетней мерзлоты. Территория Мало-Тарынского рудного поля относится к тундрово-таёжной растительной зоне.

Общий потенциал Мало-Тарынского рудного поля определяется месторождениями и проявлениями рудного и россыпного золота. Кроме Мало-Тарынского золоторудного месторождения в пределах Мало-Тарынской площади выявлены мелкое золоторудное месторождение «Красивое», рудопроявление «Маскыл», а также несколько пунктов минерализации и обломочных ореолов с золотом.

Месторождения россыпного золота расположены в долине р. Малый Тарын и в долинах притоков-ручьев Красивый, Жильный, Улахан-Юрюе, Кус-Юрюе, Маскыл, Эгелях, Голубичный, Зеленый.

К настоящему времени все ранее разведанные россыпи частично или полностью отработаны. В период 1947-1991 гг. открытым и подземным способами добыто 7 524 000 м^3 песков и 11 534 кг золота, от промывки горной массы получено 77 кг металла. В результате проведения работ по добыче рассыпного золота на территории Мало-Тарынского рудного поля наблюдаются многочисленные признаки техногенного рельефа: нарушения речных долин, размещение отвалов перемытых горных пород и нерекультивированных технологических прудов-отстойников. Геоэкологические проблемы, наблюдаемые на территории Мало-Тарынского рудного поля, являются типичными для большинства месторождений золота в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке [1, 2, 4, 7, 9].

Эколого-геохимическая оценка состояния территории Мало-Тарынского рудного поля представляет собой актуальную задачу в связи с перспективой добычи коренного золота открытым способом на данной территории. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом подразумевает трансформацию компонентов природной среды, что влечет к непосредственному воздействию от хозяйственной деятельности на окружающую среду. Биологические объекты являются чувствительными индикаторами состояния окружающей среды, они активно используются в практике проведения геоэкологических исследований. Лиственница даурская (L. dahurica Turcz.) и ягель (Cladonia rangiferina) являются одними из наиболее распространенных видов растительности, произрастающих на изучаемой территории. Из всех лесообразующих пород Дальнего Востока лишь одна лиственница даурская способна успешно произрастать на вечномерзлых почвах. Это обеспечивает ей безраздельное господство в пределах северной части зоны хвойных лесов, целиком расположенной в границах сплошного распространения вечной мерзлоты.

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. [6]. При этом немаловажную роль в категорировании тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции [10]. Таким образом, цель данной работы – оценка содержания таких тяжелых металлов, как V, Cr, Co, Ni в коре лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и ягеле (Cladonia rangiferina), отобранных на территории Мало-Тарынского рудного поля, на доэксплуатационной стадии открытых горных работ по добыче коренного золота.

Отбор проб ягеля (Cladonia rangiferina) и коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) проводился на территории Мало-Тарынского рудного поля в июле-августе 2016 г. Биогеохимические пробы отбирали методом средней пробы [8, 11]. Для упаковки проб использовали пакеты «Стерит», изготовленные из крафт-бумаги. Всего было отобрано 22 пробы коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и 14 проб ягеля (Cladonia rangiferina).

Подготовка биогеохимических проб для количественного элементного анализа включала просушивание образцов при температуре окружающей среды и их последующее механическое измельчение. Определение валового содержания V, Cr, Co и Ni в образцах сухого вещества коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и ягеля (Cladonia rangiferina) проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск).

Уровни содержание V, Cr, Co, Ni в сухом веществе ягеля (Cladonia rangiferina) и сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) на территории Мало-Тарынского рудного поля с оценкой числовых характеристик распределения содержаний рассматриваемых тяжелых металлов представлено в таблице 1.

Расчет коэффициентов парной корреляции между содержаниями химических элементов в рассматриваемых биологических объектах производился в программе STATISTICA 7 с учетом методических указаний [4]. Критическое значение значимости величины корреляции (при уровне значимости 0,01) для проб сухого вещества ягеля (Cladonia rangiferina) составляет 0,61, а для сухого вещества коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) - 0,45. В результате анализа корреляционных матриц (таблица 2) для коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) выделяется ассоциация, объединяющая все рассматриваемые тяжелые металлы – V-Cr-Co-Ni; тогда как для ягеля (Cladonia rangiferina) – Cr-Co-Ni.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов (V, Cr, Co, Ni) в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и ягеле (Cladonia rangiferina) на территории Мало-Тарынского рудного поля (Республика Саха), мг/кг

Химический элемент	Min	Max	Xcp	Xmed	Xгеом
Кора лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.), 22 пробы					
V	0,08	0,51	0,18	0,2	0,17
Cr	13,6	74,3	36,8	36,8	34,0
Co	0,34	1,26	0,83	0,8	0,78
Ni	6,1	37,9	22,0	22,0	19,9
Ягель (Cladonia rangiferina), 14 проб					
V	0,14	0,34	0,25	0,2	0,24
Cr	6,39	35,24	20,82	20,8	19,35
Co	0,08	0,68	0,35	0,3	0,32
Ni	0,69	19,36	9,72	9,7	7,94

Примечание: Xcp – арифметическое среднее, Xгеом – среднее геометрическое, Xmed – медиана, Min– минимум, Max – максимум

Таблица 2

Матрица коэффициентов парной корреляции концентраций V, Cr, Co и Ni в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и ягеля (Cladonia rangiferina) на территории Мало-Тарынского рудного поля (Республика Саха)

ягель (Cladonia rangiferina), 14 проб, критическое значение коэффициента корреляции 0,61 при доверительной вероятности 0,01					кора лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.), 22 пробы, критическое значение коэффициента корреляции 0,45 при доверительной вероятности 0,01				
	V	Cr	Co	Ni		V	Cr	Co	Ni
V	1,0				V	1,0			
Cr	0,33	1,0			Cr	0,55	1,0		
Co	0,47	0,92	1,0		Co	0,47	0,76	1,0	
Ni	0,38	0,89	0,97	1,0	Ni	0,56	0,92	0,82	1,0

Для коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) характерны статистически значимо более высокие концентрации Cr, Co и Ni по сравнению с ягелем (Cladonia rangiferina), произрастающим на той же территории. При этом различий в уровне накопления ванадия в сухом веществе двух рассматриваемых биологических видов не установлено.

При сопоставлении средних концентраций рассматриваемых тяжелых металлов в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) с кларком ноосферы (V – 70 мг/кг, Cr – 50 мг/кг, Co – 22 мг/кг, Ni – 10 мг/кг [3]) для Ni установлено превышение кларка ноосферы более чем в 2 раза. При сопоставлении средних концентраций V, Cr, Co, Ni в сухом веществе рассматриваемых биологических видов с содержаниями этих металлов, установленными в качестве референтных для высших растений (V - 0,5 мг/кг, Cr - 1,5 мг/кг, Co - 0,2 мг/кг, Ni - 1,5 мг/кг [13]), выделяются Cr, Co, Ni, для которых характерны повышенные их содержания в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и ягеля (Cladonia rangiferina) на территории Мало-Тарынского рудного поля. Наиболее контрастные превышения референтных концентраций зафиксированы для Cr – в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) в 25,5 раза; в сухом веществе ягеля (Cladonia rangiferina) – в 13,9 раз.

Таким образом, в результате проведенных исследований были установлены средние содержания таких тяжелых металлов, как V, Cr, Co и Ni в сухом веществе коры лиственницы даурской (L. dahurica Turcz.) и сухом веществе ягеля (Cladonia rangiferina), произрастающих на территории Мало-Тарынского рудного поля (Оймяконский район, Республика Саха). А также произведено сравнение полученных данных с критериальными уровнями – кларком ноосферы и средним составом референтного растения.

Литература

1. Борисова И.Г. Старченко В.М. Проблемы рекультивации нарушенных территорий (на примере Уруша-Ольдойского золотоносного узла в Амурской области) // Вестник северо-восточного научного центра ДВО РАН. 2009. N 3, с. 54-63
2. Брюхань Ф.Ф., Лебедев В.В. Эколого-геохимическое состояние территории золотосеребряного месторождения «Клен» (Чукотский автономный округ) // Криосфера земли. 2012. Т. 16. N 4, с. 10-20
3. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – С. 328.
4. Макаров В.Н. Эколого-геохимическая оценка техногенного воздействия на окружающую среду // География и природные ресурсы. 2010. N 1, с. 45-48
5. Михальчук, А. А. Статистический анализ эколого-геохимической информации : учебное пособие / А. А. Михальчук, Е. Г. Язиков,. – Томск : Изд-во ТПУ, 2015. – 152 с.
6. Зайцева О.Е. Особенности накопления микроэлементов в плаценте и пуповине при нормальной и осложненной гестозом беременности – автореферат Диссертации канд.мед. наук / Зайцева О. Е – М.,2006 г
7. Пискунов Ю.Г., Кузнецова И.В., Борисова И.Г, Коваль А.Т. Экологические проблемы золотодобычи (на пример Амурской области) // Экология и промышленность России. 2008. с. 32-35
8. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Под ред. А. П. Соловов, А. Я. Архипов, В. А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. – 335с
9. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №. 1 (23).
10. Тихменев Е. А., Пугачев А. А., Тихменев П. Е. Экологические аспекты разработки золоторудных месторождений на охотоморском склоне верхнеколымского // Вестник Северного международного университета. 2006. Т. 6. N 6, с. 92-99
11. Уфимцева, М. Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга / М. Д. Уфимцева, Н. В. Терехина. – СПб. : Наука, 2005. – 339 с.
12. Фридовский В.Ю., Гамянин Г.Н., Полуфунтикова Л.И. Золото-кварцевое месторождение Сана, Тарынский рудный узел // Разведка и охрана недр. 2013а. № 12. С. 3-7
13. Markert B 1992 Establishing of 'reference plant' for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting Water, Air, and Soil Pollution. 64. – pp. 533–538

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Д.И. Кирсанова, А.В. Таловская
Научные руководители доцент Н.А. Осипова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы значительно возросло понимание роли влияния воздушной среды, как важнейшего фактора, определяющего здоровье городского населения, активно реагирующего на системное воздействие неблагоприятных природно-климатических условий и техногенного загрязнения атмосферы. Атмосферный воздух – одна из важнейших составляющих среды обитания [3].

Атмосфера оказывает влияние как на человека и окружающую среду, так и на гидросферу, почвенный и растительный покров, геологическую среду, а также на здания, сооружения и другие объекты. Источники загрязнения атмосферного воздуха различны. По происхождению они подразделяются на естественные (природного происхождения) и антропогенные (человеческий фактор).

Выбросы загрязняющих веществ предприятий теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Объемы вредных пылегазовоздушных выбросов связаны с качеством и количеством сжигаемого топлива, полнотой его использования, а также с эффективностью в целом работы источника теплоснабжения [7].

При сжигании твердого топлива, прежде всего угля, в атмосферу с дымовыми газами поступает летучая зола, частицы которой содержат углерод, диоксид кремния, окислы алюминия и железа, серу, некоторые органические соединения, тяжелые металлы и другие химические элементы. При сжигании жидкого и газового топлива выход твердых частиц значительно меньше, однако они и газообразные продукты характеризуются высокими концентрациями многих вредных химических веществ [7].

Качество воздушной среды во многом определяется метеорологическими параметрами, которые формируют условия рассеивания и накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Котельная - это комплекс технологически связанных тепловых энергоустановок, расположенных в обособленных производственных зданиях, встроенных, пристроенных или надстроенных помещениях с котла ми, водонагревателями (в том числе установками не традиционного способа получения тепловой энергии) и котельно-вспомогательным оборудованием, предназначенным для выработки теплоты. Проблема загрязнения окружающей среды выбросами котельных является актуальной [1].

Техногенные выбросы городов распространяются на значительные площади, являясь причиной загрязнения прилегающих территорий. Обеспечение нормальной с эколого-гигиенических позиций среды обитания требует

постоянного совершенствования организационных, правовых, научных и инженерных мер, а также гибкой системы управления их реализацией [4, 6].

Важно отметить, что наибольшее поступление поллютантов в окружающую природную среду отмечается зимой, во время отопительного сезона. В этом случае важным индикатором качества урбанизированных территорий выступает снежный покров. Он не активен ни в химическом, ни в биологическом отношении, в нем не происходит химических трансформаций веществ, следовательно, он является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы [5].

Ранее показано [8], что техногенная геохимическая специализация твердой фазы снегового покрова в окрестностях угольной котельной проявляется в повышенных уровнях накопления (3–25 фона) и среднесуточного выпадения (3–125 фона) Cd, Sb, Mo, Pb, Sr, Ba, Ni, Mn, Zn и Co. Высокое относительно фона содержание данных микроэлементов в твердой фазе снегового покрова формирует средний уровень загрязнения и умеренно опасную экологическую ситуацию в окрестностях угольной котельной. Вдыхание пылевидных металлсодержащих частиц при дыхании является фактором риска для здоровья человека.

Расчет коэффициентов риска проведен на основе данных о составе пылеаэрозольных выпадений в каждой точке опробования [9]. По данным метода ICP-MS [8] о содержании элементов (Al, As, Cd, Se, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, Cu,Sb, Cr, Ba, V, Mn, Sr и W) в твердом осадке снега ($C_{пыль}$) были восстановлены их концентрации в атмосферном воздухе:

$C_{атм} = Pn \times C_{пыль} / W$, где Pn – пылевая нагрузка (мг/м^2×сут);

W – скорость осаждения атмосферной пыли (м/сут), рассчитанная с учетом размера частиц, разных скоростей осаждения легкой и тяжелой фракции, соотношения фракций в пробах,

Коэффициент опасности (КО) неканцерогенного воздействия оценивался как отношение концентрации элемента в воздухе к его референтной концентрации при хроническом ингаляционном воздействии. Для большинства элементов рассчитанные значения коэффициента опасности намного ниже 0,1, что, согласно отечественным и зарубежным рекомендациям [2, 10], позволяет считать их не представляющими опасности для здоровья населения. Коэффициенты опасности по шести элементам (таблица) выше 0,05, причем наибольший удельный вклад в интегральный уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в зоне воздействия угольной котельной вносят Al –Mn – Cu – Ba – Co - Pb.

Таблица

Неканцерогенные риски от хронического ингаляционного поступления в районе угольной котельной

Элемент	Код CAS	Критические органы/системы	RFC,мкг/м3	Сатм± δ_m мкг/м3	КО± δ_m единицы
Al	7429-90-5	центральная нервная система, органы дыхания	5	3,85±1,99	0,77±0,40
Mn	7439-96-5	центральная нервная система	0,05	0,018±0,007	0,37±0,15
Cu	7440-50-8	органы дыхания, системн.	0,02	0,005±0,002	0,23±0,11
Ba	7440-39-3	репрод.	0,5	0,071±0,038	0,14±0,08
Co	7440-48-4	органы дыхания, системн.	0,02	0,001±0,001	0,07±0,04
Pb	7439-92-1	центральная нервная система, развитие, кровь	0,15	0,0075±0,003	0,05±0,01

Примечания: CAS - уникальный численный идентификатор химических соединений; RFC – референтная концентрация при хроническом ингаляционном воздействии; критические органы-органы или часть тела, влияние на которых может принести наибольший ущерб здоровью человека; $C_{атм}$ – восстановленная концентрация элемента в воздухе; δ_m - стандартная ошибка стандартного отклонения; КО-коэффициент опасности хронического ингаляционного воздействия

Работа выполнена по гранту 1.1696.РФФИ.2016 «Состояние атмосферного воздуха и оценка риска здоровью населения в районах расположения локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, для оптимизации экологического мониторинга топливно-энергетического сектора Томской области»

Литература

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок, утвержденных Приказом Минэнерго России № 115 от 24.03.2003 г.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р. 2.1.10.1920-04. - М.:Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – С. 273.
3. Веремчук Л.В., Янькова В.И., Виткина Т.И., Голохваст К.С., Барскова Л.С. Загрязнение атмосферы урбанизированной территории как системный процесс взаимодействия факторов окружающей среды // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015. – Т. 61. – № 3. – С. 35-42.
4. Захаренков В.В., Виблая И.В., Колядо В.Б. Оптимизация управления региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 5.

– С. 36–38.
5. Калманова В.Б. Экологическое состояние снежного покрова как показатель качества урбанизированной среды (на примере г. Биробиджана) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 9.
6. Суржиков Д.В., Осипов В.Д. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды на население промышленного города // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 1. – С. 140–142.
7. Тайлашева Т.С., Красильникова Л.Г., Воронцова Е.С.Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – Т. 322. – № 4. – С. 52-55.
8. Таловская А. В., Язиков Е. Г., Шахова Т. С., Филимоненко Е. А. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. - Т. 327. - № 10. – С. 116–130.
9. Osipova N. A., Filimonenko E. A., Talovskaya A. V., Yazikov E. G. Geochemical Approach to Human Health Risk Assessment of Inhaled Trace Elements in the Vicinity of Industrial Enterprises in Tomsk, Russia // Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2015. – Vol. 21, № 6. – pp. 1664-1685.
10. USEPA. (US Environmental Protection Agency). 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume 1 - Human Health Evaluation Manual. Part A. Interim Final. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC, USA

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

Е. Клышина
Научный руководитель доцент Н. П. Корогод
Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар, Казахстан

В основе жизни на Земле лежит процесс биогенной миграции элементов: живые организмы способны извлекать их из окружающей среды и накапливать [1,5]. Поэтому в наше время остро встает вопрос быстрой и эффективной оценки степени загрязненности мест, используемых для проживания людей. В качестве индикаторов могут выступать как сами биологические объекты, так и их макроэлементный состав [3,8]. К биологическим индикаторам относятся: волосы, моча, кровь, ногти, зубы. Каждый из этих объектов в различной степени может быть пригоден для оценки воздействия химических элементов на человека.

Содержание макроэлементов в волосах может отражать микроэлементный статус организма в целом и пробы волос можно использовать для определения интегрального показателя минерального обмена [9]. К тому же легкость и нетравмотичность сбора материала, сыграли большую роль в выборе именно этого метода.

В силу специфики методов анализа в биосубстратах преимущественно изучались Cu, Pb, Zn, Co, Fe и другие, так называемые «тяжелые металлы». Загрязнение окружающей среды группой элементов, получивших общее название тяжелых металлов (металлы с плотностью более 8 г/см^3) занимает особое место среди многих отрицательных последствий воздействия человека [7]. По степени своего воздействия на биоту и человека они чрезвычайно опасны [4].

Согласно данным многих исследований, тяжелые металлы обладают большим сродством с физиологически важными органическими соединениями и способны инактивировать последнее. Поскольку эти элементы поступают в организм человека и травоядных животных в основном с растительной пищей, а обогащение последней происходит главным образом из почвы, почвенно-агрохимические исследования техногенно загрязненных территорий приобретают важное значение [2].

Цель исследования: изучить содержание токсичных элементов в волосх детей городов: Тараз, Шымкент, Туркестан и Кызылорда.

Задачи исследования:

1. Определить содержание хрома, меди, цинка, кадмия, ртути и свинца в волосах детей.
2. Сравнить уровень содержания тяжелых металлов в биоубстратах детей изучаемых городов.

Материал и методы исследования. При отборе проб использовалась стандартная методика, рекомендованная МАГАТЭ (1989), апробированная и показавшая хорошую результативность.

Для проведения анализа использовался метод масс- спектрометрии. ICP-MS - один из высокочувствительных методов анализа, который позволяет измерить большинство химических элементов таблицы Менделеева (Li-U) достаточно в широких диапазонах концентраций.

Проведена статистическая обработка полученных результатов с учетом метода малых выборок [6], с помощью пакета программ Statistica 6.0. Диаграммы и графики строили в программе Microsoft Excel.

Исследования проводили на юге Казахстана в городах Тараз, Шымкент, Туркестан и Кызылорда.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Среднее содержание тяжелых металлов в волосах детей на юге Казахстана

	Cr	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
г. Тараз	0,9±0,1	13,5±1,2	152,5±16,3	0,2±0,04	0,2±0,06	5,8±1,4
г. Шымкент	0,34±0,14	9,79±0,65	260,39±96,85	0,06±0,01	0,20±0,06	1,7±0,5
г. Туркестан	0,53±0,10	7,70±1,52	382,58±294,38	0,04±0,04	0,12±0,01	1,9±0,7
г. Кызылорда	0,43±0,05	9,33±2,52	258,05±214,16	0,09±0,03	0,2±0,05	1,6±0,4

Таким образом, наибольшее содержания хрома (0,9±0,1 мг/кг), меди (13,5±1,2 мг/кг), кадмия (0,2±0,04 мг/кг) и свинца (5,8±1,4 мг/кг) было выявлено в волосах детей, проживающих в городе Тараз. Среднее содержание ртути (0,2±0,04 мг/кг) было наибольшим в городах Тараз и Шымкент. Цинка больше всего биосубстратах жителей г. Туркестан, что отражено на рисунках 1 и 2.

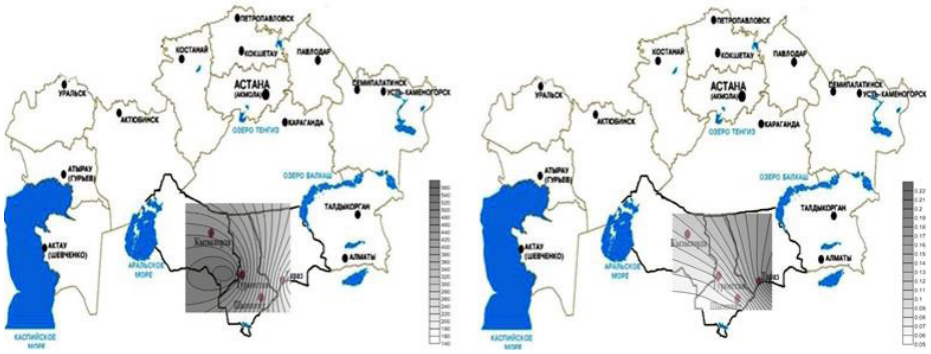


Рис. 1. Распределение цинка (слева) и кадмия (справа) в волосах детей на территории южного Казахстана

Вычисленный коэффициент концентрации относительно кларка ноосферы по Глазовским (1988 г.) показал, что для всех населенных пунктов характерно превышение уровня содержания цинка от 21,6 до 3,3 раз, рисунок 2.

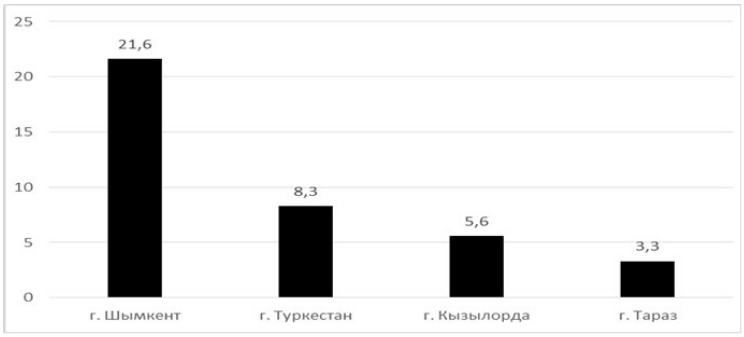


Рис. 2. Мониторинг коэффициента концентрации цинка в волосах детей на территории южного Казахстана

Кроме превышения цинка в волосах детей, проживающих во всех изучаемых городах, наблюдается превышение и ртути:

г. Тараз: $\mathbf{Zn_{3,3}}$>$\mathbf{Cd_{1,1}}$>$\mathbf{Hg_1}$ >$\mathbf{Pb_1}$>$\mathbf{Cu_{0,3}}$ >$\mathbf{Cr_{0,02.}}$

г. Шымкент: $\mathbf{Zn_{21,6}}$> $\mathbf{Hg_1}$ >$\mathbf{Cd_{0,4}}$>$\mathbf{Cu_{0,2}}$> $\mathbf{Pb_{0,1}}$ >$\mathbf{Cr_{0,01.}}$

г. Туркестан: $\mathbf{Zn_{8,3}}$ >$\mathbf{Hg_1}$ >$\mathbf{Cd_{0,3}}$ >$\mathbf{Cu_{0,2}}$ =$\mathbf{Pb_{0,2}}$ >$\mathbf{Cr_{0,01.}}$

г. Кызылорда: $\mathbf{Zn_{5,6}}$ >$\mathbf{Hg_1}$ =$\mathbf{Cd_1}$>$\mathbf{Cu_{0,2}}$ >$\mathbf{Pb_{0,1}}$ >$\mathbf{Cr_{0,01}}$

Литература

1. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М., 1960. - 544 с.
2. Ермохин Ю.И., Синдирева А.В., Трубина Н.К., Сервуля В.А. // Тяжелые металлы, радионуклиды в окружающей среде: Доклады III Международной научно-практической конференции - Семипалатинск, 7-9 октября 2004 г. - Семипалатинск: Семипалатинский государственный педагогический институт, 2004- Т.2. - С.44 - 59.
3. Жук Л. И., Кист А.А. Картирование элементного состава волос / В кн. Активационный анализ. Методология и применение. - Ташкент: ФАН Узбекской ССР, 1990. - С.190 – 201.
4. Исаева Л.К. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. В 2-х т. Т.1. М.: ПАИМС, 1997. - 501 с.
5. Ковальский В.В. Геохимическая экология. Очерки. – М.: Наука, 1974. – 299 с.

6. Михальчук А.А. и др. Статистический анализ эколого-геохимической информации: учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. -235 с.
7. Панин М.С. Химическая экология: Учебник для вузов / Под ред. Кудайбергенова С.Е. – Семипалатинск, 2002. – 852 с.
8. Ревич Б. А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария. 1990. № 3. - С. 55-59.
9. Скальный А.В. Микроэлементы для Вашего здоровья. М.: «Издательский дом ОНИКС 21 век» 2003. 238 с.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОРОДА ТЮМЕНИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.Ю. Константинова
Научный руководитель доцент С.И.Ларин
Институт наук о Земле, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Эколого-геохимические исследования урбанизированных территорий являются одним из основных направлений исследования в геоэкологии и геохимии окружающей среды [1, 8-9]. Интенсивный рост численности городского населения, начавшийся во второй половине прошлого века и продолжающийся в настоящее время преимущественно в развивающихся странах, приводит к существенной трансформации природной среды [12]. Кроме того, сами процессы урбанизации, их экологические и социальные последствия, претерпели существенное изменение: «индустриальная» урбанизации характерная для прошлого века все чаще сменяется процессами субурбанизации и джэнтрификации, формированием агломераций со сложной структурой [13].

Процессы урбанизации приводят к интенсивному вовлечению значительного количества не характерных для природных ландшафтов химических элементов и соединений (ТМ, ПАУ и т.д.), многие из которых обладают высокой токсичностью или являются канцерогенами. Повышение концентрации потенциально опасных элементов и соединений в различных компонентах городской среды способствуют увеличению общей заболеваемости населения.

Исследования геохимических особенностей урбанизированных территорий, как правило, базируется на изучении содержания, форм нахождения и потенциальных путях миграции поллютантов в различных депонирующих средах: почвенном покров, пылевые выпадения, аэрозолях и т.д. [5-6] Почвенный покров является одной из важнейших депонирующих сред, аккумулирующий поллютанты [4, 7]. В условиях роста и усложнения структуры городов, сопутствующего увеличения доли городского населения особенную актуальность приобретают эколого-геохимические исследования городских почв.

В данной работе представлены предварительные результаты изучения разнообразия почвенного покрова и вещественного состава почв урбанизированной территории г. Тюмени. Последние значительные эколого-геохимические исследования почвенного покрова города проводились в 90-х гг. XX в. [2-3]. Начиная с 90-х годов прошлого столетия городская среда Тюмени подверглась значительной трансформации, в связи с чем, необходимо актуализировать данные, характеризующие пространственное распределение и уровни содержания химических элементов и соединений поллютантов в почвах города. Кроме того, в отличие от исследований содержания потенциально опасных элементов и соединений в атмосферных аэрозолях, снежном покрове, водных объектах города, аналогичные исследования для городских почв г. Тюмени немногочисленны [3] и базируются на достаточно малых выборках.

В качестве рабочей методики для проведения исследований было выбрано руководство, подготовленное группой экспертов EuroGeoSurveys в рамках Международного года почв [10-11,14]. Данное руководство является протоколом, в соответствии с которым производится отбор образцов поверхностных горизонтов почв для Проекта URGE II национальными геологическими службами стран-членов Евросоюза. Руководство определяет методику выбора точек отбора, полевого почвенного опробования, пробоподготовку и хранение образцов, возможные варианты лабораторных химических исследований.

Полевые работы проводились в период с 11.06 по 03.09.2016 в пределах границ населенного пункта г. Тюмень, включающей как территории плотной городской застройки, так и сопутствующие земли сельскохозяйственного и прочего назначения. Территория была разделена на километровые зоны, площадки пробоотбора выбирались максимально близко к центру каждой зоны, площадью 1 км^2 в пределах производственных, жилых, общественно-деловых зон и 4 км^2 за пределами городской застройки в зонах специального и рекреационного назначения и сельскохозяйственных зонах. Всего была заложена 241 площадка (рис. 1). Площадка пробоотбора выбиралась в типичном для данной функциональной зоне участке на территории с ненарушенным почвенным и редким растительным покровом. Площадка представляет собой квадрат со стороной 5 м с ориентацией с севера на юг.

Проведенные исследования позволили установить, что разнообразие почвенного покрова г. Тюмени характеризуется высокой степенью неоднородности и в значительной степени определяется литолого-геоморфологическими особенностями долины реки Туры, а также и историей процессов урбанизации. История города насчитывает 430 лет (основан в 1586 г.), однако активная урбанизация территории совпала с началом освоения крупных месторождений нефти и газа севера области в период с конца 60-х XX в. и продолжается по настоящее время.

В юго-восточной части города преобладают подбуры оподзоленные и боровые почвы, формирующиеся на субаэральных позднеплейстоценовых песчаных отложениях высоких террас Туры и реплантоземы в пределах «молодых» кварталов многоэтажной застройки. В центральной части города развиты урбаноземы и реплантоземы преимущественно легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава. В Западной, южной и юго-Западных частях города широко представлены культуроземы, реплантоземы и ТПО на погребенных культороземах приуроченные к приусадебным участкам и огородам современного и существовавших ранее зон частного сектора – малоэтажной застройки. Придолинная часть города особенно в левобережье р. Туры характеризуется преобладанием урбоаллювиальных почв и разнообразных техногенных грунтов – индустриогенных и природных. Общей чертой почвенного покрова города является его хаотичность, во многом обусловленная интенсивным ростом территории города за сравнительно непродолжительный отрезок времени.

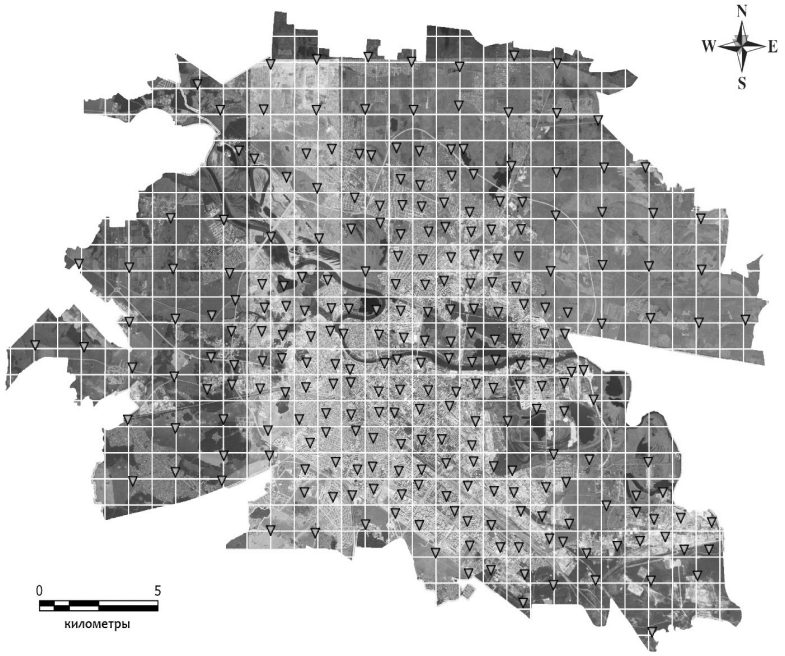


Рис.1. Карта-схема фактического материала

Литература

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
2. Эколого-геологическое картографирование масштаба 1: 200 000 территории листов О-41-XXIV, XXX (Отчет Восточной съемочной эколого-геологической партии за 1993-2001 гг.). / отв. исп. Л.И. Ануфриева. Тюмень: ЗАО ТКГРЭ, 2001. Текст 1 книга с., 9 кн. Текст. Прил. Графические приложения в двух папках.
3. Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. Тюмень: Издательская фирма «Слово», 2001. 176 с.
4. Еремченко О.З., Москвина Н.В. Свойства почв и техногенных поверхностных образований в районах многоэтажной застройки г. Пермь // Почвоведение. 2005. № 7. С. 782-789.
5. Сает, Ю.Е., Ревич, Б.А. Эколого-геохимические подходы к разработке критериев нормативной оценки состояния городской среды // Известия АН СССР, сер. геогр. 1988. № 4. С. 37-46.
6. Город как техногенная геохимическая провинция / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина // Тр. IX Всесоюзн. конф. по проблемам микроэлементов в биологии. Кишинев: Штиинца, 1981. С. 42-45.
7. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах //Почвоведение, 1997. № 1. С. 96-101.
8. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Томск: Б.и., 2006. 423 с.
9. Birke M., Rauch, U. Urban Geochemistry: Investigations in the Berlin Metropolitan Area // Environmental Geochemistry and Health. 2000. Vol. 22. № 3. P. 233-248.
10. Geochemical baseline for heavy metals and organic pollutants in topsoils in the greater Dublin area: Dublin SURGE Project. Technical Report / Geological Survey of Ireland. Dublin, 2012. 184 p.
11. The Dublin SURGE Project: geochemical baseline for heavy metals in topsoils and spatial correlation with historical industry in Dublin, Ireland / M. M. Glennon, P. Harris, R. T. Ottesen, R. P. Scanlon, P. J. O'Connor // Environ Geochem Health. 2014. № 36. P. 235–254.
12. Norra S. The biosphere in times of global urbanization // Journal of Geochemical Exploration. 2014. № 147 (A). P. 52–57.
13. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision / United Nations Department of Economic and Social Affairs/ Population Division. New York: United Nations, 2012. 302 p/
14. Demetriades A., Birke M. Urban topsoil geochemical mapping manual (URGE II). Brussels: EuroGeoSurveys, 2015. 52 p.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NDVI ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ В ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТЯМКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Н.В. Котельникова
Научный руководитель профессор А.В. Соромотин
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Введение. Влияние объектов нефтегазового комплекса на природные ландшафты Западной Сибири очевидно - изменения состояния ландшафтов происходят на всех этапах разработки месторождений от разведки до строительства трубопроводов для транспортировки добытых углеводородов. В связи с труднодоступностью и большой площадью разработок, масштабная разновременная оценка антропогенного влияния на естественные ландшафты средней тайги в Западной Сибири на территориях нефтегазопромыслов возможна лишь методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В данной работе показаны результаты использования методов автоматического дешифрирования данных ДЗЗ, в частности, на возможность использования вегетационных индексов для оценки техногенного воздействия на природные ландшафты.

Характеристика объекта исследования. В зоне средней тайги Западной Сибири был взят для исследования участок Тямкинского месторождения (Уватский район Тюменской области). Месторождение открыто в 2005 году, активная его разработка началась с 2010 года. Месторождение расположено в 160 км к юго-востоку от п. Уват. Территория Тямкинского месторождения достаточно типична для региона, технологические объекты расположены компактно, поэтому можно предположить, что строительство объектов нефтяного комплекса является значимым фактором для трансформации природных ландшафтов в техногенные, что проявляется в изменении растительного покрова.

Методика исследования. Для данного исследования были использованы 3 разновременных многоканальных космоснимка летнего периода: 2013, 2014, 2015 г со спутника Landsat-8, разрешением 30 метров. [1] Выбор данных спутников связан с их техническими характеристиками. Высокое разрешение снимков позволяет точнее классифицировать исходное изображение при расчете вегетационных индексов, чем при более крупных пикселях, так как пиксель большего размера может содержать в себе участки как здоровой, так и угнетенной растительности. Все снимки отобраны во временном диапазоне 17-21 июня. Выбор дат связан с тем, что в зоне средней тайги Западной-Сибири летний период начинается с 21 мая-10 июня, когда среднесуточная температура воздуха переходит через +10°C. Летние снимки характеризуются наибольшим развитием растительного покрова, что сказывается на отражательной способности растительности и почв.

В ходе анализа снимков 2013-2015 г. был подобран оптимальный для целей исследования индекс, а именно нормализованный разностный индекс растительности (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI, B.J. Rouse, 1973). NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющим спектральные каналы в красном и инфракрасном диапазоне. NDVI рассчитывается как разность значений отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра, деленная на их сумму [2].

На первом этапе объединялись три канала 432 для снимков Landsat-8. В этой комбинации используются каналы видимого диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом. Здоровая растительность выглядит зеленой, убранные поля – светлыми, нездоровая растительность – коричневой и желтой, дороги – серыми, береговые линии – белесыми [3]. На основе полученных данных строились ландшафтные карты-схемы для исследуемой территории.

На втором этапе производился непосредственный расчет вегетационного индекса и построение классифицированных изображений территории в 2013, 2014 и 2015 гг. Во время расчета индекса по снимкам Landsat-8 использовались спектральные каналы красного (0.630 - 0.680 мкм) и ближнего инфракрасного (0.845 - 0.885 мкм) диапазона.

На третьем этапе, с помощью построенных ландшафтных карт, прослеживались изменения площадей и границ естественных и нарушенных ландшафтов, закономерности изменения значений индекса в зависимости от типа растительности и этапа эксплуатации месторождения, рассчитывались площади, которые терпели на себе антропогенную нагрузку, строились графики, показывающие изменение площадей в зависимости от этапа эксплуатации месторождения.

Результаты исследований. Результаты анализа классифицированных изображений космических снимков с использованием NDVI представлены на рисунке. За показатели густой растительности взяты значения NDVI в интервале от 0,7 до1,0, разреженной растительности соответствуют значения в интервале от 0,3 до 0,7. Открытая почва имеет значения от 0,3 до -0,7. Антропогенным объектам и водным объектам соответствуют значения от -0,7 до -1 [5].

За период 2013-15 гг. на территории Тямкинского месторождения в целом можно наблюдать увеличение площади антропогенных объектов и разреженной растительности, связанное со стадией строительства месторождения. В 2013 году наблюдается большое значение площади открытой почвы – происходит вырубка леса, отсыпка площадок и дорог. В 2014 году, по сравнению со значениями 2013 и 2015 года общая площадь зеленой растительности выше, что связано со снижением интенсивности строительства и обустройства месторождения, происходит зарастание неиспользуемых грунтовых дорог и разведочных скважин травянистой растительностью и разреженным молодняком. Площадь антропогенных объектов увеличивается за счет покрытия асфальтом и искусственными материалами отсыпок, сделанных в 2013 году. В 2015 году на снимках наблюдается строительство и обустройство новых кустовых площадок, отсыпка новых дорог к ним, однако,

как видно на графике, общая площадь зеленой растительности снижается незначительно, по сравнению с 2014 годом, что связано с продолжением зарастания разведочных скважин, краевых частей отсыпок и кустовых площадок обустроенных ранее, зарастанием неэксплуатируемых дорог. Наблюдается увеличение густоты и процента лесистости территории.

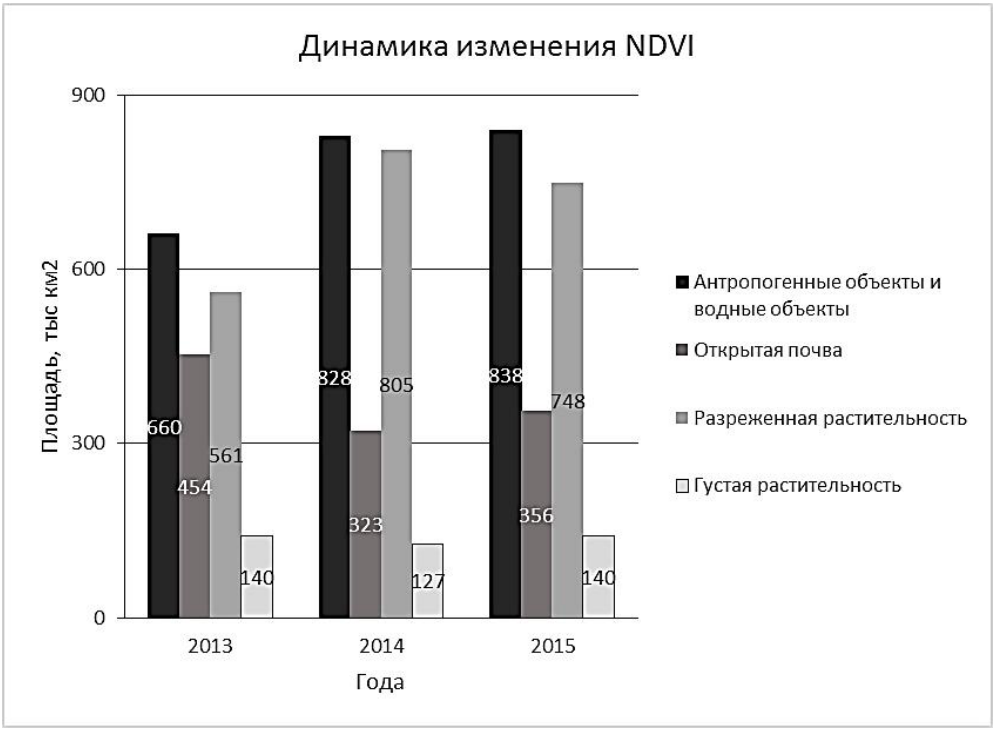


Рис. 1. Динамика различных категорий растительного покрова на территории Тямкинского месторождения в период с 2013 по 2015 год, рассчитанная на основе значений NDVI

Вывод. С помощью расчета NDVI для разновременных снимков можно проследить динамику изменения состояния таежных ландшафтов на лицензионном участке нефтедобывающего предприятия, происходящее вследствие строительства технологических объектов. Тямкинское месторождение находится на стадии строительства, продолжается обустройство новых кустовых площадок и дорог, параллельно этому происходит быстрое зарастание территорий разведочных скважин, обочин промысловых дорог и строительных площадок краткосрочного пользования. Эти процессы наглядно демонстрируются в динамике растительного покрова посредством NDVI.

Литература

1. USGS EarthExplorer - U.S. Geological Survey: [Электронный ресурс] / USGS EarthExplorer. URL: http://earthexplorer.usgs.gov (Дата обращения: 18.05.2016)
2. Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использованиеMapexpert. URL: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news (Дата обращения: 18.05.2016).
3. Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM/ETM+ [Электронный ресурс] / GIS LAB. URL: http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html (Дата обращения 18.05.2016).
4. Соромотин А.В. Экологические последствия различных этапов освоения нефтегазовых месторождений в таежной зоне Тюменской области // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 6. С. 813-822.
5. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы.// Геоматика №3. 2009 – Москва: Совзонд, 2009. – С. 28-32.

ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ (Г. МИНСК, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

О.Ю. Круковская

Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Автомобильный транспорт в городах Беларуси, как и в большинстве урбанизированных территорий мира, сохраняет свою преобладающую роль в поступлении загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Наиболее остро проблема загрязнения воздуха в городах проявляется вблизи крупных автомобильных дорог. В городе Минске наиболее интенсивное движение транспорта на протяжении долгого времени наблюдается на Минской кольцевой автомобильной дороге (МКАД). Изучение поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от данной магистрали в среднесрочной динамике является предметом этого исследования.

Минская кольцевая автомобильная дорога (МКАД или магистраль М-9) представляет собой кольцевую магистраль первого класса с шестью полосами движения, общей протяженностью 56,4 км. После реконструкции в 2002 г. МКАД имеет ширину 29 м. Расчетная пропускная способность составляет 85 тысяч транспортных средств в сутки.

Наблюдения за интенсивностью движения выполняются на 9 участках МКАД. В 2005 г. общая интенсивность движения транспортных средств на участках МКАД находилась в диапазоне 21,3–41,5 тыс. единиц, средневзвешенная средняя – 30,1 тыс. единиц. К 2010 г. средневзвешенная интенсивность движения на МКАД возросла в 2,8 раз, к 2015 г. – в 2,9 раз достигнув расчетной пропускной способности этой магистрали.

Увеличение интенсивности движения происходило равномерно по категориям транспортных средств. Доля легкового транспорта (включая микроавтобусы и мотоциклы) в 2005 г. в общем транспортном потоке составила 83,0 % и лишь на 1,9 % возросла в последующие годы. При этом вклад грузовых автомобилей, включая автопоезда, сократился с 16,5 % в 2005 году до 14,7 % в последующие годы. Также несколько сократилась и доля автобусов в общем транспортном потоке магистрали.

Имеющие место в Беларуси стремительное увеличение количества транспортных средств сопряжено с естественным обновлением парка и, как следствие, с существенным улучшением его экологической структуры. В целом в стране за период с 2005 по 2015 гг. количество автомобилей возросло на 50 % до более чем 3 млн единиц. Количество транспортных средств в собственности физических лиц в г.Минске возросло за этот период на 64 %. Начиная 2005 г количество и доля транспортных средств со сроком эксплуатации свыше 13 лет устойчиво сокращается.

В соответствии с используемой в Республике Беларусь экологической классификацией, в 2005 г. преобладающее большинство (81 %) транспортных средств относилось к 1-му и 2-му экологическим классам. К 2010 году доля таких транспортных средств сократилась до 60 %, к 2015 г. – до 46 %. В то же время доля транспортных средств 3-го экологического класса возросла с 16 % в 2005 г. до 30 % в 2010 г. и 33 % в 2015 г., 4-го класса – с 3% в 2005 г. для 13% в 2015 г. Около 8 % транспортных средств по состоянию на 2015 г. относится к 5-му и более высоким экологическим классам [4].

Оценка выбросов загрязняющих веществ выполнена на уровне Tier 2 с использованием удельных показателей выбросов руководства по оценке выбросов программы ЕМЕП [2]. Для расчета выбраны осредненные или преобладающие категории транспортных средств: пассажирский транспорт-бензин 1,4–2,0 л, пассажирский транспорт – дизель <2,0 л, легковой транспорт – бензин < 3,5 т, легковой транспорт – дизель < 3,5 т, грузовики 12–14 т, городские стандартные автобусы. В данной оценке не учтены такие категории транспортных средств как мотоциклы и пассажирский транспорт на сжиженном природном газе и других видах топлива.

Расчет выполнен загрязняющих веществ: оксид углерода (CO), неметановые летучие органические соединения суммарно (НМЛОС), оксиды азота (NO_x), аммиак (NH_3), свинец (Pb) и твердые частицы (ТЧ).

Средневзвешенные удельные показатели выбросов на МКАД по состоянию на 2005 г. оцениваются в 6,327 г/маш-км CO, 2,038 г/маш-км NO_x, 0,730 г/маш-км НМЛОС, 0,032 г/маш-км NH_3, 0,090 г/маш-км ТЧ и 0,0027 г/маш-км Pb. В 2015 г. этот показатель составил 0,593 г/маш-км для CO, 0,378 г/маш-км NO_x, 0,084 г/маш-км НМЛОС, 0,017 г/маш-км NH_3, 0,017 г/маш-км ТЧ и 0,0025 г/маш-км Pb. Следовательно, средневзвешенные удельные показатели выбросов загрязняющих веществ сократились в 1,1–10,7 раз.

Согласно результатам оценки за период с 2005 по 2015 гг. выбросы всех рассматриваемых веществ на МКАД сократились. Относительное суммарное сокращение выбросов за рассматриваемый период находилось в диапазоне от 2 до 34 %. Выбросы CO в 2005 г. составили в 3,3 тыс. т, в 2010 г. – 3,0 тыс. т, в 2015 г. – 2,2 тыс. т. Поступление НМЛОС сократилось с 375 т в 2005 г. до 248 т в 2015 г., NO_x – с 1049 т в 2005 г. до 841 т в 2015 г., NH_3 – с 16,6 т в 2005 г. до 12,9 т в 2015 г., ТЧ – с 46,2 т в 2005 г. до 33,8 т в 2015 г., свинца – с 1,41 кг в 2005 г. до 1,38 кг в 2015 г.

При увеличении парка транспортных средств в 2015 г. с сохранением его экологической структуры на уровне 2005 г. выбросы CO составили бы 9449 т, NO_x – 2717 т, НМЛОС – 1080 т, ВЧ – 147 т. За счет роста автомобилизации выбросы всех рассмотренных загрязняющих веществ к 2015 г. относительно 2005 г. возросли в 2,80 раз, в том числе CO – в 2,90 раз, аммиака – в 2,91 раза, НМЛОС – в 2,88 раз. Улучшения экологической структуры позволило сократить выбросы CO на 3142 т, НМЛОС – на 367 т, NO_x – 61 т, ТЧ – на 34 т. В относительном выражении сокращение выбросов за счет интенсивного фактора составило соответственно 33 % для CO, 34 % для НМЛОС, 27 % для ТЧ и 17 % для NO_x.

В связи с относительной стабильностью структуры транспортного потока по категориям транспортных средств сохраняется высокая однородность выбросов в разрезе категорий источников. В частности, преобладающий вклад в валовые выбросы оксида углерода вносит легковой бензиновый транспорт (71–74 % выбросов CO), значителен также вклад бензиновых микроавтобусов (18–20 %) (рис.).

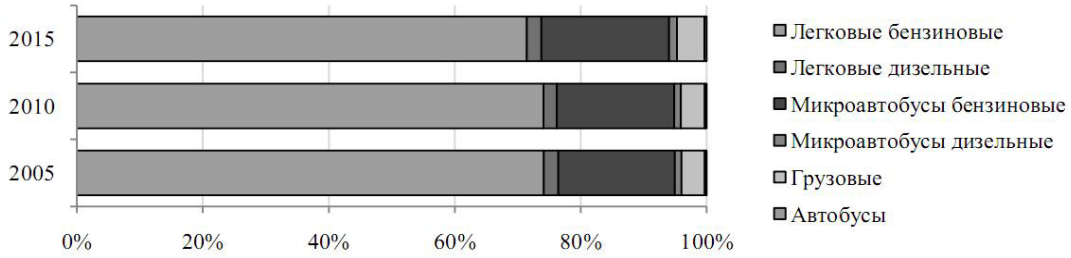


Рис. 1. Выбросы оксида углерода от автомобильного транспорта на МКАД в разрезе категорий транспортных средств

Выбросы НМЛОС на МКАД также в значительной степени связаны с бензиновыми двигателями легковых автомобилей (68 %) и микроавтобусов (16 %). Вклад грузовых автомобилей в валовые выбросы НМЛОС от этой магистрали составляет около 10 %. Транспортные средства с бензиновыми двигателями формируют 95 % выбросов данного загрязняющего вещества. Выбросы оксидов азота на 58 % обусловлены грузовыми автомобилями, на 15 % – дизельными легковыми автомобилями и на 13 % – легковыми бензиновыми автомобилями. Поступление выхлопных твердых частиц на этой магистрали на 42 % обусловлено легковыми дизельными автомобилями, на 38 % – грузовыми автомобилями.

С учетом того, что в настоящее время фактическая интенсивность транспортного потока на МКАД достигла расчетной пропускной способности, в дальнейшем не ожидается ее увеличения. Следовательно, под действием отрицательного по отношению к выбросам загрязняющих веществ экстенсивного фактора – улучшения экологического класса транспортных средств на магистрали, ожидается общее сокращение выбросов. Нижний предел сокращения выбросов на магистрали, при оценке по данной методике, составляет 2,44 тыс. т CO, 1,56 тыс. т NO_x, 347 т НМЛОС, 69 т ТЧ и 10 г Pb. В то же время выбросы аммиака могут вырасти в будущем при использовании наиболее современных существующих технологий до 69 т при 35 т в настоящее время.

Литература

1. Круковская О.Ю. Динамика поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта в регионах Беларуси // Материалы XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2. – С. 164 – 166.
2. Руководство по инвентаризации выбросов EMEП/EAOC 2009, редакция: июнь 2010 г.
3. Транспорт и связь в Республике Беларусь, 2015. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2016. – 115 с.
4. Belarusian emission inventory data Informative Inventory Report to CLRTAP/EMEP 2015 – 22 p.

РТУТНАЯ НАГРУЗКА НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРА НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

М.Г. Кудрявцева
Научные руководители доцент Н.А. Осипова, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ртуть и её соединения являются одними из наиболее опасных токсичных веществ, загрязнение которыми влечет серьезную угрозу для природных экосистем Арктики. Ртуть попадает в Арктику с воздушными и водными потоками из более низких широт, источниками в которых являются как антропогенные, так и природные объекты. Среди антропогенных источников следует выделить выбросы угольных электростанций и мелкомасштабную добычу золота методом амальгамации в Южной Америке и Юго-Восточной Азии [7]. Другой источник поступления ртути в природные экосистемы Арктики - реки бассейна Северного Ледовитого океана. Ртуть способна переноситься на значительные расстояния, оседать на подстилающую поверхность и трансформироваться в наиболее токсичные соединения. С течением времени это приводит к накоплению ртути до опасных концентраций [12].

Поступившая в атмосферу, как из природных, так и из антропогенных источников, ртуть оседает на подстилающую поверхность. Большую роль в миграции ртути в почвах играет состав почв и их характеристики (pH, Eh, гранулометрический состав и др.) [5]. Микроорганизмы, находящиеся в почве, трансформируют ртуть, поступившую из атмосферы, в более токсичные органические соединения, например, метилртуть. При загрязнении почв Hg наибольшее ее количество накапливаются в верхних (0-5 см) горизонтах и заметно снижается с глубиной. Аккумуляция в почвах связана с уровнем содержания органики, железа, серы и др. Наибольшей сорбционной способностью к ртути обладает торф, так как он содержит большое количество органического вещества. Торфяные почвы характеризуются наибольшей сорбционной способностью к ртути благодаря высокому содержанию органического вещества, что позволяет оценить не только количество накопленного элемента, но и ретроспективу его накопления в прошлом [4]. Сфагнум является доминирующим видом мхов в северных широтах, и как следствие – формирует состав торфяных почв данных территорий. Также имеются случаи ртутного загрязнения и незаконного захоронения отходов при функционировании промышленных предприятий, расположенных в Арктике. [11]. Ртуть может поступать с поверхностным стоком рек бассейнов северных морей России: Белого, Баренцева, Карского. На содержание ртути в почвах также влияют предприятия по производству цемента, черной, цветной металлургии, а также мусоросжигательные заводы. Другим важным фактором является направление движения воздушных масс над приарктическими территориями России.

Целью работы является изучение содержания и особенностей накопления ртути в почвах севера Ненецкого автономного округа. Объектом исследования стали почвы северной части Ненецкого автономного округа на островах Белый, Большой Цинковый, Немецкий Кузов и Колгуев. О. Белый находится в Карском море, отделяется от полуострова Ямал проливом Малыгина. На острове многие строения в настоящее время находятся в запустении и постепенно разрушаются. В советский период недалеко от станции дислоцировалась воинская часть. Теперь на её месте находятся сгоревшие остатки строений, цистерны и техника.

В своё время здесь велись поисковые работы полезных ископаемых, были пробурены три скважины для разведки газа и нефти. О. Колгуев находится в Северном Ледовитом океане в самой мелководной части Баренцева моря. Остров отделен от материка Поморским проливом. На острове находятся компания ЗАО «АрктикНефть», ОАО «Арктикморнефтегазразведка», специализирующиеся на разведке месторождений нефти, в конце 20 века было открыто Песчаноозёрское нефтяное месторождение. Транспортировка сырой нефти на острове между различными участками добычи, переработки и хранения осуществляется по нефтепроводу. Вайгач - это остров, лежащий между Баренцевым и Карским морями и между материком и островами Новой Земли. О. Большой Цинковый находится в бухте Лямчина, расположенной в пяти километрах севернее от Вайгача.

Содержание ртути в пробах почвы определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Нижний предел определения 5 нг/г. Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициент предельно – допустимых концентраций, коэффициент общей ртутной нагрузки, коэффициента концентрации. Для выявления особенностей содержания ртути в зависимости от гранулометрического состава пробы почв просеивались через сита диаметром 1, 0,5, 0,25, 0,125 ,0,1 ,0,04 мм.

Среднее содержание ртути в пробах почв севера Ненецкого автономного округа составляет 109 нг/г. Максимальная валовая концентрация ртути отмечается в почвах о. Колгуев (326 нг/г), минимальная – в почвах о. Немецкий Кузов (1,4 нг/г). В почвах островов Белый и Большой Цинковый среднее содержание валовой ртути составляет соответственно 53 и 77 нг/г.

По результатам работы выявили, что содержание ртути в почвах, отобранных на островах Ненецкого автономного округа, варьирует от 1,4 до 326 нг/г. (табл.). Коэффициенты концентраций и предельно – допустимых концентраций равны 55,6; 0,13 – для о. Колгуев, 4,4; 0,01 – о. Немецкий Кузов, 10,6; 0,03 – о. Белый, 15,4; 0,04 – для о. Большой Цинковый, соответственно. Следует отметить, что максимальные концентрации ртути не всегда приходятся на самую крупную фракцию.

Также не выявлено уменьшение концентраций ртути по мере уменьшения размера частиц почвы. Для о. Колгуев наибольшая концентрация ртути (326 нг/г) отмечается во фракции >1мм, которая составляет наибольшее массовое содержание от суммы всех фракций. Для о. Немецкий Кузов наибольшая концентрация ртути (22 нг/г) также соответствует самой крупной фракции, но в отличие от о. Колгуев, доля ее составляет всего 2%. На о. Белый наибольшее содержание ртути (61 нг/г) приходится на фракцию >0,5 мм, которая также не является максимальной, наибольшее процентное содержание приходится на фракции >0,25 мм и >0,125 мм. Для о. Большой Цинковый максимальное содержание отмечается во фракции >0,125 мм, доля которой составляет 9%. По данным [9], наблюдается тенденция увеличения концентрации ртути с уменьшением размера частиц почвы. В данных исследованиях такая тенденция не прослеживается.

Сравнив средние концентрации ртути в почвах островов Ненецкого автономного округа с данными других исследований, отметим соответствие полученных данных с результатами, приведенными в литературе. Например, в каштановых почвах Казахстана ртуть содержится в количестве 10 нг/г [12], что сопоставимо с полученными результатами. Содержание ртути в глинистых лесных почвах – 190 нг/г [3] , в почвах Швеции – 60 нг/г [13], в почвах Московской области – 30- 310 нг/г [2], что также соответствует полученным значениям.

Также полученные результаты соответствуют предельно-допустимым концентрациям для почв сельскохозяйственного назначения (2100 нг/г).

Таблица

Содержание ртути в почвах севера Ненецкого автономного округа

Гранулометрический состав, мм	Место отбора проб							
	о. Колгуев		о. Немецкий Кузов		о. Белый		о. Большой Цинковый	
	C_{Hg}, нг/г	доля фракции,%	C_{Hg}, нг/г	доля фракции,%	C_{Hg}, нг/г	доля фракции,%	C_{Hg}, нг/г	доля фракции,%
Валовое содержание	283		22		53		77	
K_c	56,6		4,4		10,6		15,4	
$K_{пдк}$	0,13		0,01		0,03		0,04	
>1	326	23	22	2	57	6	76	39
>0,5	283	16	16	4	61	9	73	24
>0,25	298	20	1,4	78	54	36	85	22
>0,125	297	16	1,4	16	24	36	88	9
>0,1	286	4	-	-	17	4	73	2
>0,04	250	17	-	-	37	7	66	4

Литература

1. Дорожукова С.Л., Янин Е.П., Волох А.А Природные уровни ртути в некоторых типах почв нефтегазоносных районов Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 1. Тюмень: Изд-во ИПО СО РАН, 2000, - с. 157-161.
2. Ермаков В. В. Биогенная миграция и детоксикация ртути / В. В. Ермаков // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы международного симпозиума (Москва,7-9 сентября 2010 г.).- М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – С. 5 – 12.
3. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск “Наука”, 2000, - с. 222.
4. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36. - Томск, 2012. – с. 154.
5. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 2-е. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, - с. 168.
6. Опекунова М. Г., Опекунов А. Ю., Кукушкин С. Ю., Арестова И. Ю. Индикаторы антропогенной нагрузки на природно-территориальные комплексы нефтегазоконденсатных месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География . 2007. №1. – С. 124-127.
7. Панкратов Ф. Ф. Динамика атмосферной ртути в российской Арктике по результатам долговременного мониторинга: автореф. дис... канд. географ. наук: 25.00.36. - Москва, 2014.
8. Петросян В.С. Глобальное загрязнение окружающей среды ртутью и ее соединениями // Россия в окружающем мире. 2007. - С. 320.
9. Питиримов П.В. Распределение ртути в почвах Санкт-Петербургского государственного университета // Геология, полезные ископаемые и геоэкология Северо-Запада России. Материалы XVII молодежной научной конференции, посвященной памяти К.О. Кратца. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 238-241
10. Сперанская О. Обзор проблемы загрязнения кадмием, свинцом и ртутью окружающей среды в России и Украине // «Эко-Согласие». 2008. - С.59.
11. Шакиров Ю.С. Концентрация химических элементов в почвах, породах и растениях западного, северного и северо-восточного регионов Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13. - Уфа, 2012.
12. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. Москва 1992.- С. 3-63.
13. Mercury in the Swedish environment – resent research on causes, consequences and corrective methods / Lindquist [at al.] // Water, air and soil pollution. – 1991. - V.55. – 157 p.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ Г. ОМСКА

Е. Г. Кузьмина

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

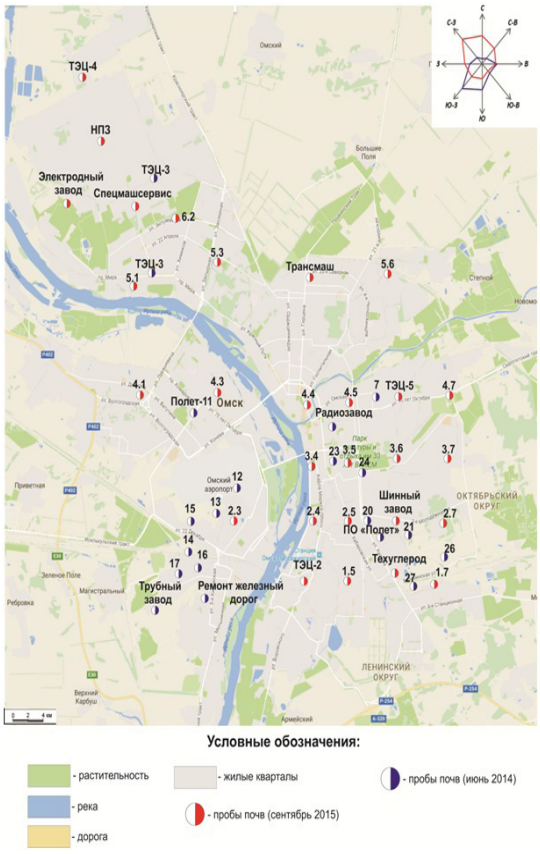
В г. Омске на состоянии окружающей среды оказывает влияние высокая техногенная нагрузка, обусловленная концентрацией на территории города промышленных производств, включая преимущественно экологически опасные производства.

В жилой зоне г. Омска сосредоточены предприятия топливно-энергетической, машиностроительной и металлообрабатывающей, строительной, легкой и иных отраслей промышленности и границы СЗЗ не всегда соблюдаются, поэтому необходимо постоянно отслеживать состояние компонентов природной среды, в том числе и состояние почв. Так как почва является долговременной депонирующей средой, которая способна накапливать в себе загрязняющие вещества.

Цель исследования: оценка состояния почв в районах расположения промышленных предприятий г. Омска по результатам изучения их вещественного состава.

Задачи: 1) изучить вещественный состав проб почв, отобранных в районах расположения различных промышленных предприятий города; 3) анализ проб почв при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER; 3) сравнить полученные значения с результатами изучения фоновых проб почв.

Ранее исследования состояния компонентов природной среды на территории г. Омска проводились Литау В. В. (снеговой покров), Мельниковым А. Л. (почвенный покров) [1], Трошиной Е. Н. (загрязнения атмосферного воздуха и почвы) [2], но данных по изучению вещественного состава почв и магнитной восприимчивости нет, поэтому необходимы дополнительные исследования состояния почв.



По данным раннее проведенных исследований, почвы г. Омска характеризуются недостаточной изученностью вещественного состава почв, поэтому необходимы дополнительные исследования состояния почв.

Для решения поставленных задач было отобрано 66 проб почв на территории г. Омска, 65 из которых - в районах расположения промышленных предприятий г. Омска; 1 проба, отобранная в 50 км северо-западнее города в п. Любино, в исследованиях является фоновым в связи с минимальным уровнем техногенной нагрузки на данную территорию. Предприятия располагаются в различных районах города и в основном в зоне жилой застройке, где не всегда соблюдаются границы санитарно-защитной зоны (рис. 1).

Согласно ГОСТу 17.4.3.01-83 отбор проб проводился с учетом направления ветра, особенности городской застройки, данных ранее проведенных исследований снегового покрова.

Пробы почв отбирались в середине лета 2014 г. (июнь-июль) и в начале сентября 2015 г. из верхнего 10-ти см слоя, предварительно очищенного от дернового горизонта, пробоотборной лопаткой. Обработка проб проводилась по стандартной схеме, в соответствии с требования по отбору проб почвы (ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 28168-89, ГОСТ 17.4.2.01-81, ГОСТ 17.4.1.02-83, ГОСТ 17.4.4.02-84).

Рис. 1. Карта-схема отбора проб почв на территории г. Омска

Изучение вещественного состава проводилось в международной научно-образовательной лаборатории геохимических исследований природных сред (кафедра ГЭГХ ТПУ) с использованием стереомикроскопа Leica EZ4D, изучение неминеральной фазы проб почв, проводилось в лабораторных помещениях кафедры ГЭГХ на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N.

Изучение вещественного состава проб почв из различных районов промышленных предприятий г. Омска, фонового участка (п. Любино) позволило диагностировать частицы природного и техногенного происхождения. В природную составляющую входят минеральные образования и частицы биогенного происхождения. В исследуемых пробах почв, частицы природного происхождения представлены в основном кварцем различного цвета, карбонатными частицами, сцементированными частицами, а также чешуйками слюды, полевыми

шпатами, частицами биогенного происхождения. К техногенным составляющим относят частицы, которые были получены при сжигании различного вида топлива, а также появление частиц связано с различными технологическими процессами, которые происходят на промышленных предприятиях. В исследуемых пробах почв, частицы техногенного происхождения представлены: микросферулами, частицами угля, сажей, золы, кирпичной крошкой, палочковидными полупрозрачными частицами, волокнистыми частицами.

Помимо повсеместно распространённых частиц на территории г. Омска были обнаружены Al-Si – содержащие частицы (муллит(?)), Zr – содержащие частицы (циркон (?)), Ti – содержащие частицы (ильменит (?)), REE – содержащие частицы (монацит (?)), Cr – содержащие частицы (фаялит (?)) Fe – содержащие частицы (гематит(?)).

Во всех пробах почв преобладает природная составляющая, в среднем составляет 84 %, а на техногенную составляющую приходится 16 %. Сравнивая соотношение природных и техногенных частиц в почвах фонового района и районов расположения предприятий г. Омска отмечается, что в районе расположения предприятий техногенные составляющие в 18 - 25 раз больше фоновых значений. Это указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на территории города, обусловленный работой промышленных предприятий (рис. 2).

Основным источником поступления частиц сажи, угля, микросферул является, скорее всего, ТЭЦ-5, которая работает на угле, а так же от ОАО «Омский завод технического углерода» и нефтеперерабатывающего завода.

Максимальное количество техногенных составляющих по отношению к природным выявлено в почвах около ТЭЦ-5, работающей на угле, НПЗ, Омсктрансмаш, ОАО «Омский завод технического углерода». Техногенная составляющая представлена преимущественно частицами угля, сажи, микросферулами. Максимальный процент природной составляющей приходится на карбонатные частицы, частицы кварца, биогенные и сцементированные частицы.

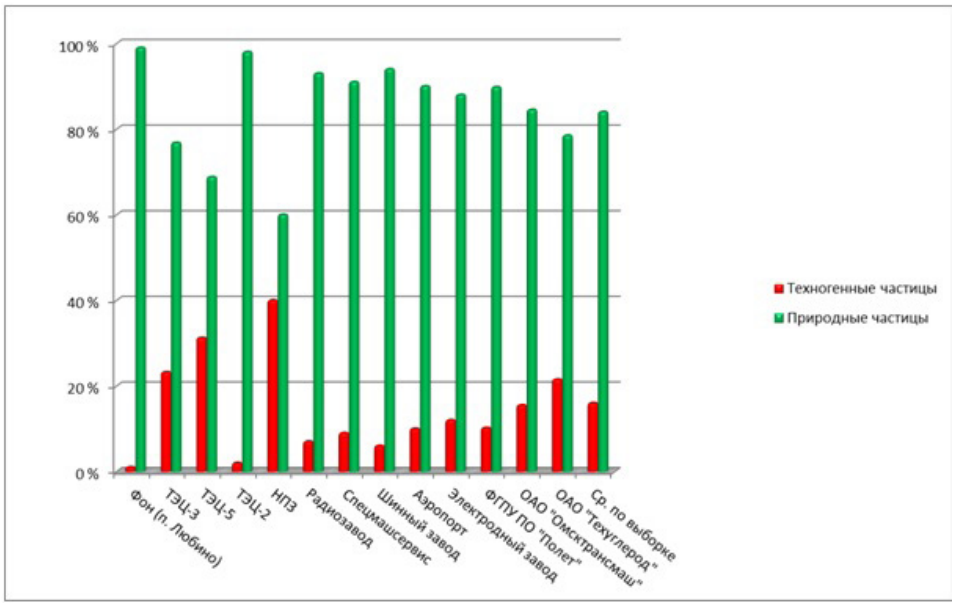


Рис. 2. Соотношение природных и техногенных частиц в составе проб почв г. Омска и фоновой территории, %

Детальное изучение минерального состава проб почв в различных районах г. Омска при помощи рентгеноструктурного анализа позволило исследовать природную составляющую проб, которая представлена преимущественно кварцем (SiO_2), альбитом ($Na[AlSi_3O_8]$), мусковитом ($K_{0,80}Na_{0,02}Ca_{0,01}$) ($Al_{1,66}Fe_{0,06}Fe_{0,02}Mg_{0,28}$) ($Si_{3,41}Al_{0,59}$)$O_{10}(OH)_2$. Так же в пробах почвы выявлены такие минералы как анортит $Ca(Al_2Si_2O_8)$ и анортоклаз ($Na_{0,63}K_{0,27}Ca_{0,1}$)($Al_{1,1}Si_{2,9}O_8$).

Таким образом, вещественный состав почв г. Омска отражает специфику промышленных предприятий города. Загрязненные городские почвы ухудшают экологическую обстановку городу, что может отражаться на состоянии здоровья населения.

Литература

1. Экология почв территории города Омска: монография/ А. Л. Мельников, Я. Р. Рейнгард. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ. – 2006. – 144 с.
2. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга. Трошина Е. Н. Омск. – 2009. – 183 с.

ТЕХНОГЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Е.Н. Лазаренко

Научный руководитель заведующий кафедрой С.Г. Выборов

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР

Техногенные осадочные образования в большей своей части представляют собой различного рода отходы и их производные. Они занимают значительные площади земной поверхности. С одной стороны, техногенные осадочные образования могут рассматриваться, как перспективное вторичное сырьё, а с другой – как экологически опасные объекты. Изучению техногенных осадочных образований в последние десятилетия уделялось большое внимание, опубликовано много различных данных о местах и условиях их образования, размещения и об их негативном влиянии на компоненты окружающей среды [1-5, 7]. Несмотря на это, системного изучения данных образований практически не проводилось. С ростом потребительской способности населения и развитием промышленности объемы и номенклатура техногенных осадочных образований постоянно увеличиваются. Поэтому системное изучение данных объектов становится все более актуальным.

Из всей совокупности техногенных осадочных образований наиболее изученными в настоящее время являются отходы, размещаемые различными способами на земной поверхности в границах геологической среды. Все созданные человечеством материальные объекты на поверхности и в приповерхностной части земной коры рано или поздно образуют техногенные осадочные слои, которые отличаются от природных присутствием техногенного вещества в том или ином виде. До недавнего времени культурные слои представляли археологический интерес. Индустриализация, рост населения планеты, революция в производстве и потреблении привели к значительному увеличению отходов, составляющих большую часть техногенных осадочных образований.

Все техногенные осадочные образования можно разделить на два больших класса – отходы хозяйственной деятельности людей и загрязненные техногенным веществом грунты. Таким образом, техногенные осадочные образования представляют собой скопления минеральных и органических продуктов жизнедеятельности человека, образованные на поверхности или в приповерхностной части земной коры и вовлекающиеся в последующем в естественные процессы осадочной дифференциации земного вещества. К ним относятся не только все отходы, образуемые и складируемые на земной поверхности человеком, но и современные загрязненные техногенным веществом грунты, включая донные отложения океанов, морей, прудов, рек и ручьев. Техногенные осадочные образования возникают в результате переработки земного вещества человеком.

Определенную часть техногенных осадочных образований можно отнести к техногенным месторождениям полезных ископаемых в случаях, когда экономически целесообразным является их переработка, или извлечение из них каких-либо полезных компонентов. Интерес к техногенным месторождениям в последнее время возрастает в связи с развитием технологий переработки отходов промышленного производства. Однако до сих пор отсутствует системный подход к их изучению. Поэтому систематизация накопленных знаний о техногенных месторождениях будет способствовать повышению эффективности использования ресурсов техногенного минерального сырья.

По условиям образования можно выделить следующие типы техногенных месторождений:

1) Породные отвалы горнодобывающих предприятий с низким содержанием полезных компонентов.
2) Хвостохранилища, илонакопители обогатительных фабрик.
3) Золоотвалы тепловых электростанций.
4) Отвалы и шламонакопители металлургического производства.
5) Шламы гальванического производства.
6) Полигоны строительных и промышленных отходов.
7) Полигоны твердых бытовых отходов.

Для изучения «сухих» отходов – отвальных пород, шлаковых и шламовых отвалов в процессе полевых исследований отбираются литохимические и минералогические пробы с поверхности тела отвалов и эрозионных врезов в их бортах. Опробование породной массы, размещенной в отвалах, осуществляется в соответствии с методикой проведения поисковых литохимических работ [6]. Литохимические пробы пород, отличающихся по структурно-вещественным признакам, отбираются по определенной сети. Из нескольких точечных проб составляются площадные пробы, конечный вес которых составляет не менее 1 кг. Для изучения обводненных отходов, размещенных в илоотстойниках, золоотвалах и т.п., специальным пробоотборником методом задавливания отбираются пробы осевшего на дно шлама, при наличии, опробуются сухие пляжи. При этом территория илоотстойника делится на равные по площади части и с каждой выделенной площадки отбирается одна проба для химико-аналитических и минералогических исследований. Для большей представительности отбирается объединенная проба, включающая до 10 частных проб, отобранных из разных мест площадки.

Методика лабораторных исследований и перечень определяемых компонентов зависят от предполагаемого набора представляющих практический интерес химических элементов и минералов, которые необходимо выявить в составе техногенных осадочных образований. После получения результатов химико-аналитических исследований на базе количественных определений содержания полезных компонентов проводится анализ их пространственного распределения и дается предварительная геолого-экономическая оценка техногенных осадочных образований в отношении перспектив их использования в качестве минерального сырья.

Большие объемы отходов добычи и обогащения полезных ископаемых располагаются на территории Донбасса. Наиболее изученными в качестве техногенных месторождений являются породные отвалы угледобычи и обогащения. По данным предшествующих исследований [4] в глинистых сланцах, аргиллитах, составляющих до 70-80% от общей породной массы отвалов, установлена высокая концентрация глинозема (Al_2O_3) от 15% до 35%. В среднем концентрация глинозема в породных отвалах Донецко-Макеевского района находится в пределах 20-22%. Поэтому при наличии соответствующих технологий вполне возможно использование отвальных пород угледобычи и обогащения для получения глинозема.

Еще одним примером техногенного месторождения являются отвалы Каракубского месторождения флюсовых известняков, разрабатываемого Комсомольским рудоуправлением. В отобранных пробах из глинистых пород Жеголевского карьера по добыче флюсовых известняков полуколичественным спектральным анализом были выявлены аномально высокие содержания иттрия. В результате заверки этих содержаний химическим анализом было установлено, что глинистые породы Жеголевского карьера, которые являются вскрышными, содержат промышленные концентрации редких земель. По данным селективного анализа редких земель химическим методом, выполненным в лаборатории УкрГГРИ (г. Симферополь), получены следующие содержания редкоземельных элементов (в % от общей суммы): лантан – 22,79; церий – 14,36; неодим – 27,34; празеодим – 2,28; самарий – 1,44; европий – 0,73; гадолиний – 1,44; диспрозий – 0,91; иттербий – 1,37; иттрий – 27,34. Содержание редкоземельных элементов цериевой (легкой) группы составляет 66,77%, редкоземельных элементов иттриевой (средней, тяжелой и собственно иттрий) группы – 33,23%.

Амвросиевская группа месторождений обеспечивает работу цементного комбината. Она включает в себя три месторождения: Основное – добыча мергеля, Балка Широкая – добыча мела и Балка мокрая – добыча опоки. Все отрабатываемые месторождения являются комплексными, отложения мела и мергеля включают прослои фосфоритов и глауконита. Они не представляли интерес для производства цементного сырья и вывозились в отвалы, где на настоящее время сосредоточены значительные неоцененные запасы фосфоритов и глауконита, которые могут представлять интерес для промышленной разработки. Фосфорит и глауконит относятся к группе агрохимического сырья и могут использоваться в качестве удобрений. Кроме того, глауконит является высококачественным сорбентом и может использоваться в качестве фильтра воды и других нужд.

Одной из перспективных структур, где возможно выявление золотосульфидного оруденения является Главная антиклиналь Донбасса, которая расположена в осевой части промышленного региона. Вдоль главной антиклинали прослеживаются проявления золота, аномалии его спутников, контролируемые масштабными ореолами березитизации. Основная форма нахождения золота – тонкодисперсное в пирите. Кроме этого отмечается прямая связь концентрации золота и мышьяка, то есть возможно золото связано с арсенопиритом. Ореолы березитизации проявлены кварц-серицит-пиритовой ассоциацией. В пределах известных рудопроявлений концентрация золота достигает 10 г/т. В пределах Главной антиклинали находятся горнодобывающие предприятия Горловки и Енакиево, отвалы которых являются перспективными для выявления золоторудных техногенных месторождений. Наиболее перспективными в этом отношении, учитывая связь золота с пиритом, являются илоотстойники углеобогатительных фабрик, в отходах которых концентрация пирита при обогащении угля возрастает в несколько раз.

В настоящее время разрабатывается проект геологического изучения техногенных месторождений Донбасса, где будут определены и обоснованы приоритетные направления работ, методика их выполнения. Освоение техногенных месторождений не требует существенных затрат на их разработку, необходимы экономически эффективные и экологически безопасные технологии извлечения полезных компонентов. Комплексный подход будет способствовать наиболее полному освоению месторождений полезных ископаемых.

Литература

1. Алехин В.И., Мигуля П.С., Проскурня Ю.А. Минералого-петрографические и эколого-геохимические особенности пород терриконов Донбасса (на примере Донецко-Макеевского промышленного района) // Сб. научн. тр. НГА Украины. – Днепропетровск. – 1998. – Т. 5, №3. – С. 35-39.
2. Выборов С.Г., Проскурня Ю.А., Силин А.А. Экологические последствия структурно-вещественных преобразований отвальных пород терриконов // Наукові праці ДонНТУ, серія гірничо-геологічна. 2010, вип. 11 (161), с. 155 – 160.
3. Выборов С.Г., Силин А.А., Кишкань Р.В. К оценке влияния породных отвалов на окружающую среду городских территорий // Материалы международной научно-практической конференции «Форум горняков – 2010». – Днепропетровск, 2010. – С. 238 – 246.
4. Выборов С.Г., Силин А.А. Перспективы отвальных пород в качестве алюминиевого сырья // Уголь Украины. 2012, №6. – С.33 – 39.
5. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. – Донецк: ДонГТУ, 1996. – 178 с.
6. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М: Недра, 1983. – 191с.
7. Панов Б.С. Некоторые вопросы экологической минералогии Донецкого бассейна // Минералогический журнал. – 1993. – Т. 15, №6. – С. 43 – 50.

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. О. Лашук
Научный руководитель доцент О. Б. Меженная,
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

Водные ресурсы – все подземные и поверхностные воды, запасы которых пригодны для использования в хозяйственной деятельности человека. Ресурсы поверхностных – суммарный сток в средний по водности год. В Беларуси ресурсы поверхностных вод составляют 57,9 км³, на территории страны, из которых формируется 34 км³, это 58,7 %. Общая сумма речного стока в многоводный год может составлять 96 км³ в год. В маловодный год этот показатель достигает 37,2 км³ в год. На территории Беларуси сток зависит от водности года и изменяется от 61 до 22,8 км³ в год. По оценкам естественные ресурсы пресных подземных вод на территории Беларуси составляют 15,8 км³ в год (43,6 млн. м³ в сутки). Разведанные запасы оцениваются в 2,4 км³ и распространены на глубинах от 105 до 450 м по всей территории республики Беларусь.

В Беларуси постоянно ведутся новые разработки и реализация различных водоохранных и водохозяйственных мероприятий. В стране осуществляется управление водными ресурсами и их оценка. Это осуществляется для охраны водных ресурсов, как основы человеческой жизнедеятельности, а также для функционирования природных систем. Все мероприятия координируются государственным органом управления, которым на сегодняшний день является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Также немаловажную роль в системе управления играют Министерство здравоохранения Республики Беларусь, которое устанавливает стандарты качества питьевой воды и проводит соответствующий мониторинг, и Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь – осуществляет планирование, строительство и эксплуатацию систем канализаций, водоснабжения и установок по очистке сточных вод.

Республика Беларусь, в сравнении со странами-соседями, находится в благоприятных условиях по обеспеченности водными ресурсами. По водообеспеченности, на одного жителя Беларуси приходится в средний по водности год приблизительно 5,9 тыс. м³. В Европе этот показатель составляет 4,6, Украине – 1,7, России – 30 тыс. м³ [1].

Таблица 1

Добыча воды из природных источников для использования в расчете на одного жителя по областям и г. Минску (м³) в год [1]

Области	2010	2011	2012	2013	2014
Республика Беларусь	163	168	168	160	159
Брестская	182	201	207	185	187
Витебская	164	169	170	168	167
Гомельская	156	166	165	148	144
Гродненская	133	135	133	134	152
г. Минск	25	25	27	23	23
Минская	367	370	372	366	354
Могилевская	147	145	139	135	133

Таким образом, в среднем по Беларуси в 2014 году добыча воды из природных источников в расчете на одного жителя составила 159 м³. Наибольший показатель потребности в использовании воды на одного человека приходится на Минскую область и составляет 354 м³, а наименьший на Могилевскую с показателем 133 м³ на одного жителя.

На одного жителя в среднем по Беларуси потребление питьевой воды составляет 218 л/сут. Этот показатель выше, чем в большинстве стран Европы (100-150 л/сут.). Повышенные показатели водопотребления хозяйственно-питьевых нужд отмечаются в городах: Минск, Брест, Гродно, Бобруйск и Могилев. Питьевое водоснабжение в Беларуси осуществляется из подземных (города и сельская местность) и после существенной водоподготовки из поверхностных источников (Полоцк и частично Гродно, Минск, Гомель).

Беларусь отличается различной степенью водообеспеченности по всей территории. Это связано с неравномерностью размещения населения и производства. Таким образом, на территории Беларуси большими водными ресурсами обладают Витебская, Гродненская, Гомельская, Могилевская и брестская области, это

обуславливается тем, что эти регионы обладают значительным транзитным стоком. Меньшими ресурсами обладают наиболее развитые и густонаселенные регионы страны – г. Минск и Минская область.

В Республике Беларусь имеется отрасль экономики, которая ведет учет водных ресурсов, занимается их управлением, планированием использования, охраной и прогнозированием, транспортировкой к месту потребления. Это все является функциями водного хозяйства. Главная задача этой отрасли состоит в том, чтобы обеспечить в необходимом количестве водой все отрасли и виды хозяйственной деятельности человека.

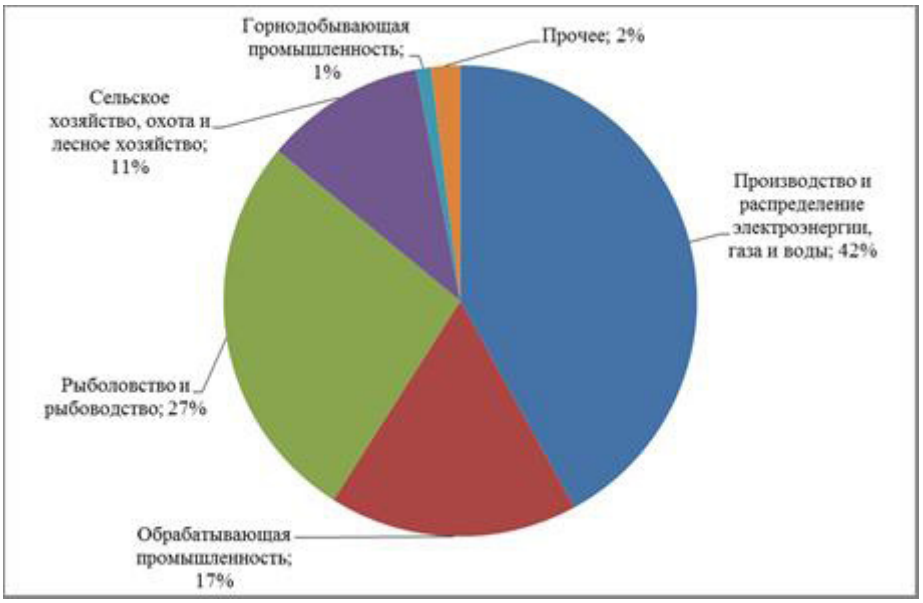


Рис. Использование воды по видам экономической деятельности в Республике Беларусь за 2014 год [1]

Наиболее крупными потребителями водных ресурсов являются производство и распределение электроэнергии, также газа и воды, что составляет 42 % или 565 млн. м^3, рыболовство и рыбоводство использовало 27 % и обрабатывающая промышленность – 17 % от всего объема используемых в стране ресурсов. 11 % потребляет сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство и менее 2 % (или 11 млн. м^3) водных ресурсов потребляют такие виды экономической деятельности как строительство, торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий, транспорт и связь, предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг.

Многообразие видов экономической деятельности, использующие водные ресурсы существенно снижает их качество. На сегодняшний день, в составе поверхностных вод отмечается значительное содержание различных загрязняющих элементов, таких как азот, фенолы, нефтепродукты, органические и биогенные вещества, а также множество соли тяжелых металлов. В большинстве колодцев в воде превышена предельно допустимая концентрация вредных веществ по многим показателям. По всей территории в воде отмечается значительное увеличение концентрации фосфора, меди, цинка, азота, нитратов и других веществ. Одной из главных причин является не повсеместная установка очистных сооружений, химизация сельскохозяйственного производства, поступление сточных вод из городов. Основными экологическими нарушениями отличаются животноводческие комплексы, у которых технологии выращивании животных влекут за собой негативное воздействие на окружающую среду.

Наиболее загрязненными реками на территории Республики Беларусь являются – Свислочь (участок Минск-Пуховичи) – объем сточных вод 187 млн. м^3, Случь (ниже г. Солигорска), Днепр (ниже г. Могилева), Неман (ниже г. Гродно), а также река Уза (ниже сброса сточных вод). На данных участках рек объем сточных вод оставляет от 45 до 90 млн. м^3 [2].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что водные ресурсы Республики Беларусь имеют большое экологическое и экономическое значение. Водообеспеченность вместе с показателем водопотребления отражает многие экономические и социальные стороны развития любого государства. В связи с этим эффективное управление водными ресурсами – одна из важнейших задач устойчивого развития любой страны, в том числе и Республики Беларусь.

Литература

1. Дмитренко, В. П. Статистические издания Охрана окружающей среды в Республике Беларусь / В. П. Дмитренко, Е. М. Мессинева, А. Г. Фетисов. − 2015. – 154 с.
2. Логинова, В. Ф. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2013 год / В. Ф. Логинова. − Минск: НАН Беларуси, 2013. – 152 с.

ЭКОГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЛИГОНА ВУЗОВ СИБИРИ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Т.А. Левицкая
Научный руководитель доцент А.Л. Архипов
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Геологический полигон вузов Сибири находится на территории Ширинского района в Республике Хакасия. Изучаемая территория охватывает часть восточного склона Кузнецкого Алатау, Батеневского кряжа и крайнюю юго-западную часть Чебаково-Балахтинской впадины Минусинского межгорного прогиба.

Не смотря на многолетние всесторонние исследования природной среды Ширинского района, экогеохимическому состоянию почвенного покрова уделяется мало внимания. Набольший интерес исследователей привлекают озёрные котловины, которыми богат исследуемый район [1].

Почвенный покров являясь депонирующей средой может накапливать значительные концентрации тяжёлых металлов и микроэлементов, поступающих из других сред в процессе антропогенной деятельности. Поэтому экогеохимические исследования почв являются неотъемлемой частью экологических наблюдений и мониторинга. Геологический полигон вузов Сибири располагается на территории удалённой от крупных промышленных объектов, антропогенная нагрузка в большей мере проявляется локально в местах организованных и «диких» пляжей на минеральных озёрах района. Сельскохозяйственные угодья в большей мере представлены пастбищами, что не приводит к серьёзному привносу химических элементов в почву. Из крупных линейных объектов на исследуемой территории присутствует железная дорога Ачинск-Абакан и автомобильная трасса Ачинск-Шира-Абакан, но степень их загруженности не велика.

Для экогеохимических исследований одним из наиважнейших параметров являются фоновые концентрации тяжёлых металлов и микроэлементов. Их определение чаще всего затруднительно. Необходимо определить фоновый участок не подверженный антропогенному воздействию [2]. Для исследуемой территории нами был выбран такой участок в западной части полигона вузов Сибири. Часть проб была получена из архива кафедры динамической геологии, которые были отобраны в 1995-2002 годах в рамках экспедиционных работ по исследованию экологического состояния природной среды Республики Хакасия (10 проб). Также были использованы пробы, отобранные магистрантами ГГФ ТГУ Быковой О.А. и Соколова А.А. в 2016 г. (6 проб). Все пробы были проанализированы в Центре коллективного пользования "Аналитический центр геохимии природных систем" (Национальный исследовательский Томский государственный университет) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) по методике СТО ТГУ 048-2009. Средние содержания тяжёлых металлов и микроэлементов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние содержания тяжёлых металлов и микроэлементов (мг/кг)

Элемент	*Среднее*	*Элемент*	*Среднее*	*Элемент*	*Среднее*	*Элемент*	*Среднее*	*Элемент*	*Среднее*
Be	1,86	Co	15,24	Rb	57,80	Cs	2,95	Hf	3,63
Sc	19,96	Ni	39,42	Sr	271,28	Ba	609,9	Th	7,62
Ti	5332,4	Cu	19,05	Y	26,05	La	30,45	U	2,68
V	116,9	Zn	93,58	Zr	154,7	Ce	61,11		
Cr	96,51	Ga	17,73	Nb	14,04	Yb	1,23		

При сравнении полученных результатов с кларками почв по А.П. Виноградову (1957) можно отметить следующие особенности:

1) Большинство элементов имеют околокларковые концентрации (от 0,5 до 1,5).

2) Аномально низкие кларки концентраций имеют элементы Be (0,31) и Cr (0,48).

3) Аномально высокие кларки концентрации имеют элементы Sc (2,85), Co (1,90) и Zn (1,87).

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод что для большинства элементов предложенные средние содержания могут использоваться как фоновые концентрации. При дальнейших исследованиях необходимо для «аномальных» элементов учитывать пониженные и повышенные концентрации, выявленные для данной территории.

Отдельно следует сказать, что для элементов имеющих ПДК, средние содержания ниже этого параметра, кроме Ti (1,1 ПДК).

Литература

1. Геология и минерагения Северной Хакасии: путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири/ под.ред. В.П.Парначева и Б.Д.Васильева. Томск: ТПУ, 2009. – 236 с.
2. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды / РАН, Сиб.отд-ние, Обьед. ин-т геологии, геофизики и минералогии; Науч.ред.чл.-кор. РАН Г.В.Поляков. Новосибирск : Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 248 с.

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СЛАБОЗАКРЕПЛЕННЫХ ПЕСКАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р.НАДЫМ

С.А. Лоботросова
Научный руководитель профессор А.В.Соромотин
Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень, Россия

Детальный анализ формирования растительного покрова на слабозакрепленных песках выполнялся на примере модельной котловины выдувания, расположенной вблизи устья р.Хейгияха. Общая площадь котловины составляет 193,7 га, периметр - 6450 м. Котловина имеет вытянутую форму по направлению север-юг. В южной части котловины расположен функционирующий песчаный карьер, в северо-западной части находится промышленная площадка действующего водозабора.

Сравнение описаний растительного покрова, выполненных с 2009 по 2014 гг. позволяет выделить несколько зон с различными условиями формирования растительности.

Исследования показывают, что на дне котловины при обнажении древней породы формируется пионерные виды растительности такие, как мох политрихум торчащий (Polytrichum strictum), затем вейник Лангсдорфа (Calamagrostis langsdorffii) и овсянница Овечья (Festuca ovina) и к ним присоединяются пижма дваждыперистая (Tanacetum bippinatum), щавель злаколистный (Rumex graminifolius). На наветренных склонах нет растительности, на подветренных закрепляется сначала вейник Лангсдорфа (Calamagrostis langsdorffii), затем овсянница Овечья (Festuca ovina), пижма дваждыперистая (Tanacetum bippinatum), щавель злаколистный(Rumex graminifolius), скерда черноватая (Crepis nigrescens), также может встречатся и береза извилистая (Betula tortuosa) и сосна обыкновенная (Pinus silvestris). На вершинах формирование растительности происходит в той же последовательности что и на подветренных склонах, но проективное покрытие их уже выше и деревья встречаются чаще (табл.1).

Таблица 1

Характеристика рельефа, количества видов и степени проективного покрытия растительности дюн в 2013-2014 гг.

Показатели	Локализация участков в пределах дюны			
	Котловина	Вершина	Наветренный склон	Подветренный склон
Количество видов	5	6	1	6
Проективное покрытие, %	2-10	25	0-1	40

В восточной части вдоль границы с поймой р.Надым происходит переувлажнение и зарастание песков пойменной растительностью. Здесь встречается 10 видов растительности (табл. 2).

Таблица 2

Список видов и степень проективного покрытия растительности, отмеченных при обследовании пробных площадей

Виды	Пробные площади и их локализация в пределах котловины			
	№1- юг	№2 - север	№3 - запад	№4 - восток
Вейник Лангсдорфа (Calamagrostis langsdorffii)	0	+	+	+
Овсяница овечья (Festuca ovina)	+	+	+	+
Пижма дваждыперистая (Tanacetum bippinatum)	0	+	+	+
Скерда черноватая (Crepis nigrescens)		+	+	+
Сосна обыкновенная (Pinus silvestris)	+	+	+	
Кедр сибирский (Pínus sibírica)		+	+	
Береза извилистая (Betula tortuosa)	+	+	+	+
Лиственница сибирская (Lárix sibírica)	+	0	+	
Политрихум торчащий (Polytrichum strictum)	+	0	0	+
Можжевельник обыкновенный (Juníperus commúnis)	0	0	+	0
Щавель злаколистный (Rumex graminifolius)	0	+	0	+
Сабельник (Cómarum palústre)	0	0	0	+
Сфагнум (Sphágnum)	0	0	0	+
Стрелолист (Sagittária)	0	0	0	+
Всего видов	5	8	9	10
Проективное покрытие, %	60	15	40	20-30
Примечание: 0- вид отсутствуе				

Западная часть котловины активно зарастает подростом из березы извилистой (Betula tortuosa) и сосны обыкновенной (Pinus silvestris), лиственницей сибирской (Lárix sibírica), кедром сибирским (Pínus sibírica). На вершине аккумулятивного вала вдоль границы с лесом можно встретить кусты можжевельника обыкновенного (Juníperus commúnis). Всего на данной пробной площадке встречается 9 видов растений.

По северной границе наблюдается активное накопление песчаного материала и погребение отдельных деревьев. В результате выноса песка в некоторых местах образуются останцы растительности, скрепляемые корневой системой кедра сибирского (Pínus sibírica). Здесь встречаются 8 видов растений.

В южной части котловины в настоящее время ведутся работы по добыче песка. На отработанные участках карьера активно формируется древесная растительность с подростом из сосны обыкновенной (Pinus silvestris), лиственницы сибирской (Lárix sibírica), березы извилистой (Betula tortuosa). Всего на данной пробной площадке встречается 5 видов растений.

Нарушения почвенно-растительного покрова, приводящие к формированию песчаных арен, в настоящее время связаны с антропогенной деятельностью. Наиболее хорошо изучены процессы естественного восстановления растительности на песчаных карьерах в средней и северной тайге Западной Сибири [2;3;6.]. В сходных условиях их можно рассматривать в качестве искусственных аналогов первичных котловин выдувания.

Зарастание карьеров происходит в среднем от 5 до 18 лет. И.И. Шилова [6] выделяет 4 стадии восстановления растительности:

1. Стадия единичных травянистых растений-пионеров, а также проростки сосны и березы, и экотопических группировок в первые 1-2 года.
2. Образование открытых фитоценозов на 3-4 год.
3. Образование сомкнутых фитоценозов на 5-8 год.
4. Формирование замкнутых фитоценозов зонального типа на 9-12 год.

Зарастание карьеров всегда начинается с более увлажненных территорий. Аналогично в котловинах выдувания в первую очередь зарастают увлажненные междюнные понижения. Общими влаголюбивыми видами являются политрихум торчащий (Polytrichum strictum), овсянница Овечья (Festuca ovina) и вейник Лангсдорфа (Calamagrostis langsdorffii).

Далее уже на защищенных склонах карьера образуется маломощная травянистая растительность, которая становится препятствием развития дефляции. Наветренные склоны остаются без растительности. Подветренные начинают покрываться овсянницей Овечья (Festuca ovina) и вейником Лангсдорфа (Calamagrostis langsdorffii) и к ним присоединяется пижма дважды перистая (Tanacetum bippinatum), береза извилистая (Betula tortuosa).

Н.Г. Коронатова [3] установила, что для травяного зарастания карьеров определяющим фактором является близкое залегание к поверхности грунтовых вод. При глубоком залегании происходит развитие лесного фитоценоза - на супесчаном грунта поселяется береза, а на песках - сосна. Успешному зарастанию в целом способствуют тяжелый гранулометрический состав молодых почв, обогащение элементами питания, меньший угол наклона борта карьера и скрепление поверхности песка мхом.

Механизм формирования растительности на котловинах выдувания во многом аналогичен процессу восстановления растительности на поверхности сухоройных карьеров, расположенных в сходных условиях. При повышенном уровне грунтовых вод происходит возобновления травяного покрова, при низком – постепенное восстановление лесного фитоценоза. В первую очередь зарастают локальные понижения, хуже всего закрепляются наклонные участки (стенки карьера, склоны котловины).

Если расширить географию сравнительного анализа, то можно отметить, что во многих районах северных и умеренных широт в настоящее время отмечаются тенденции сокращения площадей перевеваемых песков. Так, постепенное естественное зарастание тукуланов (оголенных песков) наблюдается в настоящее время также в Якутии, где основной причиной считается изменение климатических условий в сторону потепления и роста влажности [1].

В целом, сравнивая стадии зарастания оголенных песков в разных природных зонах можно выделить схожие черты этого процесса. Но для оценки зарастания в любой зоне важно учитывать условия увлажнения, рельеф, характер окружающей растительности, площади обнажений, механический состав грунтов, их подвижность и условия снегозадержания [6; 5;4].

Литература

1. Жиркова В.В., Иванова А.М., Долгунова Т.А. Изучение динамики развития тукуланов Вилюйского района Республики Саха (Якутия) // Земля из космоса, 2012, - №13. - С. 47-50.
2. Коркина Е.А. Почвы и техногенные поверхностные образования нефтегазодобывающего комплекса правобережья Средней Оби // Автореф. канд. геогр. наук. Астрахань, 2005, 24 с.
3. Коронатова Н.Г. Особенности и условия восстановления почвенно-растительного покрова на карьерах Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. - Приложение № 7. - Томск, 2003 - С. 135-141.
4. Миронова С.И. Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии (на примере Западной и Южной Якутии). - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000, 152 с.
5. Сумина О.И. К анализу разнообразия растительности карьеров (На примере карьеров севера Западной Сибири) // Освоение севера и проблемы рекультивации: Докл. III междунар. конф. 27-31 мая 1997 г. - Сыктывкар, 1997, - С. 76-87.
6. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песчаных обнажениях в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья // Экология. -1977. - № 6. - С. 5-14.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ЯМОЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА): ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗРОР

А.Д. Лончакова

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Снеговой покров выступает в качестве природного планшета-накопителя атмосферных выпадений. Данный естественный планшет исключает перенос частиц почвы на его поверхность, что позволяет выявить химический и вещественный состав именно атмосферных выпадений на изучаемой территории с устоявшимся снеговом покровом. На территории Сибири снегогеохимическая съемка используется многими учеными для оценки состояния окружающей среды населенных пунктов [2,7], а также на территории нефтегазодобывающих месторождений [8,9].

В работе Опекунова А. Ю. и др. [9] приводятся данные анализа экологического состояния природной среды районов нефтегазодобычи Ямало-Ненецкого автономного округа, объекты данного исследования – поверхностные воды, почвы, растительность и снеговой покров. В результате изучения талой воды, установлено, что в снеге повышены содержания Pb, Cr, Co, Ni, NO^{2-}, NO^{3-} и особенно Zn и нефтяных углеводородов. Если классифицировать данные загрязнители по характеру распространения, то образуются две группы: вещества ближнего и дальнего переноса. К первой группе относятся Pb, Zn, нефтяные углеводороды, соединения азота, которые характеризуют локальный и территориальный уровни загрязнения, так как приурочены к источникам выбросов в пределах лицензионных участков: факелы сжигания попутного газа, прожигание скважин (нефтяные углеводороды, окислы азота), автотранспорт и дизельные установки (Pb, Zn, нефтяные углеводороды). На локальном уровне выражено загрязнение снежного покрова нефтяными углеводородами в результате неполного сгорания. Их концентрация в талой воде составляет 0,05–0,08 мг/л (Яро-Яхинский и Пырейный лицензионные участки), достигая 0,1–0,2 мг/л (Береговой участок), что на порядок выше содержания в водных объектах. Концентрация Zn в талой воде достигает 0,080–0,096 мг/л (Самбургский и Береговой лицензионные участки). Ко второй же группе относятся – Cr, Co и Ni – накапливается повсеместно, включая ЛУ, на которых хозяйственная деятельность в период исследований не осуществлялась (Северо-Пуровский). Вероятно, основной механизм переноса этих металлов — в составе тонкодисперсных аэрозолей. При этом их концентрация в талой воде лишь ненамного превышает содержание в поверхностных водах. Не исключено, что главный источник загрязнения этими металлами — ОАО «Норильский никель». Если это так, то можно говорить о региональном уровне загрязнения атмосферного воздуха территории Ямало-Ненецкого автономного округа.

Томская область обладает значительным количеством сырьевых ресурсов, одни из основных – нефть и газ. На территории области открыто 39 месторождений горючих полезных ископаемых, из них 27 – нефтяных, 3 – нефтегазовых, 8 – газоконденсатных [12]. В связи со значительным количеством нефтегазовых месторождений на территории Томской области антропогенная нагрузка на атмосферный воздух распределена неравномерно, наибольшее загрязнение отмечается в районах расположения предприятий нефтегазового комплекса: в Каргасокском, Парабельском и Александровском районах [5]. Объектом нашего исследования являются месторождения, которые находятся в непосредственной близости к г. Стрежевому, который расположен на севере Александровского района Томской области. Нефтегазодобывающая отрасль является основной отраслью промышленности для данного района и г. Стрежевого в частности. В районе г. Стрежевого расположены Советско-Соснинское и Вахское месторождения. Нефтегазодобывающий комплекс негативно влияет на все компоненты окружающей среды, источниками воздействия являются кустовые площадки, факельное хозяйство, нефтепроводы, разведочные скважины и другие объекты [6]. Основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха - компоненты нефти и попутного газа: углеводороды, бензол, толуол, ксилол, оксиды азота, углерода, серы. Сжигании попутного нефтяного газа является одним из основных неблагоприятных воздействий на атмосферный воздух и всю окружающую среду.

На территории г. Стрежевого в 1990-х гг. проводились комплексные эколого-геохимические исследования, в том числе и снегогеохимические, сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (Язиков Е. Г., Рихванов Л. П. и др.). По результатам исследований снегового покрова, коэффициенты концентрации Br, Pb, Mo существенной превышали единицу, что свидетельствует об антропогенном источнике поступления данных поллютантов из атмосферы на снеговой покров. В работах [10,11] определено, что такие элементы как Ba, Br, Tb, Na, Si, являются типоморфными для районов нефтегазодобывающего комплекса.

Весной 2011 г. на территории нефтегазовых месторождений Александровского района также поводилась снегогеохимическая съемка Большуновой Т.С. [1]. В результате поведенных исследований, обнаружены более высокие значения для нефтегазодобывающего района таких элементов как Li, Be, Na, Ni, Mn, Ni, Zn, As, Mo, Th, U в 1,2 –29 раз. Автор работы предполагает, что превышения обусловлены выбросами загрязняющих веществ, образующихся при сгорании попутного нефтяного газа на факельных установках, в печах подогрева нефти, при эксплуатации дизельных электростанций, транспортной техники. Отчасти это может быть связано с дальними переносами загрязняющих веществ от источников выбросов предприятий других районов и областей.

В работе Филимоненко Е. А. [4] определено значение среднесуточной пылевой нагрузки по данным снеговых

исследований на территории нефтяного месторождения, расположенного в Александровском районе Томской области в 30 км от г. Стрежевого. Величина среднесуточной пылевой нагрузки на территории вблизи факельных установок (где снежный покров не подвержен тепловому воздействию от горения факелов) составляет от 18,7 мг/м^2·сут для факела высотой 10 м («факел 1») и 588 мг/м^2 ·сут для факела высотой 2 м («факел 2»), на удалении 50 и 15 м соответственно. Снижение величины пылевой нагрузки по мере удаления от площадки факельной установки происходит весьма резко, и, в частности, для факела высотой 10 м пылевая нагрузка на снежный покров на удалении в 200 м сопоставима с фоновыми величинами. Среднесуточная пылевая нагрузка на снежный покров в окрестностях насосных площадок, установки подготовки нефти (без факела), центрального сборного пункта нефти рассматриваемого нефтяного месторождения соответствует фоновым величинам пылевой нагрузки для Томской области. Соответственно, наибольшие значения среднесуточной пылевой нагрузки выявлены вблизи факельных установок, так как при сжигании попутного нефтяного газа, который высвобождается при сепарации сырой нефти, в значительных количествах поступают загрязняющие вещества в атмосферный воздух.

Все приведенные данные свидетельствуют о том, что нефтегазодобывающий комплекс со своими сложными технологическими процессами, является источником экологической опасности для окружающей среды и человека, поэтому важно получить и проанализировать современные данные об уровне загрязнения окружающей среды: определить поступающие химические элементы и их источники, изучить минерально-фазовый состав атмосферных выпадений на территории нефтегазодобывающих месторождений с помощью снегогеохимической съемки. Техногенные аномалии проявлены на снежном покрове более контрастно и четче характеризуют пространственное распределение техногенного воздействия от различных источников загрязнения, чем аномалии в других природных средах-планшетах [3].

Литература

1. Большунова Т. С. Оценка степени трансформации природной среды в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области по данным изучения снегового покрова и лишайников-эпифитов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.36 / Т. С. Большунова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) ; науч. рук. Л. П. Рихванов. — Томск, 2015. — 21 с.
2. Бояркина А.П., Байковский В.В., Васильев Н.В. [и др.]. Аэрозоли в природных планшетах Сибири// Изд-во ТГУ. – Томск, 1993. – 157с.
3. Воробьева, И. Б. Эколого-геохимические особенности снега, льда, и подледной воды южной части озера Байкал//Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2009. – № 1. – С. 54– 60.
4. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук на тему: «Эколого-геохимическая обстановка в районах расположения объектов теплоэнергетики по данным изучения нерастворимой и растворимой фаз снега (на примере Томской области)»/ Е.А. Филимоненко. – Томск, 152 с.
5. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.green.tsu.ru/dep/quality%20of%20the%20environment/kachestva/
6. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему: «Оценка и технология снижения негативного воздействия крупных нефтехимических комплексов на окружающую среду (на примере Республики Башкортостан)»/ А. М. Сафаров. – Уфа, 457 с.
7. Летувнинкас А.И. Геохимические аспекты формирования техногенного загрязнения территории города// Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий: Труды Междунар. научн. конф. – Томск, ТГАСУ, 1999. С. 58-59.
8. Московченко, Д. В. Особенности формирования химического состава снеговых вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа// Криосфера Земли. – 2012. – Т. 16. – № 1. – С. 71–81
9. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Кукушкин С. Ю., Ганул А. Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в ЯНАО//Вестник Санкт-Петербургского университета. – Санкт-Петербург, 2012. – № 4. – С. 87 – 101.
10. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 2001. – 22 с.
11. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореф. дис. … д-ра геол.-минерал. наук. – Томск, 2006. – 45с.
12. Neftegaz.ru – Минерально-сырьевые ресурсы Томской области [Электронный ресурс] Режим доступа: http://neftegaz.ru/tech_library/view/4063

ЛИСТЬЯ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ КАК БИОИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.В. Макаренко

Научный руководитель старший преподаватель А.Р. Ялалтдинова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Уровень загрязнения городских и пригородных районов быстро растет. Современные антропогенные источники загрязнения окружающей среды в городских районах включают в себя промышленное производство, выбросы транспортных средств и теплоэнергетики.

Городская растительность является фильтром и биологическим поглотителем атмосферных загрязнителей. Исследование растительных тканей городских районов показало, что насаждения являются эффективными индикаторами загрязнения приземной атмосферы.

Так, во многих городах проводится оценка качества воздуха в городской среде комплексным мониторингом, включающим исследование листьев и осажденных на них частиц с помощью электронного микроскопа и различных приставок, позволяющих определять содержание химических элементов.

Таким образом, целью данной работы было изучение имеющего у зарубежных коллег опыта по данной тематике для дальнейшего проведения собственных исследований на территории Томской области. Нами было собрано и проанализировано 16 работ, проведенных для различных целей на территории городов Европы и Азии.

В городе Антверпен, Бельгия, исследовались листья плюща обыкновенного (Hedera helix L) [2,3]. В качестве мест отбора проб листьев были выбраны лесопарковая зона, сельская местность, перегруженные перекрестки дорог в городе, район промышленного комплекса и железнодорожных линий. Анализом остаточной намагниченности изучалось содержание Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb в зависимости от типа землепользования. Наибольшие величины твердых осажденных частиц и показатели загрязнения металлами были выявлены на перекрестках дорог и в промышленном районе.

В Белграде, Сербия, отбор проб листьев конского каштана обыкновенного (Aesculus hippocastanum L.), орешника медвежьего (Corylus colurna L.) и липы пушистой (Tilia tomentosa) проводился также с учетом нагрузки на территорию (район офисных зданий в городе, автопарк, парки и ботанический сад) в период с 2002 по 2006 года [11-13]. Отбор проб проводился в начале и конце вегетации. Исследования на электронном микроскопе показали, что 50-60% осажденных частиц на обеих сторонах листьев относятся к классу мелких частиц (D<2 мкм). Твердые частицы были распределены с более высокой плотностью на адаксиальной поверхности листьев. Химический анализ показал, что наиболее распространенными частицами были сажа (C) и пыль (Si, Al, Fe, Mg, N, S, Ca, K, Cl) с незначительным количеством других компонентов: Pb, Zn, Ni, V, As, Ti, Cu и Cd. Также выявлено сезонное увеличение концентраций элементов с мая по сентябрь. Было выдвинуто предположение, что в основном частицы оседают на листьях в результате движения транспорта.

Sawidis et al. (2011) [9] изучали лиственный платан восточный (Platanus orientalis) и хвойную сосну черную (Pinus nigra Arn.) в 3 городах Европы: Зальцбург (Австрия), Белград, (Сербия), Салоники (Греция). Деревья были выбраны в зоне, находящейся недалеко от центра города, и зоне без прямого источника загрязнения за городом (фон). Наименьшие концентрации загрязняющих веществ были обнаружены в пробах Зальцбурга. Исследователи объяснили это меньшим размером и населением города и значительным сокращением использования этилированного бензина по сравнению с Белградом и Салониками, где распространено использование старых автомобилей, работающих на таком бензине.

Много проводится исследований состояния растительности, растущей вдоль дорог. В Больцано, Италия,

на содержание Pb, Cd, Mn, Cu, Mo, Sb, Zn, Pt, Pd были исследованы листья клена белого (Acer pseudoplatanus L), березы повислой (Betula pendula Roth), граба обыкновенного (Carpinus betulus L.) и др. в районах с различной степенью интенсивности движения: 5000, 5000-7500 и >10000 автомобилей в день [4]. Общее содержание металлов в листьях, как показало исследование, в значительной степени связано с различной степенью интенсивности движения на участках отбора проб. Кроме того, образцы с фонового участка показали значительную нагрузку на листья по сравнению с городскими участками.

Подобные исследования проводились в Дамаске, Сирия (изучение химического состава листьев кипариса вечнозеленого (Ligustrum ovalifolium) и бересклета японского (Euonymus japonicus)) [7]. Было установлено, что Zn в листьях обусловлен выхлопами автомобилей, также износом шин, загрязнение Pb обусловлено использованием этилированного бензина.

В Афинах, Греция, исследования показали, что Zn, Cu, Pb, Fe, Cd, Mg, Mn в листьях связаны с загрязнением в результате движения транспорта, но также привнос идет и с промышленными выбросами [1].

Некоторые исследования направлены на изучение морфологических изменений листьев, связанных с загрязнением окружающей среды. Изменение морфологических параметров листьев городских деревьев может быть использовано в качестве эффективного экологического показателя загрязнения воздуха в городских районах.

В Лакхнау, Индия, где одной из главных проблем также является плотность транспортного движения, были отобраны листья растений, растущих вдоль дорог: ночной жасмин (Nyctanthesarbor-tristis L.), квискалис индийский (Quisqualis indica L.), кукухба (Terminalia arjuna) - с целью изучения под микроскопом наличия осажденных частиц и морфологических изменений [8]. По сравнению с листьями на фоновом участке, на загрязненных участках эпидермиальные клетки нерегулярные и неправильной формы, клеточные границы не

ясны, устьица засорены в результате осаждения частиц.

Цель ряда исследований заключается в идентифицировании растений (по морфологическим признакам листовой поверхности), способных к наибольшему пылевому захвату. Так выявляются растения с наибольшей стрессоустойчивостью и рекомендованные для городской экологизации. Например, листья с неровной шероховатой поверхностью, липким веществом и впалыми устьицами на поверхности благоприятны для осаждения частиц.

Исследования в Пекине показали, что вяз (Ulmus pumila L.) и ива (Salix babylonica L.) эффективно накапливали мелкодисперсную пыль (PM2,5), гинкго (Ginkgo biloba L.) же имеет наименьшую способность к осаждению твердых частиц [15]. Wang et al. (2015) [14] также подтвердили, что на листьях гинкго осаждается меньше твердых частиц. В этом же исследовании показано, что наибольший захват пыли имеют питтоспорум тобира (Pittosporum tobira), красная китайская сосна (Pinus tabuliformis), бирючина лоснящаяся (,Ligustrum lucidum), калина душистая (Viburnum odoratissimum), кедр гималайский (Cedrus deodara), платан клёнолистный (Platanus hispanica).

Листья бирючины японской (Ligustrum japonicum) и оливы европейской (Olea Europea) были рекомендованы в качестве биоиндикатора тяжелых металлов по результатам исследования, проведенного в Баку, Азербайджан [16]. Несмотря на то, что исследованные виды страдали от некоторых морфологических изменений, они оставались здоровыми, и могут быть рекомендованы для выращивания вдоль обочин в районах, загрязненных выбросами автомобилей.

В Манчестере, Великобритания, изучались растения, высаженные на двух крышах в районах с большой транспортной нагрузкой [10]. Были выбраны следующие растения: полевица побегоносная (Agrostis stolonifera), овсяница красная (Festuca rubra), подорожник ланцетолистный (Plantágo lanceoláta), очиток белый (Sedum album), все они выращивались вдали от источников загрязнения. Исследования показали, что такие «зеленые крыши» с полевицей и овсяницей эффективны, хотя и не столь эффективны, как уличные деревья – из-за пониженной шероховатости поверхности, длины листьев и удаленного расстояния от источников.

Исследования некоторых растений обусловлено их ролью в жизни человека. Так, в Замбии была исследована маниока, листья и клубни которой местные жители употребляют в пищу [6]. Результаты показали, что содержание Zn в листьях очень высоки и даже выше, чем содержание этого элемента в почве примерно в 2,5 раза. Содержание Cu в листьях также выше, по сравнению с содержанием в клубнях. Листья маниоки, выращиваемые в непосредственной близости к алюминиевому заводу в Коппербельте покрыты мелкими частицами пыли, состоящей обычно из фрагментов кварца, полевого шпата и глинистых минералов. Иногда также встречаются фрагменты шлака с повышенным содержанием металлов – Fe и Cu – а также потенциально токсичных элементов, таких как Bi и Pb.

В Индии исследовано осаждение частиц на листве двух важных для медицины растений: кукухба (Terminalia arjuna) и шелковица белая (Morus alba) [5]. Листья были отобраны в жилой зоне и промышленном районе. Результаты показали, что в промышленном районе осажденных частиц было в 2,5 раза больше, чем в жилом районе. Уровни хлорофилла, каротиноидов и растворенного сахара уменьшены, в то время как уровни аскорбиновой кислоты и аминокислоты пролина увеличены с увеличением количества осажденных частиц.

Таким образом, листья городских насаждений дают качественную и количественную оценку загрязнения окружающей среды. Их исследование под микроскопом с приставкой для микроанализа позволяет установить содержание химических элементов в листьях и охарактеризовать осажденные на них частиц. Следующим этапом данной работы станет изучение листьев древесных насаждений, отобранных в центре города Томска, на Новособорной площади, на разном удалении от проезжей части, а также в с. Киреевск, на условно фоновой территории.

Литература

1. Anagnostatou V.A. Assessment of Heavy Metals in Central Athens and Suburbs Using Plant Material. Dissertation. –Surrey, 2008. – 45 p.
2. Castanheiro A., DeWael K., Samson R. Urban green as indicator of metal pollution // 15th Castle Meeting New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism. – Dinant, 2016. – P. 15 – 17.
3. Castanheiro A., Samson R., DeWael K. Magnetic- and particle-based techniques to investigate metal deposition on urban green // Science of the Total Environment. – 2016. – № 571. – P. 594 – 602.
4. Dadea C., Bacchiocchi SC., Rocca N., Mimmo T., Russo A., Zerbe S. Heavy metal accumulation in urban soils and deciduous trees in the City of Bolzano, N Italy // Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz (Forest Ecology, Landscape Research and Nature Protection). – 2016. – № 15. – P. 35 – 42.
5. Gupta G.P., Kumar B., Singh S., Kulshrestha U.C. Deposition and Impact of Urban Atmospheric Dust on Two Medicinal Plants during Different Seasons in NCR Delhi // Aerosol and Air Quality Research. – 2016. – № 16. – P. 2920 – 2932.
6. Kříbek B., Majer V., Knésl I., Nyambe I., Mihaljevič M., Ettler V. Metals and arsenic in cassava: Indicators of contamination in the Zambian Copperbelt mining district // Environmental and health impacts of mining in Africa. – 2012. – P. 29 – 34.
7. Mansour. R.S. The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria // International Journal of ChemTech Research. –2014. – Vol. 6(4). – P. 2283 – 2290.
8. Rai A., Kulshreshtha K.. Effect of particulates generated from automobile emission on some common plants //

Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2006. – Vol. 4(1). – P. 253 – 259.
9. Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities // Environmental Pollution. – 2011. – Vol. 159(12). – P. 3560 – 70.
10. Speak A.F., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city // Atmospheric Environment. – 2012. – Vol. 61. – P. 283 – 293.
11. Tasić M., Rajšić S., Tomašević M., Mijić Z., Anćić M., Novaković V., Marković D.M., Markov́c D.A, Lazić L., Radenković M., Joksić J. Assessment of Air Quality in an Urban Area of Belgrade, Serbia // Environmental Technologies, New Developments. – 2008. – P. 209 – 244.
12. Tomašević M., Rajšić S., Đorđević D., Tasić M., Krstić J., Novaković V. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas // Environmental Chemistry Letters. – 2004. – Vol. 2(3). – P.151 – 154.
13. Tomašević M., Aničić M. Trace element content in urban tree leaves and sem-edax characterization of deposited particles // Facta universitatis - series Physics Chemistry and Technology. – 2010. – Vol. 8(1). – P. 1 – 13.
14. Wang H., Shi H., Li Y. Leaf Dust Capturing Capacity of Urban Greening Plant Species in Relation to Leaf Micromorphology // Water Resource and Environmental Protection. – 2011. – P. 2198 – 2201.
15. Wang L., Gong H., Liao W., Wang Z. Accumulation of particles on the surface of leaves during leaf expansion // Science of the Total Environment. – 2015. – P. 420 – 434.
16. Youssef N. A., Gurbanov E. M., Haciyeva S. R., Mammedova A., Khalilov R. I. Antioxidant enzymes, fluctuating asymmetry and morphological changes of urban trees as an ecological indicators of heavy metal stress // International Journal of Pharmaceutical Science and Health Care. – 2013. – Vol. 3(1). – P.1 – 18.

СПЕЦИФИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РЯСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Максимова
Научный руководитель профессор, Н.В.Барановская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день биогеохимические исследования являются наиболее оптимальным и объективным способом оценки эколого-геохимической состояния территории и степени ее трансформации в результате техногенеза. Большая проблема заключается в правильном выборе индикаторного объекта, который должен отвечать определенному спектру требований (широкий ареал распространения, способность реагировать изменением элементного состава на изменение условий среды обитания в широком интервале значений и т.д.).

Многие ученые уже не раз обращали внимание на водные растения семейства рясковые (Lemnaceae). В настоящее время существуют различные методики и ГОСТы по использованию данного растения в качестве объекта для биотестирования, объекта для фиторемедиации почвы и отчистки сточных вод [1]. В.И. Вернадский и А.П. Виноградов первыми заметили, что ряска чутко реагирует на изменения элементного состава окружающей среды и проецирует это в своем химическом составе. Начало исследования ряски как биогеохимического индикатора водной экосистемы положено сотрудниками лаборатории БИОГЕЛ (нынешний ГЕОХИ) и отражено в таких работах, как «О химическом элементарном составе рясок Lemna, как видовом признаке» и « О концентрации радия растительными организмами» [2-4].

Пробы ряски отбирали на территории 3х регионов Томской области: Кожевниковский, Томский и Александровский. Исследуемые районы отличается по степени антропогенной нагрузки и геохимической обстановки. Томский район характеризуется крайне неравномерным распределением промышленных предприятий, что создает неодинаковую экологическую нагрузку на территорию [5]. Наибольшее количество проб отобрано в тридцати километровой зоне воздействия предприятий Северного промышленного узла (СПУ).

Отбор проб проводился во время вегетационного периода (июнь-август 2015г). В каждой точке отбора проб проведено краткое описание водоема и прилегающих к нему территорий, зафиксированы координаты места пробообора, дата и время. Характеристика водного объекта сопровождалась фотографированием его общего вида и отдельных участков. Пробы представителей семейства рясковых отбирали с водопокрытого грунта, который представляет бессточные водоемы с площадями от 500-1000м^2. Отобранные пробы растений высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Аналитическая предпробподготовка заключалась в проведении видовой идентификации растений в отобранных пробах, удалении минеральных включений, а также иных видимых невооруженным глазом организмов, как растительных, так и животных. Далее пробы гомогенизировались (истирались в агатовой ступке). Содержание химических элементов в ряске исследовано при помощи следующих аналитических методов: атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС) с индуктивно-связанной плазмой (Научно-аналитический центр ТПУ), инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИННА) (аналитик – с.н.с. А.Ф. Судыко), атомно-абсорбционная спектрометрия (АСС) с использованием метода «холодного пара» (точность метода ААС подтверждалась использованием государственного стандартного образца ГСО 8923-2007 состава листа березы (СОКООМЕТ 007-7-2008-RU, Hg (0,037±0,006) $\cdot 10^{-6}$ нг/г)) на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Идентификация растительных проб показала, что основная масса отобранных растений семейства Lemnaceae принадлежит ряске турионообразующей (Lemna turionifera Landolt) – широко распространенному в водоемах

Голарктики, преимущественно бореально-неморальному виду. Меньшее участие в сложении растительного покрова исследованных водоемов принимают другие представители семейства рясковых: многокоренник обыкновенный (Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.), ряски малая (L. minor L.) и трехдольная (L. trisulca L.). В этой связи, а также с учетом примерно одинаковой аккумулирующей способности разных видов рясковых в ввиду их близких био-экологических характеристик, в работе использована смесь представителей рясковых, без разделения их по видам.

Изучены особенности биологического накопления химических элементов ряской на территории Томской области. Накопление химических элементов живым веществом ряски оценивали с помощью коэффициента биологического накопления ($K_б$) как отношение концентрации элемента в сухой массе ряски к его концентрации в воде. В следствии высокой вариабельности исследуемых химических элементов был рассмотрен порядок величин $K_б$ в шкале десятичных логарифмов $\lg K_б$.

По значениям $\lg K_б$ в ряске на территории Томской области ранжированы в соответствии с классификацией по степени их накопления, предложенной Лионовой Г.А. [6]:

1) сильно накапливающиеся ($\lg K_б$=5-4) – B;
2) значительно накапливающиеся ($\lg K_б$=4-3) – Al, Be, Si, Sn, металлы группы железа - Cr, V, щелочные и щелочноземельные элементы K, Mo;
3) относительно слабо накапливающиеся ($\lg K_б$=3-2) – Li, W, щелочные и щелочноземельные элементы Ba, Na, Ca, Mg, Sr, металлы группы железа - Co, Fe, Ni, халькофильные элементы Zn Cd, Pb, Sb, Se;
4) слабо накапливающиеся ($\lg K_б$=1-2) – Mn, халькофильные элементы - As, Bi.

На основании полученных данных выявленная закономерность увеличения $\lg K_б$ для элементов с относительно повышенной подвижностью. Поглощение исследуемых элементов с атомным номером (9-56) преимущественно выше, чем элементов с номерами выше 55ти.

По результатам ИННА большое внимание привлек спектр накопления редкоземельных элементов (Рис. 1). На территории всех районов Томской области прослеживается относительно одинаковая закономерность концентрации РЗЭ: характерна специфика накопления легких лантаноидов, преобладание таких химических элементов как La, Ce, Nd. В Александровской районе прослеживается большое накопление Tb. В Томском районе прослеживается накопление щелочноземельных элементов (Ba, St, Rb), также As, Br, Zn, Co, Ca и некоторых редкоземельных элементов. Значительный спектр накопления многих элементов на территории Кожевниковского района. На данной территории наблюдается превышение среднего содержания по Томской области на порядок и на десятки порядков многих редкоземельных и радиоактивных элементов.

Содержание ртути в растениях семейства рясковые варьирует от 7,0 до 34,1 нг/г. Среднее содержание ртути в ряске по Томскому району (18 нг/г) не превышает фоновых значений для макрофитов (20 нг/г) [7]. Выявлены участки локального превышения фоновых значений содержания ртути в растениях (20% от всей выборки). Высокие концентрации этого элемента обнаружены в пробах, отобранных в следующих населенных пунктах: д. Георгиевка, д. Надежда, с. Наумовка, п. Михайлова и д. Кузовлево, что говорит о неравномерном распределении ртути на исследуемой территории. Указанные точки пробоотбора расположены к северу от Сибирского Химического Комбината (СХК) и ряда других предприятий, относящихся к так называемому Северному промышленному узлу (СПУ) Томского района, т.е. по направлению господствующих ветров.

Наши исследования показали, что растения семейства рясковые способны отражать геохимическую ситуацию окружающей среды, аккумулировать огромный спектр химических элементов, концентрации которых в несколько раз выше, чем в водоеме. Это упрощает получение более объективного представления о распространенности микроэлементов в водной среде.

Данный объект отличается высокой чувствительностью к содержанию ртути в окружающей среде. Получена взаимосвязь между расположением техногенных источников данного экотоксиканта и его концентрации в ряске. Территория Томского района отличается геохимической контрастностью по содержанию ртути в рясковых (выделены три геохимические зоны).

Данное исследование доказывает, что растения семейства рясковые являются одними из наиболее подходящих биогеохимических индикаторов состояния водных экосистем, которые способны отразить объективную эколого-геохимическую ситуацию окружающей среды.

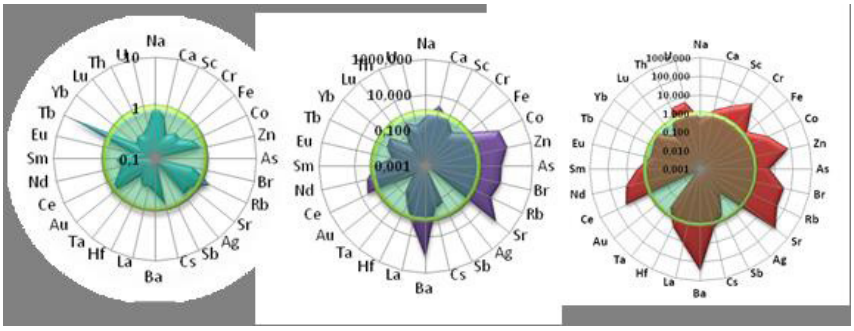


Рис. 1. Коэффициент концентрации в ряске А – Александровский район, В – Томский район, С – Кожевниковский район;

Литература

1. Малюга Н.Г., Цаценко Л.В., Аветянц Л.Х. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами// Патент России №2096781
2. Бруновский Б.К., Кунашева К.Г. О содержании радия в некоторых растениях. // Докл. АН СССР. — 1930. - Серия А, №20.
3. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР, 1929. N2. С. 33 – 34
4. Вернадский В.И. О химическом элементарном составе рясок (Lemna) как видовом признаке.// Живое вещество и биосфера. М., «Наука».- 1994. - С.473-476.
5. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Сухих Ю.И., Барановская Н.В., Волков ВТ., Волкова Н.Н., Архангельский В.В., Архан гельская Т.А., Денисова ОА , Шатилов А.Ю., Янкович Е.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. 216 стр., 111 илл., Томск, 2006 г.
6. Леонова Г.А. Геохимическая роль планктона континентальных водоемов Сибири в концентрировании и биоседиментации микроэлементов / Г.А. Леонова, В.А. Бобров – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 314с.
7. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 144 с.

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА

Д.В.Максимова

Научный руководитель доцент Н.А.Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ухудшение качественного состава земель выражается в разрушении естественных ландшафтов (почвы, растительности), развитии эрозионных процессов, загрязнении земель химическими веществами, захламлении бытовыми и производственными процессами. Состав почв территории г. Междуреченска сформировался под влиянием градостроительных процессов, а также в результате деятельности промышленных и угледобывающих предприятий, окружающих город. Вместе с выбросами предприятий в атмосферу попадают тяжелые металлы, содержащиеся в сырье, используемом на предприятиях, а также использующиеся в технологических циклах предприятий. Все эти процессы неизбежно сказываются на составе почв урбанизированных территорий в целом и конкретных регионов.

Целью исследование явилось изучение содержания химических элементов в почвах территории г. Междуреченск, в сравнении с данными ранее проведенных исследований. Так, ранее показано[6,7,8], что почвы различных районов города отличаются по уровню накопления тех или иных элементов и являются источником опасности для здоровья населения [6,5]. Повышенные относительно кларка верхней части континентальной земной коры концентрации характерны, в частности, для ртути [4,6], а также для элементов, входящих в органической и неорганических формах в состав угля, добыча, обогащение и сгорание которого происходят на ряде близко расположенных предприятий [6,7].

В начале лета 2015 г. были отобраны 30 проб городских почв, с поверхностного слоя (0-10 см) на территории г. Междуреченск совместно с магистрантом кафедры ГЭГХ А.Н.Николаенко. Схема и методика пробоотбора описаны в [4,6]. Отбор и подготовку проб проводили согласно ГОСТ 17.4.02-84, а также в соответствии с «Временными методическими рекомендациями по контролю загрязнения почв», М., Гидрометеоиздат, 1983. При отборе проб была использована площадная сеть наблюдения в масштабе 1:80000.

Содержание элементов в почве определено инструментальным нейтронно-активационным методом (ИНАА) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии. Изучение минерального состава проб почв проводили с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа (Leica EZ4D) с использованием эталонной коллекции минералов.

В настоящей работе обсуждаются данные по элементам, содержание которых в почвах определялось в ранее проведенных исследованиях [8], методом атомно-адсорбционной спектроскопии. В [9] показано, что сопоставление данных ИНАА и AAS правомерно.

Кларк концентрации (КК), как показатель уровня аномальности содержаний химических элементов, рассчитывался как отношение содержания химического элемента в почве к его кларку в ноосфере ($К_н$) [2]

$КК_н = С/К_н$, и кларку верхней части континентальной земной коры ($К_{зк}$) [3]: $КК = С/К_{зк}$.

В таблице приведены коэффициенты концентраций химических элементов в почвах, рассчитанные относительно кларка ноосферы по Глазовскому и в земной коре. Уровень содержания Со сопоставим со значением его кларковой концентрации относительно кларка ноосферы $КК_н$

Элементы образуют следующий ряд по возрастанию коэффициента концентраций относительно кларка ноосферы Co (0,78)<As (1,7)<Cr (2,3)<Zn(2,6)<Ba (13,7)<Sb(19,7) и кларка земной коры: As (0,9) < Ba (1,0) <Co (1,01) <Cr (1,3)<Zn(1,6)<Sb(6,1). Диапазон изменения коэффициента концентраций относительно кларка ноосферы 0,78-19,7; диапазон изменения коэффициента концентраций относительно кларка земной коры 0,9-6,1.

По сравнению с результатами 1991 г. концентрация Ba,Zn,Co практически не изменилась, концентрация Cr увеличилась в 1,6 раз, концентрация As – в 2 раза.

Таблица

Коэффициенты концентрации химических элементов в почвах г. Междуреченск относительно кларка ноосферы и кларка земной коры

Элементы	2015 г (30 проб)		1991г. (199 проб)		Кларк ноосферы [8]	Кларк земной коры [9]	ПДК, мг/кг
	$КК_{н}$ (С/К)	$КК_{зк}$	$КК_{н}$ (С/К)	$КК_{зк}$			
Cr	2,3±0,1 1,0 – 4,0	1,3±0,1 0,6 – 2,2	1,4±0,04 0,2 – 4	0,77±0,02 0,1 – 2,2	50	92	
Ba	13,7±0,6 5,3−22,6	1,0±0,1 1,4 – 1,6	13,8±0,5 2,8 – 41,7	0,97±0,03 0,2 – 2,9	36	510	
As	1,7±0,7 0,2−20,4	0,9±0,4 0,1 – 11,1	3,1±0,2 0,3 – 16,7	2,0±0,1 0,2 – 9,1	3,05	5,6	2
Zn	2,6±0,4 0,2−12,6	1,6±0,3 0,1 – 7,7	2,3±0,1 0,7 – 6,5	1,4±0,1 0,4 – 4,0	46	75	
Co	0,78±0,03 0,2−1,0	1,01±0,4 0,3 – 1,3	0,83±0,03 0,1 – 2,7	1,07±0,04 0,2 – 3,5	22	17	5,0
Sb	19,79,4 1,5-269,2	6,1±2,9 83,1 – 0,5	-		0,25	0,81	4,5
Cu	-	-	1,24±0,04 0,4 – 4,4	1,4±0,1 0,5 – 5,1	45	39	3,0
Mn	-	-	0,09±0,002 0,02 – 0,23	0,52±0,01 0,1 – 1,3	4400	770	1500

Микроскопические исследования с использованием эталонов минералов показали, что практически все пробы имеют большое количество частичек техногенного происхождения, которые представлены различными синтетическими волокнами, микросферулами, частицами шлака и угля неправильных форм. Магнитная фракция была представлена в основном магнетитом, минералом темной окраски с сильными магнитными свойствами. Электромагнитная фракция представлена как светло, так и темно окрашенными минералами. Предположительно, светлые минералы это сульфиды и силикаты – амфиболы. Темноокрашенные минералы, вероятно, силикаты - амфиболы (актинолит, роговая обманка), ильменит

Немагнитная фракция представлена большим спектром минералов. В основном это кварц полевые шпаты, карбонаты. Так же в состав немагнитной фракции входит биогенное вещество, представленное древесно-растительными остатками, частицами семян и насекомых.

Литература

1. Mercury content in soils on the territory of Mezhdurechensk / A. N. Nicolaenko, N.A.Osipova, E.G.Yazikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2016. — Vol. 43 : Problems of Geology and Subsurface Development. — [012038, 4 p.]. Режим доступа: http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012038 http://earchive.tpu.ru/handle/11683/351462
2. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере / В кн.: Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 7–28.
3. Григорьев Н. А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия, 2003. № 7. С. 785—792.
4. Максимова Д. И. Содержание и формы нахождения ртути в почвах угледобывающих регионов //Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. Т. 2.—Томск, 2016. – 2016. – Т. 2. – С. 180-181.
5. Николаенко А. Н. Экологические риски в районах размещения угольных предприятий //Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. Т. 2.—Томск, 2016. – 2016. – Т. 2. – С. 203-204.
6. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения [Электронный ресурс] / Н.А.Осипова, Е.Г.Язиков // Безопасность в техносфере : научный журнал. — 2015. — № 2 . — [С. 16-25].
7. Химические элементы в почвах г. Междуреченска / Chemical elements in soils of Mezhdurechensk / Н. А. Осипова, Е. В. Перегудина, Е. Г. Язиков // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1. 8 с..
8. Язиков Е.Г. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: Дисс. … д-ра геол.-мин. наук. Томск: ТПУ. Томск, 2006. 423 с.
9. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. Комплексные эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды на территории г. Междуреченска. Томск, 1992. - 224 с.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РЮСТЕНБУРГ (ЮАР)

А.Ф.Б. Мачомбе
Научный руководитель заведующий лабораторией М.В. Решетников
Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

В работе представлены результаты изучения эколого-геохимических и петромагнитных свойств почвенного покрова на территории города Рюстенбург (ЮАР). Работы проводились с целью оценки эколого-геохимического состояния почвенного покрова и оценке ущерба нанесенного почвам, а также установления взаимосвязей между геохимическими и петромагнитными свойствами.

Рюстенбург (Rustenburg) город в ЮАР, в провинции Трансвааль. 395 тыс. жителей (2001). Железнодорожной веткой соединён с магистралью Претория-Йоханнесбург. Центр крупных разработок платины, хромитов, также никеля. На территории города расположены табачные фабрики, пищевые предприятия. В районе города активно занимаются возделыванием цитрусовых, табака, хлопчатника.

Объект исследования – почвенный покров города Рюстенбург.

В процессе работ отобрано 10 проб почв с глубин 0-20 см. Во всех образцах определено содержание кислоторастворимых форм (1M HNO_3) тяжелых металлов (свинец, цинк, медь, никель, хром и кадмий), а также измерена магнитная восприимчивость образцов (k) и её частотная зависимость (FD).

Результаты.

Кислоторастворимые формы тяжелых металлов в исследуемых образцах были установлены в следующих концентрациях. Медь зафиксирована во всех образцах в концентрации от 5,5 до 25,5 мг/кг, при среднем значении 15,8 мг/кг. Цинк обнаружен во всех образцах в концентрации от 12,2 до 74,2 мг/кг при среднем значении 41,6 мг/кг. Никель задокументирован во всех образцах в концентрации от 8,7 до 39,2 мг/кг при среднем значении 21,4 мг/кг. Кадмий зафиксирован в 5 из 10 проб в концентрации от 0,01 до 0,05 мг/кг. Хром зафиксирован в 2 из 10 проб в концентрации от 9,7 до 13,5 мг/кг.

Петромагнитные характеристики почв распределились следующим образом: магнитная восприимчивость образцов (k) изменялась в пределах от $3{,}3\times10^{-7}$ до $4{,}6\times10^{-6}$ ед. СИ, при среднем значении $2{,}3\times10^{-6}$ ед. СИ. Частотная зависимость магнитной восприимчивости (FD) изменяется в широком интервале от 1,1 до 8,1% при среднем значении 5,5%.

С целью установления возможных парагенетических взаимосвязей между исследуемыми параметрами были рассчитаны коэффициенты корреляции, которые представлены в таблице 1.

Таблица

Корреляционная матрица содержания кислоторастворимых форм тяжелых металлов и петромагнитных характеристик почв города Рюстенбург (ЮАР)

	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	k	FD
Cu	1	0,61	0,21	-0,72	0,56	0,51	0,41	-0,59
Zn		1	0,77	-0,55	0,16	0,16	0,10	-0,66
Cd			1	-0,36	-0,19	0,13	0,35	-0,87
Cr				1	-0,45	-0,54	-0,57	0,58
Ni					1	0,74	0,12	-0,23
Pb						1	0,56	-0,39
k							1	-0,46
FD								1

n=10 p=0,05 r=0,63

Выводы.

1. В результате проведенных исследований выявлено, что в почвах города Рюстенбург практически повсеместно встречаются кислоторастворимые формы таких металлов как медь, цинк, никель и свинец. Кислоторастворимые формы кадмия и хрома встречаются не во всех пробах. Неоднородность в распределении и аномальные значения концентрации кислоторастворимых форм тяжелых металлов указывают на процессы активного техногенного преобразования почвенного покрова г. Рюстенбург.

2. Изучение магнитной восприимчивости и FD-фактора в почвах исследуемой территории также выявило неоднородность в их распределении, что является показателем активной техногенной трансформации почв в пределах города Рюстенбург.

Работа является начальным этапом в изучении эколого-геохимических и петромагнитных свойств почвенного покрова города Рюстенбург, который показал неоднородность геоэкологического состояния почв, в дальнейшем нами запланированы более детальные геохимические, петромагнитные и магнитно-минералогические исследования.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

А.С. Маюрова, Е.А. Быковская
Научный руководитель доцент М.А. Кустикова
Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Актуальность темы. В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 года приоритетными направлениями развития энергетического сектора экономики страны являются создание высокоэффективных энергетических систем и комплексов и повышение эффективности использования энергетических ресурсов (ЭР) в энергоемких отраслях. Современный мир проходит через стадию больших изменений, характеризующихся ростом глобализации, изменениями в экономики и политической власти, борьбой за улучшениями качеств окружающей среды и внезапными социальными конфликтами. Наука и технологии помогают политикам найти устойчивые пути решения этих связанных и комплексных процессов. Вопрос получения энергии является одной из частей устойчивого развития, мировой интерес к нему возрос в последнее время. Этот вопрос включает в себя различные направления: обеспечение энергетической безопасности во всем мире; оценка взаимодействия между поставщиком энергии и конечным пользователем; воздействие на окружающую среду, в частности изменение климата и загрязнение атмосферы; поиск пути к экономическому и экологическому устойчивому энергетическому будущему. Оптимальный выбор источника энергии является залогом создания высокоэффективных энергетических систем и комплексов. Для каждого региона можно подобрать наиболее эффективный источник энергии.

Цель работы: создать модель, которая будет отражать эффективность различных источников энергии, в зависимости от введенных параметров.

Задачи:

- разработка методики системного анализа и выбор показателей эффективности источников энергии
- математическое моделирование расчета энергетических характеристик оборудования и подсистем энергетического комплекса с учетом технологических, режимных, климатических факторов и взаимосвязей между подсистемами

На данном этапе работы мы рассмотрим наиболее распространенные источники энергии и показатели, с которыми будет работать итоговая модель.

Источники энергии. В данной работе было принято решение рассмотреть наиболее распространенные источники энергии, такие как: гидроэлектростанция (ГЭС), теплоэлектростанция (ТЭС), атомные электростанции (АЭС), альтернативные источники энергии: солнечные электростанции (СЭС), ветряные электростанции (ВЭС). Рассмотрим выбранные виды электростанций подробнее.

В традиционной энергетике ГЭС играют большую роль. В России до 18% электроэнергии производится именно на гидроэлектростанциях [1]. Естественно, строительство ГЭС ограничивается наличием реки. Однако будет несправедливо предположить, что если в регионе, где требуется построить дополнительный источник энергии, есть полноводная река, то выбор автоматически падает на ГЭС. Открытие новых ГЭС затруднено из-за нехватки подходящих рек и водоемов.

Для более эффективной работы ГЭС требуется река с большим расходом воды и большие перепады высоты. В равнинных местностях при строительстве ГЭС водохранилищами затапливаются огромные площади земли, чем самым выводятся из хозяйственного землепользования. Из-за изменения режима реки часто снижается численность популяций рыб, происходит элиминация зообентоса, сокращение трофических цепей. В стоячей воде водохранилища происходит заиливание. ГЭС выдает в итоге дешевую электроэнергию за счет возобновляемых ресурсов, работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу.

ТЭС играет огромную роль в энергетике России, они поставляют около 75% всей электроэнергии. Большинство ТЭС в России используют в качестве топлива угольную пыль. К сожалению, запасы угля не бесконечны, кроме того ТЭС являются постоянным загрязнителем атмосферы углекислым газом, пылью и сажей за счет сгорания топлива. ТЭС могут быть построены в любом районе, занимают меньше площади, чем ГЭС.

Атомная энергетика обеспечивает 12% электроэнергии мира. Как и ТЭС, атомные электростанции способствуют тепловому загрязнению экосистем. В то же время радиоактивные отходы не удается до конца утилизировать. Запасы урана намного превышают запасы угля и нефти, в процессе преобразования топлива в энергию не происходит выбросов в атмосферу.

СЭС требуют высокого уровня инсоляции и занимают огромные площади, так как современные солнечные батареи в настоящее время не обладают высоким КПД. Помимо этого в состав панелей в большинстве случаев входят токсичные вещества, которые по истечению срока годности сложно утилизировать.

Энергия ветра практически неисчерпаема, к началу 2016 года установленная мощность всех ветрогенераторов превзошла суммарную мощность атомной энергетики [2]. Однако для нормального обеспечения энергией необходимо использование значительной пощади территории для размещения ветровой установки. Также, ветровые установки являются источником интенсивного инфразвукового шума, который неблагоприятно влияет на человеческий организм, вызывает угнетенное состояние, беспричинное беспокойство и дискомфорт. Данный тип шума делает территорию, где располагаются ветровые установки непригодной для жизни людей, животных и птиц.

Показатели. В данной работе будут рассматриваться следующие основные показатели для составления модели эффективности установки источников энергии: расположение системы, стоимость оборудования, стоимость доставки оборудования, выходная мощность системы, окупаемость системы, срок службы системы

и другие.

Эффективность использования источников энергии будет оцениваться исходя из соотношения количества получаемой энергии, затрат на обслуживание и воздействия на окружающую среду.

Модель должна выдавать характеристики производительности для каждой из электростанций исходя из введенных вышеописанных параметров региона и локации станции.

Выводы

Каждый из выбранных источников энергии обладает своими плюсами и минусами. Были определены показатели для составления модели эффективности использования источников энергии, а также показатели эффективности источников.

Литература

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009 – 294 с.
2. Energy Sources and Systems Analysis. 40 South Lincoln Redevelopment District. [Электронный ресурс] // National renewable energy laboratory – Режим доступа: http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/52243.pdf

ЭКОМИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ УГОЛЬНОЙ ТЭЦ

Е.А. Мельникович

Научный руководитель доцент Таловская А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Степень загрязнения атмосферного воздуха в городах в основном зависит от деятельности предприятий ТЭК [7]. В России наблюдается тенденция повышения расхода угля на электростанциях за счет сокращения доли газа. При этом проблемы загрязнения окружающей среды и здоровья населения обостряются. Суммирование влияния веществ от выбросов промышленности, ТЭК, а также от транспорта приводят к загрязнению окружающей среде и рискам для здоровья населения. Специфика загрязнения атмосферного воздуха напрямую влияет на структуру заболеваемости проживающего на данной территории населения. Выбросы теплоэнергетики вызывают в большей степени заболевания дыхательных путей [9]. Для индикации выбросов угольной теплоэнергетики в окружающей среде многие исследователи используют снежный покров [1, 10-11]. При этом основное внимание уделяется изучению химического состава снежного покрова, изредка изучают минерально-фазовый состав твердой фазы снега, которая представляет собой пылевые частицы, осевшие из атмосферы [11-12]. Изучение минерально-фазового состава позволяет определить твердофазные выпадения техногенного и природного происхождения, а также определить источники данных выпадений [11-12].

Целью данной работы является исследование минерально-фазового состава твердой фазы снежного покрова в окрестностях угольной ТЭЦ. Объектом исследования является ТЭЦ г. Северска, поскольку данный промышленный объект оказывает негативное воздействие на окружающую среду [3].

В феврале 2014 г. был проведен отбор проб снежного покрова в окрестностях «ОАО Северские теплосистемы» (ТЭЦ г. Северска) (отбор и подготовка проб - бакалавр ТПУ Монасыров И.И.) Всего было отобрано 7 проб снега. Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполнялись с учетом методических рекомендаций, приводимых в работах [1, 2, 6, 8, 11, 12]. Согласно [8] перенос загрязнений фиксируется на расстоянии от 10 до 40 эффективных высот труб промышленных предприятий, основной перенос загрязнений осуществляется согласно главенствующему направлению ветра. Поэтому при планировании точек отбора учитывали эти рекомендации. Высота трубы ТЭЦ г. Северска составляет 125 м, главенствующее направление ветра - юго-западное. Пробы отбирались в северо-восточном и юго-западном направлениях. Расстояние от трубы до точек отбора снега в северо-восточном направлении составляло 0,5;1; 1,66; 2,31; 2,91 км. После отбора и подготовки проб проводиться расчет пылевой нагрузки согласно работам [2, 6]. Определение гранулометрического состава проб, отобранных в северо-восточном направлении на расстоянии 0,5; 1,66; 2,91 км, автор проводила через сита размерностью 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,1-0,125; 0,04-0,1 и менее 0,04 мм. Вес каждой пробы составил 1 г. По итогам просеивания определяли процентное содержание каждой фракции в пробах. Исследование минерально-фазового состава этих проб проводили с помощью рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре Bruker Phaser D2. Для анализа использовали навеску массой 1 г. Результаты интерпретировались в программе Diffrac.eva с использование базы дифрактограмм минералов PDF2. Определение минеральных и техногенных частиц в пробе, отобранной на расстоянии 1,6 км, осуществляли с на сканирующем электронном микроскопе S-3400N фирмы Hitachi с приставкой для микроанализа Bruker. Все исследования выполняли в учебно-научных лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры ГЭГХ ТПУ при консультации ассистента Ильенка С.С., ассистента Зайченко А.П., аспиранта Усольцева Д.Г.

В результате исследования было определено, что пылевая нагрузка по мере удаления от трубы в северо-восточном направлении уменьшается (табл. 1). При этом величина пылевой нагрузки по мере удаления от трубы изменяется от максимального уровня загрязнения и чрезвычайно опасной экологической ситуации до очень высокого уровня и очень опасной ситуации в соответствии с градацией в работах [2, 4, 6].

Таблица 1

Пылевая нагрузка и фракционный состав проб твердой фазы снега в северо-восточном направлении от труб ТЭЦ г. Северска, 2014 г.

Фракция, мм	Расстояние от труб, км		
	0,5	1,66	2,91
	Содержание, в %		
0,25-0,5	4,7	0,8	0,5
0,125-0,25	17,0	8,6	5,0
0,1-0,125	6,1	8,4	5,1
0,04-0,1	36,5	59,5	70,6
<0,04	16,5	9,1	3,6
Пылевая нагрузка, мг/м^2* сут.	938	750	518

Примечание: <200 мг/м^2* сут. – низкий уровень загрязнения и неопасная экологическая ситуация; 200-300 мг/м^2* сут. – средний уровень загрязнения и умеренно опасная экологическая ситуация; 300-500 мг/м^2* сут. – высокий уровень загрязнения и опасная экологическая ситуация; 500-800 мг/м^2* сут. – очень высокий уровень загрязнения и очень опасная экологическая ситуация; > 800 мг/м^2* сут. – максимальный уровень загрязнения и чрезвычайно опасная экологическая ситуация [2, 4, 6]. Фоновая величина пылевой нагрузки - 7 мг/м^2*сут. [12]

Средняя величина пылевой нагрузки (735 мг/м^2*сут.) в 7 раз превышает фоновое значение (7 мг/м^2*сут [12]) и формирует очень высокий уровень загрязнения и очень опасную экологическую ситуацию по градации [2, 4, 6].

Установлена закономерность, что величина пылевой нагрузки по мере удаления от труб ТЭЦ изменяется за счет изменения процентного соотношения фракций, полученных с помощью гранулометрического анализа проб (табл.1). Наиболее крупные фракции 0,25-0,5 и 0,125-0,25 мм в пробах уменьшаются по мере удаления. Содержание фракции 0,04-0,1 мм с увеличением расстояния возрастает. Процентное содержание фракции менее 0,04 мм на расстоянии 2,91 км от трубы снижается. Преобладающей фракцией во всех пробах является фракция размером 0,04-0,1 мм, т.е. одна из наиболее мелких фракций. С увеличением расстояния (от 0,5 до 2,91 км) количество данной фракции увеличивается, поскольку это легкие частицы, которые переносятся ветром на более дальние расстояния. Также на это влияет высота трубы ТЭЦ, так как с увеличением высоты трубы, увеличивается дальность переноса более мелкой фракции.

Результаты рентгеновской дифрактометрии показали, что пробы твердой фазы снега из окрестностей ТЭЦ г. Северска состоят из минеральной и аморфной фаз. Пылевая нагрузка связана с содержанием минеральной и аморфной фазы в пробах, содержание которых находится в близких пропорциях (табл. 2.). Но в тоже время, содержание отдельных минеральных фаз изменяется не равномерно по мере удаления. В целом кварц и муллит вносят свой вклад в формирование высокой пылевой нагрузки во всех изученных пробах. В пробе, отобранной на расстоянии 0,5 км, пылевая нагрузка формируется также за счет содержания силлиманита (36,7%). На расстоянии 1,66 км обнаружен гисмондин (68,5%). На расстоянии 2,91 км в пробе обнаружено 17,1% нитронатрита.

Таблица 2

Пылевая нагрузка, процентное содержание минеральной и аморфной фазы в пробах твердой фазе снега в северо-восточном направлении от труб ТЭЦ г. Северска, 2014 г. (данные рентгеновской дифрактометрии)

Содержание, %	Расстояние от труб, км		
	0,5	1,66	2,91
Аморфная фаза	55,1	51,3	46,9
Минеральная фаза:	44,9	48,7	53,1
Муллит	29,7	17,4	45,4
Кварца	33,6	14,5	37,6
Силлиманит	36,7	н.о.	н.о.
Гисмондин	н.о.	68,5	н.о.
Нитронатрита	н.о.	н.о.	17,1
Пылевая нагрузка, мг/м^2* сут.	938	750	518

Примечание: н.о. - не обнаружено.

Содержание кварца и муллита в пробах на расстоянии 1,66 км от трубы резко уменьшается, затем с увеличением расстояния (2,91 км) содержание данных минералов резко возрастает (табл.2). Резкое увеличение содержание кварца и муллита возможно связано с дополнительными факторами, влияющими на минеральный состав. Такими факторами могут быть пыление находящегося на территории ТЭЦ золошлакохранилища. Сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ во главе с профессором Арбузовым С.И. проводились исследования данного золошлакохранилища, которые показали наличие в нем различных по типу и размерам сферул [неопубликованные данные, отчетные материалы по госзаказу]. Муллит входит в состав

алюмосиликатных сферул, образующихся в результате сжигания угля и содержащиеся в золе уноса угольных ТЭЦ [5]. Это подтверждается нашими результатами изучения проб твердой фазы на электронном сканирующем микроскопе. По данным электронной микроскопии, состав пробы, отобранной на расстоянии 1,66 км, представлен минеральными и техногенными частицами. Сферические техногенные образования, т.е. микросферулы, состоят из Ca, Ti, Fe, Ba, Ca. Определены микросферулы, относящиеся к крупным (размером от 2,5 до 10 мкм) и мелким (размером менее 2,5 мкм) частицам согласно классификации [13]. В пробе обнаружено значительное количество оксидных минеральных форм, таких как оксиды Zn, Fe, Ca размером от 0,5 до 10 мкм, вероятно образующиеся во время сжигания угля и поступающие с выбросами в атмосферный воздух. Мелкие частицы способны проникать при дыхании в легкие и достигать альвеол, вызывая респираторные заболевания [13]. Хроническое поступление вызывает накопление частиц с металлами в легочной ткани. Крупные частицы в основном влияют на развитие респираторных заболеваний [13].

В результате исследования было выявлено, что в северо-восточном направлении от ТЭЦ г. Северска сформирован очень высокий уровень загрязнения и опасная экологическая ситуация. Выбрасываемые твердые частицы содержат минеральные и техногенные фазы различного размера, способные оказывать негативное воздействие на респираторные органы человека. В связи с этим рекомендуется установка дополнительного пылеулавливающего оборудования для снижения количества выбросов в атмосферный воздух.

Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г.Новосибирска) // Геоэкология, 2009. — №6. — С. 515-525.
2. Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды / Москва, 1990. — 335 с.
3. Годовой отчет ТВЭЛ за 2015 г.[Электронный ресурс]. — Электрон. Текстовые дан. — Москва, 2015. — Режим доступа: http://www.tvel2015.ru/ru/section_0_0/ , свободный.
4. Касимов Н.С, Кошелева Н.Е., Власов Д.В. и др. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // Вестник Московского университета, 2012. — №4. — С. 14-24.
5. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. — Ростов-на-Дону: Изд-во Северо-Кавказский научный центр высшей школы, 2002. — 295 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. — М.: Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии Редких элементов, 1982. —112 с.
7. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. — Москва, 2010. — №4. — С.87-99.
8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
9. Селюнина С.В., Петров Б.А., Цапок П.И. Заболеваемость населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов городских предприятий теплоэнергетики // Вятский медицинский вестник, 2005. — №2. — С. 64-67.
10. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Шахова Т.С. и др. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета, 2016. — №10. — С.116-130.
11. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. и др. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г.Томска // Фундаментальные исследования, 2013. — №8(3). — С. 760-765.
12. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. — 2004. — №5. — С.69-78.
13. Pope C.A., Dockery D.W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. — 2006, Vol. 56 (6). — P. 709 — 742.

ИЗУЧЕНИЕ БУРОВОГО ШЛАМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Мех

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В процессе освоения месторождений нефти, при бурении нефтяных скважин образуется большое количество бурового шлама, который является отходом 4-5 класса опасности, и оказывает непосредственное влияние на окружающую среду.

При проведении разведочных работ или эксплуатации месторождения производится отбор проб горных пород, отходов бурения с целью определения содержания ценных элементов, либо для исследования вещественного состава данных проб и их технологических свойств.

Подобного рода пробы предназначены для определения химического и минералогического состава, форм проявления ценных элементов, химического состава минералов и др. В зависимости от поставленной задачи минералогические пробы могут быть изучены с разной степенью детальности.

Целью работы является определение минералогического состава бурового шлама методом сканирующей электронной микроскопии, а также получение изображения поверхности образца с большим разрешением, которое позволит исследовать общий характер структуры объекта. Кроме того, ряд дополнительных методов позволит получить информацию о химическом составе приповерхностных слоев анализируемых проб.

В 2016 году в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ был проведен рентгеноструктурный анализ проб бурового шлама нефтяных месторождений Томской области. Исследование показало наличие в каждой пробе кварца, мусковита и альбита. Кварц и мусковит имеют максимальную долю в составе БШ. Наличие такой минеральной ассоциации во всех пробах БШ указывает на схожий состав исходных вмещающих пород.

В результате рентгеноструктурного анализа в составе исследуемого бурого шлама были определены породообразующие минералы - это кварц, иллит, альбит, мусковит, ортоклаз, каолинит, клинохлор, карлинит.

Особый интерес для изучения состава веществ представляют методы микроскопии. Данные методы позволяют не только выявлять индивидуальные объекты путем регистрации их размерных параметров, а также получать их изображения.

С помощью сканирующей электронной микроскопии был проанализирован буровой шлам нефтяных месторождений Томской области – Первомайского, Катыльгинского и Южно-Черемшанского. Изучение исследуемых проб проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) HitachiS-3400N с ЭДС BrukerXFlash 4010.

В ходе исследования были сняты спектры минералов и сделаны снимки в режиме обратно рассеянных электронов, получены следующие результаты:

При анализе БШ с Первомайского месторождения были выявлены минеральные формы: среди алюмосиликатной матрицы, встречаются различные модификации пирита, галенита, силикаты свинца, а также силикаты урана, в составе которых высокое содержание урана, кислорода и кремния.

Найденны в пробе такие элементы, как мышьяк и свинец при электронной микроскопии рентгеноструктурным анализом, подтверждаются проведенным ранее химическим анализам.

Следует отметить, что за исключением оксида кремния и алюминия, матрица включает в себя такие элементы как Na, Mg, Fe, K. Такой элементный состав соответствует породообразующим минералам иллиту и альбиту, определенных ранее с помощью рентгеноструктурного анализа на дифрактометре. Размер найденных минеральных фаз варьируется от 4 до 12 μm.

Следующий исследованный образец БШ с Катыльгинского месторождения, находящегося ближе остальных к Первомайскому.

Основной фон представлен алюмосиликатной матрицей, в исследуемой пробе отмечен минерал альмандин, относится к силикатам, группы гранатов. Снимки в режиме обратно рассеянных электронов показали наличие следующих спектров минералов: пирит, циркон, барит, гематит. Размер найденных минеральных фаз варьируется от 0,8 до 15 μm.

Образец пробы БШ с Южно-Черемшанского месторождения, территориально наиболее удален от первых двух месторождений.

Снятые спектры минералов и сделанные снимки в режиме обратно рассеянных электронов показали наличие следующих минералов: циркона, барита, гематита. Кристаллы циркона были найдены как в алюмосиликатной матрице, так и цельными кристаллами. Размер найденных минеральных фаз варьируется от 2,5 до 160 μm.

Выявлен минерал - монацит, размер порядка 5 μm. Моноцит содержит в своем составе редкоземельные элементы, что хорошо просматривается по спектру.

Также в ходе анализа были выявлены минералы – ильменит и псевдорутил, размеры которых варьируется от 20 до 35 μm. Псевдорутил отличается повышенным содержанием титана относительно железа.

Найденная в образце слюда – мусковит, входит в число породообразующих минералов, что подтверждает данными ранее проведенного рентгеноспектрального анализа на дифрактометре.

В ходе проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Определение минерального состава с помощью сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурным анализом показало наличие минералов, в составе которых отмечаются выше указанные химические элементы: As, Pb, Ba, Fe, Ti, Zr, Mn. Это подтверждается результатом атомно-эмиссионного анализа образцов бурового шлама.

Результаты сканирующей микроскопии подтверждают данные ранее проведенного рентгенноструктруного анализа – исследуемые образцы состоят из алюмосиликатной матрицы. За исключением оксида кремния и алюминия, матрица включает в себя такие элементы как Na, Mg, Fe, K. Такой элементный состав соответствует породообразующим минералам иллиту, мусковиту и альбиту.

В результате проведенного исследования были получены данные о минералогическом и химическом составе проб бурового шлама нефтяных месторождений Томской области, а также подтверждены результаты ранее проведенных исследований методами атомно-эмиссионной спектрометрии и рентгеноструктурным анализом.

Следует отметить, что методы сканирующей электронной микроскопии с применением рентгеноструктурного анализа и рентгеноструктурный анализ на дифрактометре, являются взаимодополняющими.

Литература

1. Власов А. И. Электронная микроскопия: учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Ел- суков, И. А. Косолапов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 168 с.
2. Кузнецова, Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ [Текст]: методические указания / Г. А. Кузнецова. - Иркутск: ИГУ, 2005. - 28 с

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЧИСТКЕ ПОЧВ ОТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. Ю. Мишанькин
Научный руководитель доцент А. Н. Третьяков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время, ввиду стремительного развития промышленности, широкое распространение получило загрязнение почвенного покрова. Почва, представляющая собой одну из депонирующих сред, активно аккумулирует в себе антропогенные загрязняющие вещества, в число которых входят и радиоактивные химические элементы.

Необходимо отметить, что восстановление почв, подвергшихся радиоактивному загрязнению, является довольно дорогостоящим и сложным процессом. Кроме того, почвенный покров после восстановления не получает утраченное плодородие, что влечёт за собой особенно негативные последствия в районах, занятых сельскохозяйственными угодьями [2].

Наиболее перспективным методом для очистки почв в промышленно развитых странах на сегодняшний день считается фиторемедиация (фитоэкстракция) – удаление различных токсикантов из почв с помощью метаболического потенциала растений.

Важной особенностью фиторемедиации является сохранение первоначальной целостности почвенного покрова и естественного плодородия почв.

Механизм поглощения и перемещения по тканям растений поллютантов пока не выяснен полностью. Но можно предположить, что накопление ионов различных веществ-загрязнителей является проявлением попытки растения защитить жизненно важные структуры от отравления.

Растения для фиторемедиации отбираются экспериментальным путём, с учётом особенностей как самих растений, так и почвенного участка, который подлежит реабилитации (таблица 1) [1].

Таблица 1

Растения, используемые для фитоэкстракции тяжёлых металлов [1]

Растение	Тяжёлый металл
Brassica juncea (Горчица сарептская)	Pb, Cr (VI), Cd, Zn, Ni, Cu, Se, B
Medicago sativa (Люцерна посевная)	Pb, Zn, Ni, Hg
Thlaspi caerulescens (Ярутка лесная)	Ni, Zn
Festuca arundinacea Alta Populus (Овсяница тростниковая)	As, Cd
Hibiscus cannabinus (Гибискус коноплёвый)	Se
Alyssum wulfenianum (Бурачок Вульфена)	Ni
Helianthus annuus (Подсолнечник однолетний)	Cs, Sr

В данной научной работе в качестве растения-гипераккумулятора радиоактивных элементов использовалась горчица салатная (Sinapis alba) - однолетнее масличное растение из семейства капустных (крестоцветных), отличающееся коротким вегетационным периодом [2].

Выбор данного растения сделан на основании изучения литературных источников, а также вследствие

широкоизвестных фиторемедиационных способностей горчицы.

Целью научной работы являлось выявление фиторемедиационного потенциала горчицы салатной по отношению к радиоактивным веществам.

На первой стадии исследований было выяснено, что горчица салатная действительно обладает способностью аккумулировать радиоактивные вещества.

В ходе исследования использовался садовый (рассадный) почвогрунт. В качестве радиоактивного загрязнителя применялся водный раствор азотнокислого урана-238, с концентрацией урана 4,1 мг/л. Горчица была посажена в трёх ёмкостях с обыкновенным почвогрунтом (фон), почвогрунт в других трёх ёмкостях перед посадкой семян был пропитан раствором урана.

После достаточного укоренения растений и появления зелёной массы были выполнены анализы почвогрунтов и золы растений, обработка данных и сравнение с фоновыми значениями. Результаты анализов показали интенсивное накопление урана растительной массой, вследствие чего концентрация данного химического элемента в почвогрунте уменьшилась.

На следующем этапе исследований при схожих условиях рост и развитие растений происходили в течение четырёх месяцев при регулярном поливе.

Затем растительность была удалена (отдельно корни, стебли и листья), а почвогрунт для последующего анализа на определение концентрации урана-238 был отправлен на пробоподготовку.

Для выявления характера миграции радиоактивного загрязнителя по почвенному профилю весь слой почвогрунта был разбит на три горизонта (от поверхности): 1 – от 0 до 2,5 см; 2 – от 2,5 до 5,5 см, 3 – от 5,5 до 8 см. С каждого горизонта было отобрано по две пробы.

Подготовка проб почвогрунтов к анализу включала в себя несколько стадий.

На первой стадии проводилось просушивание проб почвогрунтов в специальном сушильном шкафу (при температуре около 100 °С) и их озоление в муфельной печи (при температуре 250 – 600 °С) с целью удаления органических компонентов.

На второй стадии пробоподготовки для экстракции урана из почвогрунта сначала в каждую пробу заранее определённой массы добавлялась концентрированная фтороводородная (плавиковая) кислота, при этом происходила химическая реакция силикатов, содержащихся в почвогрунте, с кислотой. После окончания химической реакции (удаления силикатов из пробы) проводилось выпаривание фтороводородной кислоты, при этом проба доводилась до состояния пасты. Выпаривание проводилось при температуре 100 °С и занимало примерно 1,5 часа.

На третьей стадии, после остывания пасты, в пробу 3 раза подряд добавлялась концентрированная азотная кислота определённого объёма. Далее проводилось нагревание пробы до полной отгонки азотной кислоты.

На заключительной четвёртой стадии к остывшим пробам добавлялось небольшое количество дистиллированной воды и проводилась фильтрация при помощи мембранного вакуумного насоса.

Соотношение реагирующих компонентов было установлено методами относительного выхода Старика-Барбанеля, сдвига равновесия и изомолярных серий.

Анализ содержания урана проводился на спектрофлуориметре «Флюорат-02 - панорама» (спектрофлуориметрический метод анализа) согласно нормативной методике [3].

Для непосредственного анализа готовились пробы, состоящие из 0,5 мг полисиликата натрия, 0,5 мг отфильтрованного почвенного раствора и 5 мг воды каждая.

Усреднённые результаты анализов проб почвогрунта (по двум пробам) с трёх горизонтов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Усреднённые концентрации урана-238 в почвогрунте после удаления растительности

№ почвенного горизонта	Концентрации урана-238 в почвогрунте, мг/кг	Начальная концентрация урана-238 в почвогрунте, мг/кг
1	21,46	8,68
2	10,34	
3	1,42	

Высокие концентрации радиоактивного загрязнителя в первых двух горизонтах вызваны, вероятно, большим количеством органических компонентов, содержащих в себе уран-238.

Кроме того, сходным методом были определены концентрации урана-238 в золе листьев растений, а также в золе корней и стеблей (таблица 3).

Таблица 3

Содержание урана-238 в золе различных частей растений

Часть растения	Концентрация урана-238 в золе, мг/кг
Листья	3,29
Стебли + корни	3,06

Также рассчитывался такой геохимический показатель, как коэффициент озоления (таблица 4), представляющий собой отношение массы золы растений к массе сухого вещества.

Таблица 4

Коэффициенты озоления растительности

Часть растения	Коэффициент озоления
Листья	0,38
Стебли + корни	0,09

Таким образом, в ходе работы у горчицы салатной была экспериментально выявлена способность накапливать уран-238.

Результаты анализа золы растений показали, что уран накапливается в листьях и стеблях с корнями практически в одинаковой степени, т.е. осуществляется его активная транслокация в надземные органы растений.

При исследовании вертикального распределения урана по почвенным горизонтам получены данные о наибольшем концентрировании урана в верхнем горизонте, что связано с большим количеством органических компонентов (элементов корней растений) вверху почвенного профиля.

В целом, в рамках работы были отработаны технологии пробоподготовки и анализа проб почвогрунтов и растительности на содержание урана – 238, с использованием нормативных методик.

Литература

1. Квеситадзе Г. И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. – М.: Наука, 2005. – 199 с.
2. Мартьянычев А. В. Применение фиторемедиации почв для очистки земель сельскохозяйственного назначения // Вестник НГИЭИ. – 2012. – Т.1. - № 10. – С. 56, 60.
3. ПНД Ф 14.1: 2:4.38-95. Определение урана в воде.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. Д. Моисеенко
Научный руководитель О. Б. Меженная, доцент
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Почвы прямо или косвенно дают человечеству 95% еды. Около 1/3 нашей еды становится отходами, при этом почти половину отходов домашних хозяйств можно перерабатывать в компост, питающий почвы.

К 2050 году население Земли превысит 9 млрд. человек, сельскохозяйственное производство во всем мире увеличится примерно на 60%. Почвы являются средой обитания порядка 1/4 всех биологических видов нашей планеты. В одной чайной ложке здоровой почвы больше живых организмов, чем людей на планете Земля. 33% почв во всем мире деградированы (от умеренной до сильной степени) вследствие эрозии, засоления, уплотнения, закисления, химического загрязнения и истощения питательных веществ. Каждый год Земля теряет 24 млрд. тонн плодородной почвы. Каждый час в Европе расширяющиеся города захватывают 11 гектаров почв. Изменения в землепользовании и осушение органических почв в целях их обработки являются причиной порядка 10% всех выбросов парниковых газов. Рациональное использование почвенных ресурсов (повышение содержания органического вещества почвы, поддержание растительности на поверхности почвы, грамотное использование питательных веществ, содействие организации севооборотов, борьба с эрозией) может повысить урожайность в среднем на 58%.

Климатические и литолого-геоморфологические условия Беларуси обусловили развитие в основном подзолистого, дернового и болотного почвообразовательных процессов в чистом виде или их сочетании. Преобладающими генетическими типами почвообразующих пород являются моренные, водно-ледниковые, эоловые, современные и древне-аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения. Механических состав их достаточно разнородный, однако среди пахотных угодий преобладают породы супесчаного состава – 42,5 %, суглинистые составляют 37,6 %, песчаные – 13,6 % и торфяные – 6,3 %.

Использование земель зачастую сопровождается негативными последствиями, влекущими за собой разрушение, деградацию или загрязнение почвенного покрова. Масштабное загрязнение почв произошло в результате аварии на Чернобыльской электростанции.

В последние годы значительно снизилась эффективность эксплуатации мелиоративных систем, происходит ухудшение состояния осушенных земель. Поэтому основным направлением мелиорации земель является реконструкция и модернизация технически устаревших мелиоративных систем или их отдельных элементов.

Изучение и отслеживание загрязнения почв осуществляется с помощью мониторинга загрязнения почв. Основной целью мониторинга являются сбор, анализ и обобщение информации о состоянии почв, изменении свойств почв под воздействием хозяйственной деятельности. оценка и прогноз состояния почв для разработки экологически обоснованных рекомендаций по их рациональному использованию и охране. Мониторинг осуществляется по 17 основным показателям: кислотность, пестициды, тяжелые металлы, сульфаты, нитраты, нефтепродукты и др. [3]

По итогам мониторинга почв на территории Республики Беларусь и результатам экологических исследований наибольшую степень химического загрязнения почв наблюдается в городах и прилегающим к ним территориям, вдоль полос автомобильных дорог, на участках земель с объектами размещения отходов, на землях сельскохозяйственного назначения. Площадь территорий с опасным уровнем загрязнения почв в

городах оценивается в 78 тыс. га, в зонах влияния полигонов отходов – в 2,5 тыс. га. 22% территории Республики загрязнено радиоактивными веществами. Среди основных веществ, загрязняющих почву находятся: тяжелые металлы, нефтепродукты, нитриты, сульфаты, хлориды, радионуклиды. В то же время недостаточной является информация о загрязнении почв полициклическими ароматическими углеводородами, полихлорированными бифенилами, другими загрязняющими веществами.

Мониторинг окружающей среды проводится по следующим направлениям:

- мониторинг почв населенных пунктов и промышленных зон;
- мониторинг загрязнения почв придорожных полос автодорог республики;
- мониторинг фонового загрязнения почв;
- мониторинг загрязнения почв сельскохозяйственных угодий остаточными количествами хлорорганических пестицидов.

Объектами исследования являются 1792 пункта наблюдений на землях сельскохозяйственного назначения, населенных пунктов, промышленности и транспорта.

На территории 44 городов проводится мониторинг почв населенных пунктов и промышленных зон – областные центры, города с населением 50 и более тыс. человек, а также города с населением менее 50 тыс., в которых сосредоточены крупные промпредприятия (Кричев, Белоозерск, Новолукомль (и зоны влияния выбросов Белозерской и Лукомской ГРЭС), Волковыск, Калинковичи, Лунинец, Костюковичи и др.). В общей сложности - 1494 пунктов наблюдения, расположенных в различных функциональных зонах городов.

Мониторинг загрязнения почв полос, которые находятся вдоль автодорог республики, проводится на 23 почвенных профилях (92 пункта наблюдения) в зонах влияния автомобильных дорог республиканского значения с разной интенсивностью движения транспортных средств и продолжительностью эксплуатации дорог не менее 20 лет. Почвенные профили заложены на открытых ландшафтах (без зеленых защитных изгородей) в луговых биогеоценозах с равнинным рельефом и однородным почвенным покровом без выраженного микрорельефа перпендикулярно автодорожной полосе. Пробы берут на расстоянии 5, 10, 25 и 75 м от автомобильной дороги.

Мониторинг фонового загрязнения почв проводится на сети, которая включает 90 пунктов наблюдений. Эти пункты распространены по всей территории республики на значительном расстоянии от источников загрязнения и, в основном, расположены в луговых биогеоценозах с ненарушенным почвенным покровом.

Мониторинг загрязнения почв сельскохозяйственных угодий остаточными количествами хлорорганических пестицидов проводится в 29 районах всех областей республики. Наблюдения проводятся в 116 пунктах наблюдения на пахотных землях, которые предназначены для сельскохозяйственного использования.

Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 3-5 лет, в зависимости от принадлежности и назначения земель, их функционального использования. По назначению земель определяется перечень исследуемых загрязняющих веществ.. Химико-аналитические испытания проводятся по 29 элементам(общее содержание и подвижные формы тяжелых металлов, сульфаты, нитраты, нефтепродукты, хлорорганические пестициды и бензо(а)пирен). Все работы по отбору проб почвы проводятся силами 41 подразделения Департамента по гидрометеорологии, а их химико-аналитические испытания – Центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды, Могилевоблгидрометом и лабораторией физико-химических измерений и методических разработок ГУ РЦАК по аттестованным методикам, которые применяются в деятельности лабораторий экологического контроля.

В целях борьбы с ухудшением состояния почв осуществляется государственный контроль за использованием и охраной земель. Государственный контроль проводится для того, чтобы все граждане, индивидуальные предприниматели и юридические лица соблюдали установленный порядок пользования землями, земельными участками, а так же не отходили от правил и норм, предусмотренных законодательством об охране и использовании земель.

В целях борьбы с эрозией почв применяется система противоэрозионных мероприятий организационно-хозяйственного, агротехнического, лесо- и гидромелиоративного характера. На территории Республики Беларусь противоэрозионные мероприятия проведены на площади более 600 тыс. га. Однако в последние годы их объемы резко сократились [1].

Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь осуществляет государственный контроль за использованием и охраной земель. Контроль осуществляется так же Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и их территориальными органами, иными государственными органами, должностными лицами в соответствии с настоящим Кодексом и иными актами законодательства. За порядком осуществления государственного контроля, использованием и охраной земель следит Совет Министров Республики Беларусь.

Министерство природы осуществляет деятельность по обеспечению рационального использования и охране земельных ресурсов. В результате деятельности осуществляется комплексный подход к планированию и использованию земель, совершенствование системы прогнозирования и планирования земельного кадастра и мониторинга. Так же осуществляется организация экологического контроля за соблюдением норм, порядков и технологий сельскохозяйственного производства, с осуществлением мероприятий по сохранению торфяных почв и предотвращению процессов их минерализации, выведении из сельскохозяйственного применения и облесении малопродуктивных земель, использование которых в сельскохозяйственном производстве является нерациональным [2].

Данные мониторинга загрязнения почв используются для принятия решений и мер по оптимальному внесению химических препаратов в почвы, по рациональному размещению объектов строительства использованию почв в «зеленом строительстве», для оценки степени загрязнения почв хозяйственных объектов и выделения санитарных

и санитарно-защитных зон, как начальные данные при разработке предельно-допустимых концентраций загрязнителей в почве.

Литература

1. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ [Электронный ресурс]/ URL: http://rad.org.by/monitoring/soil.html -Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнениях , на 2007 – 2010 годы и на период до 2028 года/ Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Глобальный экологический фонд, Всемирный банк. – Минск: Белсэнс, 2006. – 200 с.
2. Состояние окружающей среды Республики Беларусь: Нац. докл./Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, НАН Беларуси, «Белорусский научно-исследовательский центр «Экология». – Минск: ОДО «ЛОРАНЖ-2», 2012. – 96 с.

РЕСУРСЫ И РЕСУРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Б.З. Муродов
Научный руководитель доцент З.М. Сатторов
Ташкентский архитектурно строительный институт,
г. Ташкент Республика Узбекистан

Ресурсов земли, как правило, определяется как «возобновляемые источники» или «невозобновляемыми». Возобновляемые ресурсы являются те, которые могут быть возобновлены или регулярно собирают, например, древесины для строительства или льняного семени для льняного масла. Эти ресурсы являются возобновляемыми, пока правильные условия для производства сохраняются. Прореживание озонового слоя является примером того, как условия для большинства возобновляемых ресурсов может быть резко изменен. Все возобновляемые ресурсы имеют фотосинтез общего. Было подсчитано, что человек использует 40 процентов фотосинтетической активности земли. Невозобновляемые ресурсы являются те, которые не могут быть возобновлены за счет сбора, например: железная руда, сырая нефть возобновляют себя очень медленно. Многие из них серьезно ограничены - металлы и нефть являются наиболее эксплуатируемыми, но в некоторых регионах материалы, такие как песок и агрегаты также становятся редкими. Ориентировочно размеры различных запасов сырья приведены в таблице, хотя есть много различных оценок. Все, однако, совершенно ясно, о том, что многие из наиболее важных ресурсов будут исчерпаны в ближайшее время. Пресная вода является ресурсом, которая не может быть описана либо как возобновляемый или невозобновляемый ресурс [1].

Таблица

Существующие запасы сырья

Сырье	Статистический резерв (лет)
Минеральная	
Совокупный песок и гравий	Очень большой
Мышьяк	21
Бокситов	220
Соли борной	295
Кадмий	27
Хром	105
Клей для обстреляли продукты	Очень большой
Медь	36
Земля, штампованные	Очень большой
Золото	22
Гипс	Очень большой
Железо	119
Свинец	20
Известь	Очень большой
Минеральные соли	Очень большой
Никель	55
Перлит	Очень большой
Кварцевый	Очень большой
Кремнезем	Очень большой
Камень	Очень большой
Сера	24
Олово	28
титан	70
Цинк	21
Ископаемое	
Углерод	390
Природный газ	60
Масло	40

Источник: Всемирный институт ресурсов.

Общее количество воды постоянна, если мы видим, как земной шар в целом, но это не представляет резкий недостаток воды во многих регионах. Эта особенно в случае чистой воды, что не является необходимым только в производстве продуктов питания также имеет важное значение в большинстве отраслей промышленности. Вода часто используется в промышленности во вторичной процессы, например в качестве охлаждающей жидкости, а затем возвращается к природе, загрязненная и с более низким содержанием кислорода. Используемые и менее удобны ресурсы. Это тоже нормально, чтобы разделить ресурсы на «использовать» и «менее годный к употреблению». Кора земли содержит бесконечное количество руды. Проблема извлечения руды является вопрос экономии, имеющиеся технологии, побочные эффекты на ландшафт и окружающую среду и потребление энергии [2].

Примерно в 1900 году было подсчитано, что сделать извлечение меди и сплавов жизнеспособный процесс, должен быть не менее 3 процентов меди в руде; к 1970 году уровень упал на 0,6 процента.

Ресурсы, которые было неэкономично извлекать в прошлом, могут стать полезными; например: более высоко развита технология добычи камня, дал бы этот материал новый старт для использования в строительстве. Сумма полезной и менее используемые ресурсы также называются «сырьевые ресурсы», в то время как используемые ресурсы называемые «запасы сырья».

Есть также случаи, когда разработанная технология оказывает негативное влияние на добычу сырья; например технологическое развитие в лесной промышленности. Только с помощью лошади, что можно получить древесину из такого леса, но это редко путь современной лесной промышленности, несмотря на то, что оно вызывает наименьшее повреждение леса. Таким же образом, современные технологии не могут справиться с небольшие месторождения металлических руд - современная добыча нуждается в больших количествах руды, чтобы сделать его экономичным.

Политические ситуации могут также повлиять на доступность сырья. Гражданская война в Заире увеличил цену кобальта на 700 процентов, как Заир крупнейшие в мире по кобальта. Точно так же цена на нефть была затронута войной в Персидском заливе. Объединенный Государственный департамент внутренних дел составил список «критических» минералов. Так же как кобальт, он также включает в себя бокситов для производства алюминия, меди, никеля, свинца, цинка, марганца, и железо; иными словами, большинство металлов.

Материальные ресурсы. Строительная отрасль является крупнейшим потребителем сырья в современном мире после того, как производство продуктов питания. Главный принцип направляющее на будущее должно быть радикальным (Рисунок).



Рис. 1. Цикл материалов

Рис. Цикл материалов

Сокращение использования сырья. Лучше всего применяется к менее распространенным не возобновляемых ресурсы. Другим важным аспектом является уменьшение потери ресурсов в процессе производства, строительный процесс и в течение всей жизни законченного здания. Повторное использование материалов должны быть разработаны таким образом, чтобы материалы могут быть предметом заботы на их первоначальном уровне качество, а не вниз циклическое. Современная технология в первую очередь направлена вверх для крупномасштабной эксплуатации, есть определенные области эксплуатации. Повышенное внимание к неиспользуемым ресурсов и отходов производства ресурсы, которые не были ранее классифицированы как неэкономично или никогда не использовали, может переоцениваться. Примерами таких ресурсов являются сжатые земли в качестве строительного материала, волокна из морских водорослей в качестве изоляционного материала, более широкое использование древесины из лиственных пород деревьев.

В качестве вывода можно сказать, что раскопки невозобновляемые ресурсные материалы непосредственно оказывает влияние на охраны окружающей среды, как понижение уровня грунтовых вод, повреждение местных экологических систем.

Литература

1. Neil S. Grigg (2003) Water, waste water, and storm water infrastructure management. USA - p. 243.
2. Roland Clift, Angela Druckman Editors (2016) Taking Stock of Industrial Ecology. Springer Cham Heidelberg, New York, Dordrecht, London - p. 362.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б.З.Муродов
Научный руководитель доцент З.М.Сатторов
Ташкентский архитектурно строительный институт,
г.Ташкент, Республика Узбекистан

Основным фактором долговечности строительных материалов является климат. Климат регулирует срок службы материала. В долговечности строительных материалов климат в нижеследующем образом влияет: солнечная радиация, температура, давление воздуха, влажность воздуха, ветер и дожди, химические вещества.

Солнечная радиация. Ультрафиолетовое излучение от солнца ухудшает органических материалов путем установки от химических реакций внутри материала и производить окисления. Этот эффект сильнее в горных районах, где интенсивность ультрафиолетового излучения выше, и также увеличивается по мере продвижения дальше на юг.

Температура. Старое правило говорит нам о том, что скорость химической реакции удваивается на каждые 10°C повышения температуры. Более высокие температуры увеличить ухудшение органических материалов. Выбросы формальдегида из древесно-стружечной плиты с помощью клея на основе мочевины удваивается с каждым 7°C ростом температуры. Теплота также стимулирует процессы ухудшения в сочетании с солнечной радиации, кислорода и влаги. При низких температурах материалы, такие как пластика и резины замораживанию и крошатся. Внешний вид пористая низкого обжига кирпича длится всего пару зим в Северной Европе - в форуме в Риме тот же кирпич длилась 2000 лет! Цикл замораживания и оттаивания является решающим фактором для наиболее пористых минеральных материалов. Прибрежный климат севера тоже очень вредно. Широкие изменения температуры деформации материала, даже без мороза, и будет привести к его ухудшению.

Давление воздуха. Давление воздуха влияет на объем и напряженность внутри материалов, которые имеют закрытая структура пор, например, пеностекла и различных пластиковых изоляционных материалов. Герметичные окна будет также реагировать. Изменения размера, которые происходят, имеют тот же эффект, что и температура изменения.

Влажность воздуха. Изменение ухудшения эффектов влажности, вызывая изменения в объеме и напряжение в материале. Повышенная влажность увеличивает износ. Вот почему производство музыкальных инструментов, таких как фортепиано и скрипки может иметь место только в помещениях с постоянным содержанием влажности воздуха. Те же условия должны также быть применены к другим интерьеров, чтобы уменьшить износ облицовочных материалов и улучшить чистка. Мочевина на основе ДСП, упомянутых выше, удваивает свои выбросы с увеличением 30-70 процентов относительной влажности.

Ветер и дожди. В худшем, когда оба ветра и дождя приходят одновременно. В этот случай сырости может заставить свой путь в материал и начать процесс ухудшения. Сильные ветры вызывают давление на материалы, которые могут даже привести к разрушению или коллапса. В сочетании с песком, ветер может оказать разрушительное воздействие на некоторые материалы. Вес снега может также разрушить структуры.

Химические вещества. Вдоль побережья содержание соли в воздухе может вызвать коррозию пластмасс, металлов и не которые полезные ископаемые. В промышленных и застроенных районах и вдоль дорог, агрессивные газы, такие как Диоксид серы может разрушить множество различных материалов. Бетон страдает от так - называемый “конкретная болезнь”, где содержание кальция разрушенный в агрессивных окружающих средах. Это также происходит с некоторыми типами. Естественный камень - как засвидетельствовано в ухудшении многих древних памятников из-за современного загрязнения.

Долговечность в перспективе глобального нагревания. Глобальное изменение климата - вероятно самая большая угроза, перед которой мы сегодня стоим (рис. 1). Широкий диапазон газов оранжереи должен быть рассмотрен. Углеродистый диоксид включает более чем половину всех эмиссии газа оранжереи [1].

Репрезентативные траектории концентраций

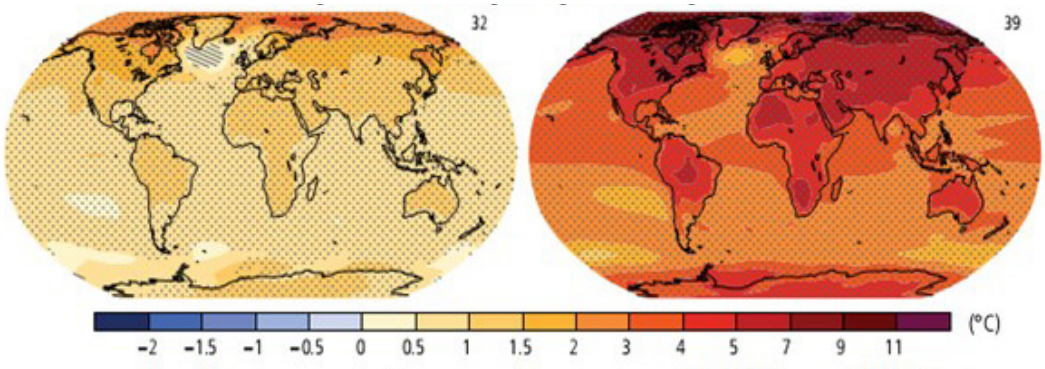


Рис. 1. Изменение средней призменной температуры (с 1986-2005 гг. по 2081-2100 гг.) Три основных антропогенный источника этих газов климата производство энергии, химическая промышленность и

ненужные циклы. Из них, энергия имела отношение, источники доминируют. Они происходят главным образом от топлива окаменелости сгорание в электростанциях и транспортном секторе.

Глобальное нагревание изменит поведение материалов знаменательно. Большинство регионов может ожидать увеличенные температуры и в частности периоды более чрезвычайной высокой температуры. Много регионов как ожидается, станут более влажным. Это будет часто происходить в комбинации с увеличенным ветры. Эти обстоятельства ускорят распад в пористом камне, бетоне и материалах предоставления. Нормы коррозии в металлах увеличатся (рис. 2).

Репрезентативные траектории концентраций

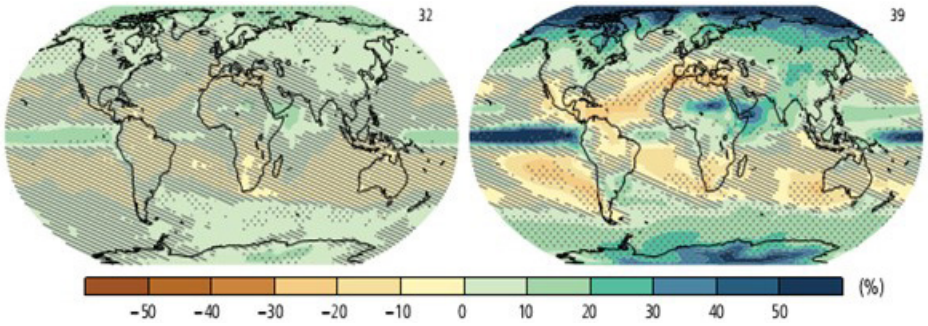


Рис. 2. Изменение среднего количества осадков (с 1986-2005 гг. по 2081-2100 гг.)

Репрезентативные траектории концентраций

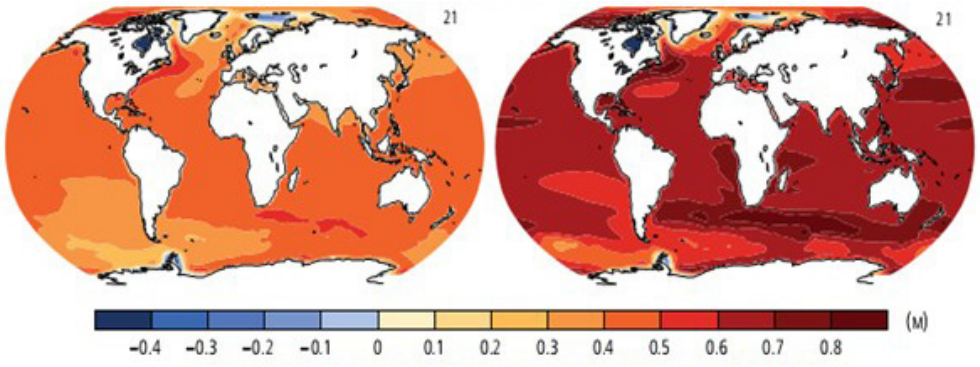


Рис. 3. Изменение среднего уровня моря (с 1986-2005 гг. по 2081-2100 гг.)

Мировой океан будет продолжать нагреваться в течение XXI века, при этом самое значительное повышение температуры океана прогнозируется в его поверхностном слое в тропических и субтропических регионах Северного полушария. Ожидается, что к концу XXI века площадь снежного покрова весной в Северном полушарии в среднем по модельному ансамблю, вероятно, сократится на 7%. Весьма вероятно, что к концу XXI века повышение уровня моря произойдет на более чем 95% площади, занятой океаном. Повышение уровня моря зависит от траектории выбросов CO_2, а не только от совокупной суммарной величины; сокращение выбросов, скорее раньше, чем позже, для той же совокупной суммарной величины приведет к более значительному смягчению воздействий на подъем уровня моря. Согласно перспективным оценкам, приблизительно 70% береговой линии во всем мире будет затронуто повышением уровня моря в пределах ±20 % от среднего глобального показателя изменения.

В качестве вывода можно сказать, что здание и материальные решения таким образом должно принять во внимание репрезентативные траектории концентраций климата для любая специфическая регион.

Литература

1. МГЭИК, 2014: Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, 163 стр.

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА

А.Н. Николаенко

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

По данным Департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области, наибольшее загрязнение атмосферного воздуха отмечается в районах размещения угледобывающих предприятий. К одному из таких районов относится город Междуреченск. Угольные предприятия располагаются на правом и левом берегах р. Уса и р. Томь в 5–20 км от черты города. Здесь расположены шахты и угольные разрезы, которые находятся в непосредственной близости от городской черты. На угольных разрезах круглосуточно ведутся выемочно-погрузочные и буровые работы, а также 1 раз в неделю производятся массовые взрывы горных пород. При преобладании юго-западных ветров большая доля загрязняющих веществ, которые являются весьма токсичными и опасными для здоровья людей, достигает и осаждается на территории города [1].

Целью настоящего исследования было выявить уровень пылевой нагрузки в районах расположения крупных угольных предприятий, на примере г. Междуреченска. При этом, в качестве надежного индикатора загрязнения атмосферы, рядом исследователей используется снеговой покров, так как он является природным фильтром для многих веществ и элементов и интенсивно накапливает загрязняющие вещества из атмосферного воздуха [2,3,4].

Пробы снега отбирались в период максимального накопления влагозапаса и загрязняющих веществ в феврале 2015 г. на территории города (38 проб) и в феврале 2016 года на угольных разрезах. На территории города использовали площадную систему наблюдения в масштабе 1:80000. Поскольку вблизи города действуют угольные карьеры, то возникает необходимость оценки возможного вклада этих объектов на формирование пылевого загрязнения на территории города за счет ветрового переноса пыли с угольных разрезов и шахт. В случае оценки влияния отдельного промышленного объекта проводят отбор проб по профилям согласно главенствующему направлению ветра [5].

Для решения этой задачи были заложены профиля: от расположенного в юго-западной части от города угольного разреза в сторону города, в северо-восточной части от угольной шахты в сторону города, в юго-восточном направлении в сторону города. На этих профилях выбирали доступные участки для отбора проб, где возможно максимальное накопление пылевых выбросов, переносимых от угольных объектов во время буро-взрывных работ в сторону города, согласно ранее проведенным исследованиям экологов предприятия. Фоновые пробы отобраны в 15 километрах восточнее города, где влияние города и угольных объектов минимально.

Отбор и подготовку проб проводили согласно РД 52.04.186 – 89, а также Методических рекомендаций по оценке загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве №5174-90.

Расчет пылевой нагрузки $P_п$ (мг/м^2·сут) проводился согласно [6, 7] по формуле $Pn = Po/St$, где P_o – масса пыли в пробе (мг; кг); S – площадь шурфа (м^2); t – время от начала снегостава (сут.). В практике [6, 7] используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая; 251-450 – средняя; 451-850 – высокая; более 850 – очень высокая степень загрязнения.

Изучение минерального состава проб твердого осадка снега проводили с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа (Leica EZ4D). В пробах определяли процентное соотношение всех минеральных и техногенных составляющих методом сравнения с эталонными палетками [8].

По результатам исследования, на территории г. Междуреченска величина пылевой нагрузки изменяется от 29 до 246 мг/м^2*сут, среднее значение составило 122 мг/м^2*сут. Данные величины соответствуют низкой степени загрязнения и не опасному уровню заболеваемости [6].

В тоже время величины пылевой нагрузки на территорию города превышают фон (10,5мг/(м^2*сут)) от 4 до 35 раз. Анализ пространственного распределения пылевой нагрузки на территории города, показал, что высокие значения пылевой нагрузки соответствуют центральной и восточной части города, где в жилых квартах расположены большинство угольных котельных с их открытыми угольными складами (рис.). В этих районах города превышения фоновых значений составили от 30 до 35 раз.

Изучение вещественного состава проб с этой части города показало, что они в основном содержат такие неминеральные частицы как частицы угольной пыли (35-55%) и недожжённого угля (15-25%). В пробах, отобранных вблизи котельных, содержание частиц угольной пыли составляет 55-60%, а недожжённого угля – 20-25%. Эти частицы являются типичными выбросами для угольных котельных. Угольная пыль также может поступать за счет ветрового переноса с открытых угольных складов, и во время погрузочно-разгрузочных работ. Кроме того, в пробах выявлено и другие типичные для выбросов угольных котельных частицы - Al-Si-rich-spheres, содержание которых на уровне 10-15%.

Величины пылевой нагрузки в точках, отобранных на угольном разрезе, изменяется от 106,4 мг/м^2*сут до 459, 0 мг/м^2*сут, среднее значение – 270,1 мг/м^2*сут. Такое значение пылевой нагрузки соответствует средней степени загрязнения, умеренно опасному уровню заболеваемости [6]. Пылевые выбросы содержат преимущественно угольную пыль (80 – 90 %) и кварц (10-20 %)

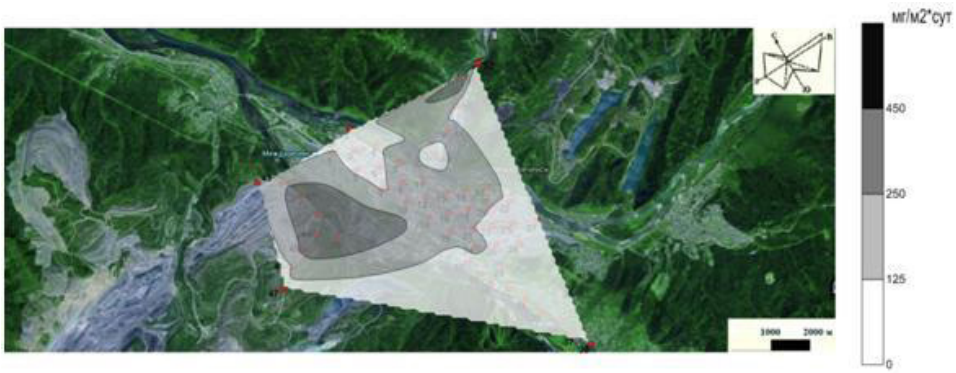


Рис. Схема распределения пылевой нагрузки на территории г. Междуреченска и прилегающей к нему территории, по данным снеговой съемки 2015 - 2016 гг.

По данным МБУЗ «Центральная городская больница» г. Междуреченска за 2013-2014 г.гг., больше всего детей в возрасте от 0-14 и 15-17 лет имеют заболевания органов дыхания. Так, в 2014 году общая заболеваемость среди детей от 0 до 14 лет составила 2008 на 1000 человек населения, заболеваемость органов дыхания – 902 на 1000 чел. населения. При этом зарегистрировано заболеваний с диагнозом впервые в жизни 1901 на 1000 чел. населения, а заболеваний органов дыхания с диагнозом впервые в жизни 960 на 1000 чел. населения в той же возрастной группе. Здоровье населения города зависит от комплексного воздействия факторов, обуславливающих качество жизни. Однако загрязнение атмосферы в результате работы угледобывающих и топливно-энергетических предприятий делают заболевания органов дыхания одной из самых важных социальных и медицинских проблем в городе и регионе.

Литература

1. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения [Электронный ресурс] / Н. А. Осипова, Е.Г.Язиков // Безопасность в техносфере : научный журнал. — 2015. — № 2 . — [С. 16-25]. — Заглавие с экрана.
2. Ettala M, Kukkamäki E, and Tamminen A. 1986. The use of vertical snow sampling as an indicator of some emissions from point sources. Aqua Fennica. 16: 91–108.
3. Sakai H, Sasaki T, and Saito K. 1988. Heavy-Metal Concentrations in Urban Snow as an Indicator of Air-Pollution. Science of the Total Environment. 77: 163-74.
4. Talovskaya AV. 2010. Geochemical characteristic of dust atmospheric precipitations on the Tomsk area. Atmospheric and oceanic optics. 23: 519-24.
5. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000-1:25000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 127 с.
6. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. М.: Недра, 1990.—335 с.
7. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 111 с.
8. Способ определения загрязнённости снегового покрова техногенными компонентами: пат. №2229737 Россия, МПК7 G 01 V 9/00 / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель Томский полит.ун-т. – №2002127851; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004.

ПЫЛЕВАЯ НАГРУЗКА НА ТЕРРИТОРИЮ Г. ЮРГА ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.А. Никулина[1]
Научный руководитель доцент А.В. Таловская[1], старший преподаватель Е.С. Торосян[2]
[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
[2] Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Россия

Введение. Город Юрга – средний по численности город в Сибири, один из промышленных и культурных центров Кемеровской области. Город расположен в северо-западной части Кемеровской области, на левом берегу реки Томь. Промышленность города представлена предприятиями следующих отраслей: машиностроение, металлообработка, производство строительных материалов, пищевая и полиграфическая промышленность. По данным ежегодных госдокладов о состоянии окружающей среды Кемеровской области [2,3] промышленный потенциал города оказывает техногенное воздействие на окружающую среду. Особенностью экономики города является развитый машиностроительный комплекс, поэтому основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в 2012 г. внесло предприятие машиностроения – 6,246 тыс. т. Основным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на предприятии машиностроительного завода является ТЭЦ, работающая на угле Кузнецкого бассейна и газе. Суммарный выброс загрязняющих веществ от предприятия металлургии в 2012 г. составил 1,123 тыс. т., а от производства, передачи и распределении электроэнергии, газа, пара и горячей воды составил 0,547 тыс. т. Предприятия по производству готовых неметаллических изделий внесли 0,132 тыс. т. загрязняющих веществ, выброс от предприятий прочих видов экономической деятельности составил 0,614 тыс. т. загрязняющих веществ. Учитывая воздействие машиностроительного завода как самого крупного источника загрязнения атмосферного воздуха в г. Юрга, можно обозначить приоритетные элементы-загрязнители от этого завода: сажа, пыль неорганическая, зола углей, пыль абразивная, пыль каменноугольная, оксид азота и углерода, сернистый ангидрид [2,3].

В исследовании загрязнения окружающей среды используются естественные планшеты-накопители пылеаэрозольных выбросов. В этом смысле снежный покров как природный планшет-накопитель дает информацию о сухих и влажных атмосферных выпадений в зимний сезон и является хранителем информации о современном техногенном загрязнении, которое еще слабо проявляется в почвенном покрове. Снежный покров позволяет оценить пылевую нагрузку на окружающую среду и выявить пространственные ореолы загрязнения [1, 7]. В городах Сибири использование снежного покрова в качестве индикатора состояния воздуха является актуальным, поскольку здесь период накопления снежного покрова длиться около 5 месяцев [8,9].

В данной работе представлены результаты оценки современного уровня пылевого загрязнения на территории города Юрга по результатам снегогеохимической съемки.

Методика исследований. В конце февраля - начале марта 2016 г. на территории г. Юрга проводили отбор снега для выявления районов города с повышенным уровнем пылевого загрязнения и источников загрязнения. Отбор и подготовку снеговых проб проводили с учетом методических рекомендаций [5,6,7], а также на основе многолетнего опыта эколого-геохимических исследований на территории южной части Западной Сибири [8,9].

Пробы отбирались по регулярной сети с шагом 1 км со сгущением сети в густонаселенных районах города. Пробы отбирали из шурфов на всю глубину снежного покрова, исключая 5-см припочвенный слой. Всего на территории г. Юрга было отобрано 47 проб. Фоновая площадка находилась в районе музея-заповедника «Томская писаница», в 40 км на восток от города. В данном районе было отобрано 5 проб снежного покрова. При отборе проб снега были произведены замеры сторон и глубины шурфа, а также было зафиксировано время (в сутках) от начала снегостава до даты отбора проб. Оттаивание снеговых проб проводилось при комнатной температуре. Для фильтрования снеготалой воды использовался бумажный фильтр «синяя лента». Полученный на фильтре твердый осадок снега также высушивался при комнатной температуре. Разница массы бумажного фильтра до и после фильтрования характеризует массу пыли в пробе.

Масса пыли в пробе снегового покрова является основой для нахождения величины пылевой нагрузки. Расчет пылевой нагрузки проводился согласно методическим рекомендациям [4,5,7] по формуле: $P_n = P_o/S \cdot t$, где P_n - пылевая нагрузка, мг/(м^2·сут); P_o - масса пыли в пробе, мг; S - площадь шурфа, м^2; t - время от даты снегостава до даты отбора пробы, сутки. В практике обычно используется следующая градация по показателям пылевой нагрузки: менее 250 - низкая степень загрязнения; 251-450 - средняя с; 451-850 - высокая; более 850 - очень высокая [5,7]. Данная градация была дополнена [4] по уроню экологического неблагополучия территории: менее 200 - низкий уровень загрязнения и неопасный уровень экологической опасности; 200-300 - средний, умеренно-опасный; 300-500 - высокий, опасный, 500-800 - очень высокий, очень опасный; более 800 - максимальный, чрезвычайно опасный.

Результаты работы и их обсуждение. Анализ полученных данных показал, что величина фоновой пылевой нагрузки составляет 9,6 мг/(м^2·сут), что соответствует фоновым значениям для нечерноземной зоны европейской части России (10 мг/(м^2·сут) [7], и для юга Западно-Сибирского региона (7 мг/(м^2·сут)) [9]. Анализ распределения величины пылевой нагрузки на территорию г. Юрга изменяется от 30 до 1527 мг/(м^2·сут), что и превышает фон

от 3 до 159 раз (рисунок).

В среднем величина пылевой нагрузки на территорию г. Юрга составляет 165 мг/(м^2·сут), что превышает фон в 17 раз и соответствует низкой степени загрязнения и неопасному уровню экологической опасности согласно нормативным показателям [4,5,7].

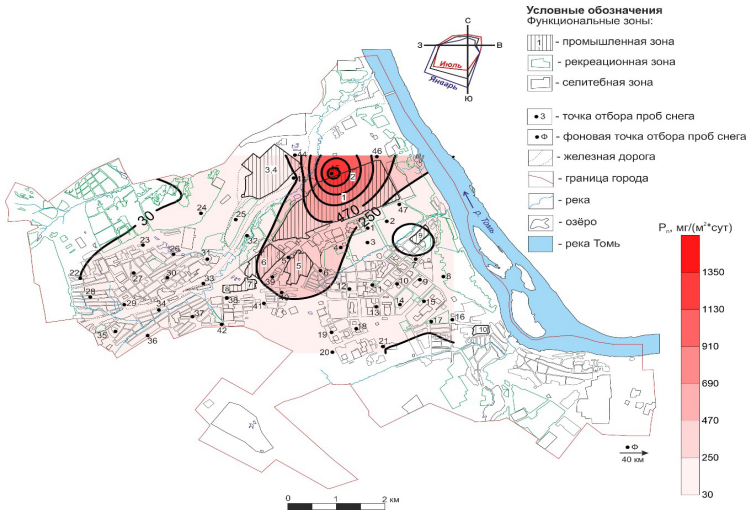


Рис. Карта-схема пространственного распределения пылевой нагрузки на территорию г. Юрга, по данным снеговой съемки в 2016 г., мг/(м^2·сут); *некоторые промышленные предприятия (1-9): 1 - ООО «Юргинский машзавод», 2 - ТЭЦ, 3 - ОАО «Юргинские абразивы», 4 - ОАО «Кузнецкие ферросплавы» ОСП «Юргинский ферросплавный завод», 5 - ООО «Завод ЮрМашТрио», 6 - ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ – Сибирь», 7 - ОАО «Юргинский гормолзавод», 8 - ООО «Юргинский завод сельскохозяйственного оборудования», 9 - «ООО Энерготранс», 10 - «ООО Юргинский кирпичный завод»*

Сравнивая значения пылевой нагрузки с нормативными показателями, можно сделать вывод, что на территории города выделяются районы от низкого до очень высокого уровня загрязнения и от неопасной до чрезвычайно опасной экологической ситуации.

Анализ величины пылевой нагрузки по функциональным зонам показал следующее. В рекреационной зоне среднее значение пылевой нагрузки составляет 70 мг/(м^2·сут), что соответствует низкой степени загрязнения и неопасному уровню экологической опасности [4,5,7]. Величина пылевой нагрузки превышает фон в 7 раз, но ниже среднего значения по городу в 2 раза. Величина пылевой нагрузки в восточной и западной части, где расположена селитебная зона, составляет 110 мг/(м^2·сут), что характеризует низкую степенью загрязнения и неопасный уровень экологической опасности [4,5,7], величина пылевой нагрузки превышает фон в 11 раз. Величина пылевой нагрузки в промышленно-селитебной зоне составляет 301 мг/(м^2·сут), что соответствует средней степени загрязнения и опасному уровню экологической опасности согласно нормативным показателям [4,5,7], также приведенное значение пылевой нагрузки превышает фон в 31 раз и среднее значение по городу в 2 раза. Анализ карты-схемы распределения величины пылевой нагрузки на территорию г. Юрга показал, что в промышленно-селитебной зоне (северной части) города выделяется крупный ореол загрязнения площадью около 10 км^2, где сконцентрированы предприятия машиностроения, металлообработки, а также ТЭЦ машзавода. В данном ореоле величина пылевой нагрузки изменяется от средней до очень высокой степени загрязнения, а также от неопасного до максимально опасного уровня экологической опасности, согласно нормативной градации [4,5,7] и превышает фон в 30-159 раз.

Среднее значение пылевой нагрузки 165 мг/(м^2·сут) на территории г. Юрга сопоставимо со значением пылевой нагрузки для г. Северска (153 мг/(м^2·сут)), но практически в 2 раза ниже для г. Междуреченск (316 мг/(м^2·сут)) и в 2,6 раз выше для г. Томска (63 мг/(м^2·сут)) [9].

Заключение. По результатам исследования было установлено, что ореолы с высоким и очень высоким уровнем загрязнения на территории г. Юрга приходятся на промышленно-селитебную зону (северная часть) города, где сосредоточены предприятия машиностроительной, металлургической отрасли, а также ТЭЦ машзавода. Анализ функциональных зон показал, что в рекреационной и селитебной зоне сформирована низкая степень загрязнения и неопасный уровень экологической опасности, а в промышленно-селитебной зоне – средняя степень загрязнения и опасный уровень экологической опасности.

Литература

1. Василенко В. М., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 181 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011 году / Администрация Кемеровской области. – Кемерово, 2012. – 345 с.

3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2012 году / Администрация Кемеровской области. – Кемерово, 2013. – 374 с.
4. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник Московского университета серия география. – М., 2012. – № 4. – С. 14 – 25
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 г. № 5174 – 90
6. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Введ. 01.07.1991. Изд-во стандартов, 695с.
7. Сает Ю.Е, Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
8. Таловская А.В. Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2010. – Т. 23. – № 6. – С. 519 – 524
9. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.

НАТЕЧНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ НАБЕРЕЖНОЙ РЕКИ ТУРЫ: ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ

А.А. Новоселов
Научный руководитель профессор И.И. Нестеров
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Натечные формы кальцита – сталактиты, сталагмиты и карбонатные коры (спелеотермы) являются одними из наиболее распространенных проявлений техногенного минерагенеза [2]. Подобные образования характерны для различных искусственных сооружений: подвалов старых зданий, систем канализации, потернов плотин, бетонных мостов, стен, фортификационных сооружений и т.д. [3,5–6,8]. Несмотря на практически повсеместное распространение, техногенные спелеотермы, как и их природные аналоги, формирующиеся в естественных полостях пещер, продолжают оставаться сравнительно малоизученными объектами.

Отдельными авторами [2,4] отмечается важность исследования техногенных спелеотерм для уточнения представлений о химизме, условиях и возможных скоростях процессов аутигенного минералообразования. Кроме того, формирование техногенных спелеотерм, в ряде случаев, может рассматриваться как индикатор условий функционирования конкретного инженерного сооружения, а также для оценки качества проведенных строительных работ и использованных строительных материалов.

В данной работе представлены результаты исследований натечных образований кальцита, формирующихся на поверхностях четвёртого (верхнего) уровня набережной реки Туры (г. Тюмень).

Набережная р. Туры является одним из крупнейших архитектурных проектов в истории города. Предполагаемая длина всего сооружения – около 4 км; количество уровней – 4 (нижний – затапливаемый в половодье), средняя высота 25 м. Первая очередь набережной от Свято-Троицкого мужского монастыря до Дома купца Прасолова протяженностью 2,4 км введена в эксплуатацию в 2012 г. [1]. В данный момент продолжаются строительные работы на участках второй и третей очередей от моста по ул. Челюскинцев до Масловского взвоза и от Моста Влюбленных до устья реки Бабарынки. Большая часть набережной выполнена массивными гранитными плитами.

В пределах рассматриваемого участка объекты исследования представлены каплевидными натечными образованиями кальцита («сталактитами») и карбонатными корами (рис. 1). Карбонатные коры – плотные перекристаллизованные слои, мощностью 4-6 мм, имеющие, как правило, неоднородную преимущественно желтовато-бежевую окраску, развивающиеся вдоль крупных швов, заполненных цементной смесью. «Сталактиты» представляют собой хрупкие полые натечные образование, диаметром до 12-15 мм у основания и длинной до 20-25 мм, имеющие каплевидную форму (усеченный конус). В качестве объектов для детальных микроскопических исследований было выбрано несколько каплевидных форм. Изучение образцов проводилось в шлифах, изготовленных из цельных новообразований (продольный и поперечный срезы), и с использованием сканирующего электронного микроскопа.

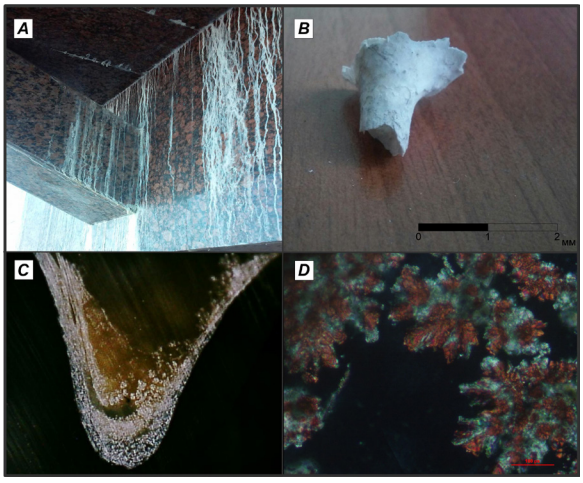


Рис. Натечные образования кальцита на поверхностях четвертого уровня набережной р. Туры (Тюмень): A- карбонатные коры, B – натечная каплевидная форма («сталактит»), C-продольный срез (аншлиф), D-дендритообразные агрегаты (прозрачный шлиф, николи скрещены)

Результаты микроскопических исследований карбонатных новообразований позволили установить, что внешняя и внутренняя поверхности «сталактитов» существенно отличаются друг от друга. Внешняя поверхность – матовая, шероховатая, с редкими мелкими механическими включениями и слабозаметными зонами утончения; внутренняя – сформированная преимущественно дендритообразными срастаниями уплощенных, заостренных к краю черепицеобразных кристаллов. Отсутствие явных центров кристаллизации, по всей видимости, свидетельствует в пользу хаотичного характера данного процесса. В отдельных случаях микрокристаллические скопления образуют сплошные сростки – «мосты», пронизывающие внутреннюю полость, на которых начинается повторная активизация кристаллообразования. В некоторых образцах наблюдается интенсивное формирование пелитоморфного сидерита, который развивается в пустотном пространстве, сформированном агрегатами микрокристаллов кальцита. Стенки «сталактитов» имеют двухсоставное строение: внешняя тонкая корка со следами растворения и внутренний слой, состоящий из массивного кальцита. Концентрическое слоистое строение, характерное для многолетних природных и техногенных сталактитов [2,7], практически не выражено; различимые тонкие прослои обнаружены лишь у основания каплевидной формы.

Проведенные исследования позволяют предположить, что натечные карбонатные формы в пределах набережной р. Туры, являются сложными образованиями, развитие которых происходит в несколько этапов. Изначально формируется тонкая карбонатная корка, приуроченная к участкам, прилегающим непосредственно к зазорам между гранитными блоками. В дальнейшем на участках с более выраженными неровностями возникают кольцевые образования, которые и становятся основанием «сталактита». Диаметр кольцевых образований постепенно уменьшается, при этом составляющие их капли становятся способны перенести вещество чуть дальше, от чего стенки кольцевых образований удлиняются и принимают каплевидную форму. Таким образом, карбонатные коры являются многолетним образованием, а «сталактиты» - однолетним, что говорит в пользу высоких скоростей их образования.

Формирование техногенной спелеотермы в пределах нового инженерного сооружения в нехарактерных для такого рода образований условиях (продуваемое, открытое пространство) свидетельствует о высокой интенсивности процессов выщелачивания карбонатов из цементного раствора, использованного при строительстве набережной. Детальная оценка масштабов образования натечных форм кальцита на поверхностях набережной позволить выявить потенциальные риски, связанные с долгосрочным функционированием объекта.

Литература

1. Белоус И. В. Архитектурно-градостроительное сравнение набережных региональных центров Сибири // II международная научно-практическая конференция «Современные проблемы архитектуры, градостроительства, дизайна», сборник материалов [Электронный ресурс]. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. URL: http://conf.sfu-kras.ru/city2014/participant/12574 (дата обращения: 27.12.2016).
2. Каздым А. А., Чижова А. А., Астахов М. И. Техногенные карбонатные новообразования на бетонных покрытиях моста через р. Нерль (Ярославская область) // Минералогия техногенеза. 2005. Т. 6. С. 32-39.
3. Каздым А.А. Природные и техногенные образования кальцита – натеки и спелеотемы: генезис, морфология, микростроение // Минералогия техногенеза. 2007. Т. 8. С. 269–287.
4. Техногенное отложение биокарбонатов и экспериментальное их образование / Л.В. Леонова, С.С. Потапов, Л.Ю. Кузьмина, О.Я. Червяцова, С.П. Главатских, А.С. Рябова // Минералогия техногенеза. 2014. Т. 15. С. 113-129.
5. Максимович Г. А. Карбонатные сталактиты и сталагмиты в подвале Московского университета // Пещеры. Т. 16. Пермь: ПГУ, 1976. С. 24-35.
6. Техногенные спелеотемы / С. С. Потапов, Н. В. Паршина, Н. Г. Максимович, В. А. Наумов // Минералогия техногенеза. 2005. Т. 6. С. 12-22.
7. Annually Laminated Speleothems: a Review / A. Baker, C.L. Smith, C. Jex, I.J. Fairchild, D. Genty L., Fuller // International Journal of Speleology. 2008. 37 (3). P. 193-206.
8. Three centuries of heavy metal pollution in Paris (France) recorded by urban speleothems / E. Pons-Branchu, S. Ayrault, M. Roy-Barman, L. Bordier, W. Borst, Ph. Branchu, E. Douville, E. Dumont // Science of The Total Environment. 2015. Vol. 518-519. P. 86-96.

ВЛИЯНИЕ ПАВОДКОВЫХ СИТУАЦИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ АПШЕРОНСКОГО РАЙОНА

О.В. Омельченко
Научный руководитель профессор Т.А. Кондюрина
Южно-Российский Государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И.Платова, г. Новочеркасск

В октябре 2016 года в Апшеронском районе прошли сильные дожди, в результате которых поднялся уровень реки Пшеха. Это привело к подтоплению многих населенных пунктов района.

Паводок нанес сильный ущерб по Черниговскому и Новополянскому сельским поселениям. Всего в зоне затопления Апшеронского района оказалось около 300 домов.

Площадь водосбора реки Пшеха составляет 2090 км^2, а длина 147 км. Длина бассейна реки с юга на север равна 100 км, при ширине в верхней части 35 км, в средней -25 км (город Нефтегорск) и в нижней - 12 км (станица Пшехская).

Наибольшая ширина реки в 2,5 км ниже хутора Суребовский 180 м, а минимальная 15 м у станицы Ширванская. Глубины составляют 0,6-0,8 м, но местами у хутора Церковный и у станицы Самурская встречаются углубления до 5-6 метров. Скорость течения в межень 0,4-0,6 м/с. На участках реки с сильным уклоном, средний расход воды около 10-20 м^3/сек, русло забито камнями.

Черниговское и Новополянское сельские поселения - муниципальные образования в составе Апшеронского района Краснодарского края. В состав Черниговского поселения входят 5 населённых пунктов: село Черниговское, хутор Армянский, хутор Десятый Километр, хутор Кушинка, село Пригорное.

В состав Новополянского поселения входят 6 населённых пунктов: посёлок Новые Поляны, хутор Годовников, хутор Горный Луч, станица Самурская, станица Ширванская, посёлок Ширванская Водокачка.

Они расположены в умеренно-континентальном климате с повышенным увлажнением. Средняя температура января составляет 1 - 4°, а средняя температура июля +21-26° и выше. Самые высокие температуры попадают на июль-август. Теплая погода стоит с апреля по ноябрь.

Среднегодовое количество осадков выпадает в среднем 800-1200мм. Средняя относительная влажность воздуха от 65 до 81%. Преобладающие ветры восточный и северо-восточный зимой, а летом западный. Почвы аллювиальные, подзолистые, суглинистые.

Село Черниговское и поселок Новые Поляны снабжаются водой из водозабора Серебрячка каптажного типа. Техническое состояние водозабора можно считать удовлетворительным. Водозабор имеет мощность 35 тыс. м^3/сутки и работает в самотечном режиме.

В настоящее время на территории поселений наряду с централизованным водоснабжением часть населения пользуется колодцами. Централизованная система водоснабжения имеется только в селе Черниговское.

На территории сельских поселений в настоящий момент отсутствуют канализационные очистные сооружения (отсутствие централизованной системы водоотведения в целом).

Основное место в системе канализации отведено выгребным ямам и септикам.

Водоснабжение хуторов: Армянский, Кушинка, Десятый Километр, Годовников и станицы Самурская осуществляется подземными водами. В результате сильного паводка загрязнению подверглись подземные воды. Колодцы были затоплены и стали непригодными для использования из-за загрязнения в связи с затоплением септиков, выгребных ям. Во всем бассейне реки резко ухудшилось качество воды.

Паводок повлиял негативным образом на индивидуальные водные источники, которые в значительной степени представлены колодцами. Результаты анализов показали, что в абсолютном большинстве колодцев (свыше 80%) вода непригодна для питья.

Низкое качество проявляется прежде всего в превышении норм по концентрации нитратов, минерализации и микробиологическим показателям.

Причина данного состояния заключается в том, что колодцы дренируют водоносный горизонт, связанный с находящимся выше по потоку коллектором бытовых стоков, который представляет основную угрозу загрязнения подземных вод. Ведь попадание в питьевую воду вирусов и бактерий вполне может привести к вспышкам инфекционных заболеваний и даже к эпидемии.

Паводок оказал негативное воздействие на окружающую среду, на физические и химические свойства воды на водосборных площадях, увеличилось содержание вредных веществ органического и неорганического происхождения, токсичных веществ, болезнетворных бактерий и тяжелых металлов.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее распространенными показателями плохого качества питьевой воды Черниговского и Новополянского сельских поселений, после паводка, являются повышенный уровень общей минерализации, содержание железа и марганца, которые обуславливают высокий уровень цветности, мутности, ухудшают органолептические свойства и здоровье потребителей.

Таблица

Результаты анализов воды из колодцев

№	Определяемые ингредиенты	Ед. измерения	Норматив по ГОСТ 2761-84 не более	Методики измерений	Результат анализа (средние значения)
1	Цветность	градус	35-120	ГОСТ 31868-2012	45,9
2	Мутность	мг/л	20-1500	ПНД Ф 14.1:2:4.213-05	36,7
3	Водородный показатель	Единицы pH	6,5-8,5	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	7,59
4	Аммиак (по азоту)	мг/л	2	ГОСТ 4192-82	0,195
5	Нитриты	мг/л	3	ГОСТ 4192-82	0,09
6	Нитраты	мг/л	43	ГОСТ 18826-73	62,8
7	Хлориды	мг/л	350	ГОСТ 4245-72	37,6
8	Сульфаты	мг/л	500	ГОСТ 31940-2012	54,0
9	Железо	мг/л	1-3	ГОСТ 4011-72	2,4
10	Фториды	мг/л	1,5	ГОСТ 4386-89	0,092
11	Марганец	мг/л	0,1-10	ГОСТ 4974-70	0,0098
12	Калий	мг/л	не установлен	ПНД Ф 14.1:2.95-97	48,3

pH (реакция воды): установленные величины варьируют в соответствии с естественным фоном для подземных вод, средняя величина колебалась около 7,59 при предельной норме для питьевой воды 6,5-8,5.

NO_2^- (нитриты): загрязнения нитритами в большинстве случаев не наблюдается, среднее значение 0,09 мг/, что значительно ниже допустимой величины.

NO_3^- (нитраты): зафиксировано существенное загрязнение нитратами, в подавляющем количестве колодцев их содержание превышает ПДК для питьевой воды (43 мг\л).

Cl^- (хлориды): повышенная концентрация хлоридов была определена только в некоторых колодцах. Повышенная концентрация хлоридов имеет антропогенное происхождение, и из-за слабой защищенности водоносного горизонта вероятность загрязнения хлоридами сохраняется и в дальнейшем.

SO_4^{2-} (сульфаты) : повышенная концентрация сульфатов наблюдалась только в некоторых колодцах. Скорее всего этот факт не связан с паводковой волной, загрязнение подземных вод сульфатами связано с загрязнёнными атмосферными осадками.

Повышенные показатели качества воды негативно сказываются на здоровье человека. Избыточное содержание нитратов в воде вызывает токсический цианоз. Всасывание нитратов приводит к снижению способности крови переносить кислород, что ведет к неблагоприятным последствиям для организма.

Повышенное содержание железа в воде вызывает серьезные аллергенные заболевания. Высокое содержание хлора повышает риск заболевания раком желчного пузыря. Избыточное содержание сульфатов вызывает риск заболеваемости желче- и мочекаменной болезни, а также сердечнососудистой системы.

Очистка колодцев проходила преимущественно согласно схеме:

-очистка внешней стенки колодца,

-откачка воды и иловых наносов,

-механическая очистка стен и заборных насосов,

-механическая очистка дна, дезинфекция стен и заборных насосов,

-споласкивание чистой водой и откачка воды из колодца,

-заключительная дезинфекция, взятие образцов воды,

-анализ образцов воды на основные химические и микробиологические показатели, а также оценка результатов и проект мероприятий.

Литература

1. Жукова М.М., Славина В.И., Дунаева Н.Н. Основы геологии. М.: Недра, 1970. 527 с.
2. Мельникова Т.Н., Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Качество, 2003. 132 с.
3. Панов В.Д., Река Кубань: гидрография и режим стока. Санкт- Петербург ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 2005г. Лурье П.М. , 500с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИНЕРАЛЬНО-МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В.А. Пастухова, И.И. Подлипский
Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

В пределах промплощадки буровой самым опасным объектом для окружающей среды является шламовый амбар-накопитель: попадающие туда отходы характеризуются повышенной концентрацией элементов (в том числе тяжелых металлов) и веществ, которые обладают хорошей миграционной способностью. Решением этой проблемы может стать новая технология переработки опасных отходов – интегральная минерально-матричная - исследованию эффективности которой и посвящена данная работа.

Основными типами отходов, образующихся в условиях промплощадки буровой, являются: отходы бурения (тип 1), под которыми понимаются буровой шлам, отработанный буровой раствор и буровые сточные воды, и хозяйственно-бытовые стоки (тип 2). Первый тип имеет в своей основе силикатную матрицу, второй – органическую.

Физико-химическая сущность исследуемой технологии преобразования опасных отходов различных типов (с силикатной и органической матрицей) состоит в искусственном воспроизводстве природных процессов минералообразования. В отличие от традиционного экобетонирования, в описываемом методе переработки капсуляция экотоксикантов происходит в результате протекания химических реакций, которые встраивают экотоксиканты в структуру вносимых алюмосиликатов [1, 3-6, 9, 11].

Образуемый при переработке отходов по данной технологии искусственный материал является строительным материалом аналогичным грунтобетону. Разработчиком описанной в работе технологии является В.М. Кнатько, доктор технических наук, профессор кафедры грунтоведения и инженерной геологии Санкт-Петербургского государственного университета [10].

В рамках настоящей работы, для экологической оценки продукта переработки, при одинаковом отношении цемента и к общему объему отходов, варьировалось отношение бурового шлама и осадка сточных вод друг к другу. Всего было сформировано три состава, по 12 образцов готового материала в каждом (рис. 1.).

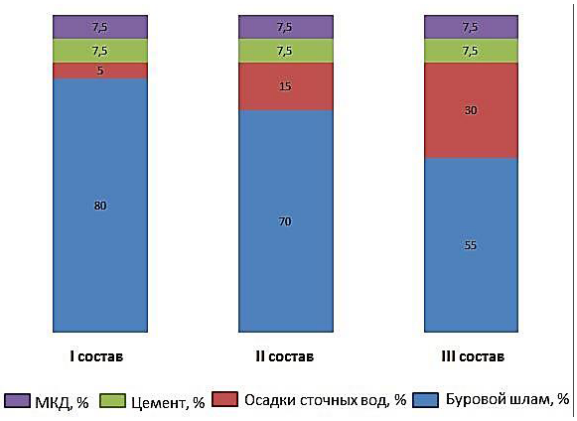


Рис. Соотношение компонентов в составе образцов грунта укрепленного

По истечению 5 суток образцы исследуются на наличие или отсутствие подвижных форм путем приготовления водных «вытяжек». Согласно методическим указаниям МУ 2.1.674-97 «Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промышленных отходов» под «вытяжками» условно понимается погружение образцов в дистиллированную воду на определенный срок [7-8]. Методика приготовления водных «вытяжек» соответствует вышеуказанным методическим указаниям, и образцы грунта укрепленного техногенного, использующиеся в длительном или постоянном контакте с водой (фундаменты, дорожные покрытия) должны погружаться в дистиллированную воду при соотношении объема образца и воды как 1:2. Исследования водных «вытяжек» проводят через 1, 3, 7, 10, 20 суток выдержки материала в воде при температуре 20°С. После отбора пробы смена воды не производится, объем ее доводится до первоначального. Объем одной отбираемой пробы составлял 10 мл. В лаборатории, при расчете концентрации веществ в растворе, учитывался эффект разбавления с пересчетом на реальную концентрацию в системе.

Статистические исследования и оценки проводились в программе Statistica 6.0. В первую очередь была выполнена гомогенизация выборок и проведен анализ основных статистических параметров с использованием модуля «Описательная статистика (Basic Statistics and Tables)». Для описания процессов изменения структуры поверхности и миграционной способности поллютантов, а также динамики развития этих процессов, по каждому составу в пределах экспозиций 1-3-7-10-20 суток был проведен регрессионный анализ. Для которого использовались средние значения содержания элементов по каждому составу, нормированные на ПДК. Выводы о характере миграции элементов в раствор делались на основании графиков линейных трендов и значений коэффициентов аппроксимации. Линия тренда отражает общее направление процесса, а уравнение, которое ее

описывает, имеет вид: y=ax+b, где a – tg угла наклона линии тренда к оси OX, величина которого характеризует динамику увеличения концентрации.

На основе полученных результатов регрессионного анализа все элементы и вещества были разделены на 4 группы, характеризующиеся динамикой изменения концентрации с 1 по 20 сутки.

Первую группу элементов составляют медь и цинк, которые имеют практически идентичные линии трендов в пределах каждого из составов. В образцах I состава на 1-20 сутки не зафиксировано превышение ПДК, но тенденция к повышению концентрации Cu и Zn, судя по линии тренда (tg=0,16 (Cu); tg=0,15 (Zn)), возможна при более длительном времени экспозиции (на 2 период аппроксимации). Однако, теоретически, после достижения определенной концентрации ионов Cu и Zn в растворе их содержание должно установиться на определенном уровне. Это объяснятся тем, что в раствор переходят только те элементы, которые находятся на поверхности – границе раздела двух сред. С другой стороны, объем поллютантов полностью иммобилизован, то есть прочно встроен в структуру образца и не переходит в раствор. Концентрация Cu и Zn в вытяжках образцов II состава постепенно растет до 10-х суток, после чего тенденция к увеличению падает (tg=0,25 (Cu); tg=0,24 (Zn)), в отличии от образцов III состава, где с 10 по 20 сутки отмечается резкое увеличение концентраций и превышение ПДК в 3,5 раза (tg=0,47 (Cu); tg=0,50 (Zn)). Характерную интенсивность динамики перехода в раствор элементов первой группы видно на графике, где наибольший угол наклона линии тренда отмечается к графику, описывающему III состав.

Элементы второй группы, которая была выделена в ходе регрессионного анализа – это Mn и Co. Их сходство обусловлено химическими особенностями – кобальт является типичным манганофилом. В вытяжках образцов I состава наблюдается небольшая тенденция к снижению концентрации данных ионов (tg=-0,03 (Mn, Co)). Увеличение содержания Mn и Co в пробах по II составу носит линейный равномерный характер, а динамика перехода их в раствор в 1,5 раза интенсивнее, чем у элементов, которые были выделены в первую группу. К 20-м суткам концентрация Mn и Co в 2 раза превышает ПДК (tg=0,43 (Mn); tg=0,42 (Co)). По III составу отмечается интенсивная динамика перехода данных металлов в раствор и уже на 1-е сутки их концентрация превышает ПДК в 1,5 раз, а на 20-е сутки – почти в 8 раз (tg=1,52 (Mn, Co)).

В третью группу было отнесены Fe, Al и нефтепродукты. Причины формирования данной ассоциации носят, вероятнее всего, физико-химический характер – эти вещества образуют коллоидные формы, следовательно, сходство динамики их перехода в раствор объясняется одними и теми же факторами. В целом, данная группа отличается более интенсивной динамикой изменения содержания в водной вытяжке. Наиболее стабильными являются, как и в предыдущих случаях, образцы I состава, который характеризуется наименьшими углами наклона линии тренда (tg=0,20 (Fe); tg=0,18 (Al); tg=0,27 (НП)). Менее устойчив II состав: к 20-м суткам содержание веществ, отнесенных к данной группе, превышает ПДК почти в 4 раза. Самый нестабильный III состав: уже на 3 сутки наблюдается превышение ПДК по Fe, Al и нефтепродуктам в 2 раза, а на 20-е концентрация их составляет более 8 ПДК.

Четвертая группа объединяет типичные элементы-органофилы – это Cd, Ni, Hg и Pb. Вероятно, эта группа тяжелых металлов образует хелатные формы. Как известно, хелаты хорошо растворимы в воде, поэтому они могут участвовать в дополнительной капсуляции тяжелых металлов только в случае их локализации внутри структуры. Вытяжки I состава по Cd, Ni, и Pb вплоть до 20-х суток не превышают ПДК, по Hg на 20-е сутки концентрация составляет 1,5 ПДК. Как и в предыдущих случаях, линии тренда описывают общие тенденции к увеличению концентрации поллютантов на ближайшие сутки, однако динамика их для образцов I состава невелика (tg=0,23 (Cd); tg=0,19 (Ni); tg=0,34 (Hg); tg=0,14 (Pb)). Образцы II состава характеризуются интенсивной динамикой выхода в раствор Cd и Hg (tg=4,26 (Cd); tg=22,01 (Hg)) и относительной эффективностью капсуляции Ni и Pb (tg=0,50 (Ni); tg=0,23 (Pb)). В то время, как Cd и Hg уже на 7 сутки превышают ПДК в 4,5 и 1,5 раза соответственно, содержание Ni на 20-е сутки превышено относительно ПДК в 2,5 раза, а Pb в 1,5 раза. Линия тренда к графику содержания свинца характеризуется небольшим углом наклона, что, говорит о незначительном увеличении его концентрации со временем, следовательно, можно сделать вывод, что капсулирование данного поллютанта возможно и в пределах II состава.

На основе проведенной статистической оценки можно сделать вывод, что образцы III состава не являются стабильной системой, обладающей способностью удерживать в своей структуре опасные поллютанты. В сравнении с ним образцы II состава отличаются относительной стабильностью капсуляции некоторых элементов, что не является достаточно эффективным, так как в состав отходов входит множество опасных элементов, миграция которых в окружающую среду может привести к катастрофическим последствиям. С этой точки зрения, самым надежным является I состав, отличающийся наименьшим процентным содержанием в своем составе осадка сточных вод (не превышающее 5% от общего объема перерабатываемых отходов).

Согласно технологическому регламенту (ТР-5745-002/2-57901546-2013 Переработка отходов бурения (буровой шлам, буровой раствор и буровые сточные воды) в грунт укрепленный техногенный) материал может использоваться для устройства оснований и нижних слоев покрытий автомобильных дорог и аэродромов, конструктивных слоев оснований автомобильных дорог и промышленных площадок (в том числе кустовых), гидроизоляционных конструктивных слоев, а также геохимических барьеров (например, при рекультивации шламохранилищ, свалок, оборудовании полигонов для хранения отходов) [7, 12].

Литература

1. Водолеев А.С., Зубко И.А. Утилизация осадков сточных вод: из опасных отходов – в удобрения. // Экология Сибири: практика решения проблем. № 5 (130), 2008 г., с. 29-32.

2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования Гигиенические нормативы.
3. Кнатько В.М. Теория синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных грунтах: Учеб.пособие. Л.: Ленинградский ун-т, 1989. 92с.
4. Кнатько В.М., Кнатько М.В., Щербакова Е.В. ИММ-технология против отходов. Искусственное воспроизводство природных процессов минералообразования – перспективное направление обезвреживания и утилизации промышленных отходов. // Энергия: экономика, техника, экология, 2001, №12.
5. Кнатько В.М., Щербакова Е.В. Регенерация загрязненных вод новыми видами алюмосиликатных сорбентов // Сергеевские чтения, М., 2001.Вып.3.
6. Кнатько В.М., Щербакова Е.В., Владимирская Н.В., Кнатько М.В. Физико-химическое преобразование активных илов в строительные материалы и удобрения. // Материалы международной конференции «Экологическая геология и рациональное недропользование». СПб, 2000.
7. Кнатько М.В., Кнатько В.М., Подлипский И.И., Камышев В.Ю. Утилизация нефтяных и нефтехимических отходов в производстве продукции путем оптимального сочетания различных видов отходов //Нефть.Газ. Новации, 2013 г. № 10, с. 75-80.
8. МУ 2.1.674-97. Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промышленных отходов;
9. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем / Под ред. В.В. Куриленко: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 448с.
10. Пастухова В.А., Подлипский И.И., Кнатько М.В. Методика проведения эколого-геологической оценки совместной переработки отходов бурения и осадков сточных вод по интегральной минерально-матричной технологии. // Школа экологической геологии и рационального недропользования: материалы XVмежвузовской молодежной научной конференции. СПб., 2015, с.217.
11. Патент № 2096081 (Российская Федерация). Кнатько В.М., Щербакова Е.В. Способ производства сорбента тяжелых металлов и других загрязнителей на основе глинистых пород // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 1997. №32, с. 169.
12. Патент №2084417 (Российская Федерация). Кнатько В.М., Щербакова Е.В. Смесь для рекультивации шламохранилищ. // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам 1997 №20, с. 248.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА УГЛЕВОДОРОДОВ В ЧИСТЫХ И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДЕ И ТОРФЕ МАЛОИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Переседова, К.А. Степанцова

Научные руководители: ассистент М.А. Дучко[1], ведущий инженер Д.И. Чуйкина[2]

[1]ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

[2]ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Загрязнение природной среды нефтью и нефтепродуктами – острейшая экологическая проблема во многих регионах России. Химическое загрязнение почвенного покрова происходит практически на всех стадиях технологического процесса нефтедобычи. Негативное воздействие нефтедобычи обусловлено как непосредственной деградацией почвенного покрова на участках разлива нефти, так и воздействием ее компонентов на сопредельные среды, вследствие чего продукты трансформации нефти обнаруживаются в различных объектах биосферы. Последствия нефтяного загрязнения природной среды определяются совокупностью следующих факторов: количеством и составом загрязняющих веществ, интенсивностью механических повреждений. От совместного действия этих факторов будет зависеть, приспособится ли экосистема к новым условиям и начнет ли восстанавливать свои функциональные звенья или она перейдет от нестабильного состояния к полной деградации.

При попадании нефти и нефтепродуктов в почву происходят глубокие и часто необратимые изменения физических, морфологических, физико-химических, микробиологических свойств, а иногда и существенная перестройка почвенного профиля, что приводит к потере плодородия и отторжению загрязненных территорий из хозяйственного использования.

Загрязнение нефтью почвенной массы приводит к изменениям в химическом составе, свойствах и структуре почв. Прежде всего, это сказывается на гумусовом горизонте: количество углерода в нем резко увеличивается, но битуминозные вещества значительно ухудшают свойства почвы как питательного субстрата для растений. Кроме того, вследствие гидрофобности нефти, затрудняется поступление влаги к корням растений, что приводит к физиологическим изменениям последних. Углеводороды нефти способны образовывать в процессе трансформации токсичные соединения, обладающие канцерогенными свойствами, характеризующимися стойкостью к микробиологическому расщеплению и способностью переходить в растения, что значительно снижает качество возделываемых культур и создает определенную угрозу для здоровья человека [1,2].

Ограниченность земельных ресурсов ставит неотложную задачу возврата в хозяйственное использование всех видов нарушенных и деградированных почв, в том числе нефтезагрязненных. К настоящему времени во многих нефтедобывающих районах сложилась неблагоприятная экологическая ситуация, которая ухудшается из-за учащающихся нефтяных разливов.

Одними из наиболее опасных трансформеров биосферы считаются полициклоароматические углеводороды (ПАУ) – это органические вещества, образованные конденсированными замещенными или незамещенными бензольными кольцами. Эти соединения характеризуются устойчивостью в компонентах среды, особенно в почвах, и высокой способностью к сорбции, а также низкой растворимостью в воде.

На сегодняшний день существует огромное количество полициклических структур (аммино-, галоген-, нитропроизводные, в том числе хиноны, спирты, кетоны, альдегиды, эфиры и другие ароматические соединения), помимо незамещенных ПАУ, которые включают в себя функциональную группу либо в боковой цепи, либо в бензольном кольце [3]. Незамещенные ПАУ рассматривают как производные молекул простейших поликонденсированных соединений – дифенила и нафталина. Главной причиной загрязнения атмосферы и других природных сред ПАУ является термическая переработка углеводородного сырья. При пиролизе газа, угля и нефти наблюдается максимальная эмиссия ПАУ[4]. Изучению ПАУ уделяют очень много внимания в вопросах охраны и защиты окружающей среды из-за их высокой токсичности и химической устойчивости.

В настоящей работе были исследованы нефть Малоичского месторождения, вода реки Малая Ича до и после нефтяного разлива, а также чистый и нефтезагрязненный торф.

Методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (масс-спектрометр высокого разрешения DFS, TermoElectronFinnigan DFS, Германия предоставлен центром коллективного пользования ТомЦКП СО РАН) в исследованных образцах были рассчитаны концентрации н-алканов и ПАУ. В составе ПАУ были идентифицированы бициклические производные нафталина, трициклические производные фенантрена, а также тетрациклические флуорантен и пирен (табл. 1).

Таблица

Содержание н-алканов и ПАУ в исследованных нефти, торфе и воде

	Исходная нефть	Чистый торф	Нефтезагрязненный торф	Чистая вода	Нефтезагрязненная вода
н-Алканы	51,17	11,28	189,73	0,55	14,22
Бициклические ПАУ	0,38	0,05	8,67	0	1,67
Трициклические ПАУ	0,14	0,02	16,45	0,01	0,61
Тетрациклические ПАУ	0	0,01	0,10	0	0

Все исследованные образцы характеризуются значительным преобладанием н-алканов. В воде и торфе после нефтяного загрязнения заметно повышаются концентрации всех исследованных групп соединений.

В составе н-алканов исходной нефти преобладают гомологи C_{13}-C_{21}, в пробе чистого торфа доминируют нечетные гомологи C_{23}-C_{29}. В нефтезагрязненном торфе характер молекулярно-массового распределения н-алканов меняется: наблюдается значительное преобладание низкомолекулярных гомологов C_{13}-C_{19}, доминирования нечетных н-алканов не наблюдается.

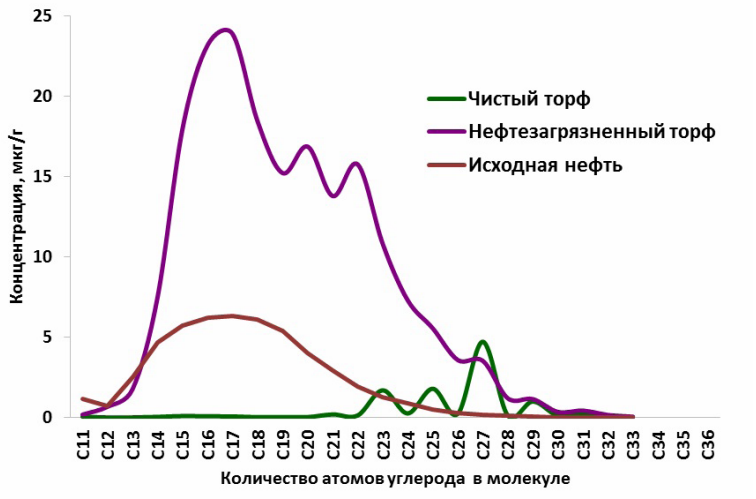


Рис.1. Молекулярно-массовое распределение н-алканов в исходной нефти и торфе

В чистой воде максимально содержание гомологов C_{25} и C_{27}. После нефтяного загрязнения начинают преобладать низкомолекулярные гомологи состава C_{17}-C_{25}.

В составе бициклических ПАУ исходной нефти максимально содержание тетраметилнафталинов, в торфе и в нефтезагрязненной воде преобладают триметилнафталины. В чистой воде бициклических структур не обнаружено. В нефтезагрязненном торфе содержание бициклических структур в 5 раз больше, чем в нефтезагрязненной воде.

В нефти, чистом торфе и нефтезагрязненной воде среди ПАУ преобладают трициклические структуры, содержание которых в нефтезагрязненном торфе более, чем в 26 раз превышает среднюю концентрацию в остальных пробах. При этом в нефти и нефтезагрязненной воде доминируют диметилфенантрены, в чистой воде – метилфенантрены, в чистом торфе – незамещенный фенантрен, а в нефтезагрязненном – триметилфенантрены.

Тетрациклические ПАУ были обнаружены только в пробах чистого и нефтезагрязненного торфа, концентрации которых отличаются более, чем в 10 раз.



Рис.2. Молекулярно-массовое распределение н-алканов в воде

Таким образом, нефтяные загрязнения пагубно сказываются на окружающей среде, изменяя молекулярный состав, свойства и структуру торфа и воды. Увеличивается содержание полициклоароматических углеводородов, изменяется молекулярно-массовое распределение н-алканов и значительно увеличивается их содержание.

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА ИХ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ

Т.А. Перминова

Научный руководитель профессор Н.В.Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Почва представляет собой уникальное биокосное тело и является одним из важнейших объектов природной среды. Помимо того, что почва сама является серьезным акцептором загрязняющих веществ, она способна также выступать источником вторичного загрязнения окружающей среды: атмосферы, воды, а также живых организмов [3]. Для последних она является важной полифункциональной природной структурой, играющей особую роль в их жизнедеятельности. Так еще А.И. Перельман относил почвы к области наивысшей геохимической энергии живого вещества. Так как загрязнение почвы проявляется в косвенном воздействии на человека, то с точки зрения изучения степени опасности химических веществ, первостепенное место, на наш взгляд, должно уделяться почвенным экосистемам, которые, будучи одним из первичных звеньев трофической цепи, неразрывно связаны с поступлением химических элементов и соединений в организм человека.

Основным элементом – объектом изучения в нашей работе является бром. Отмечается, что бром чаще других элементов приводит к повышенному риску для экосистем и здоровья человека, обладая высокой токсичностью [2,4,10]. Целью данной работы является оценка степени токсического воздействия брома и ряда других химических элементов на экосистемы почвенных покровов районов Томской области, а также определение процентного соотношения каждого элемента, вносящего вклад в общий уровень экотоксичности химических элементов на изучаемой территории.

Методологическая основа данной работы включает в себя отбор проб почвы, который выступает базой для экологического моделирования токсичности. Отбор проб почвы проводился в 2004-2014 годах, общее количество проб при этом составляет 189. Количественное определение брома определялось инструментальным

нейтронно-активационным анализом (ИНАА), реализованном на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в аккредитованной лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитики – с.н.с. А.Ф.Судыко и Л.Ф.Богутская). Достоверность анализа подтверждается контрольными определениями на разных средах, выполнялся внутренний контроль.

Для моделирования экотоксичности нами была выбрана модель USEtox, которая на сегодняшний день признана научным мировым сообществом (Программа ООН по окружающей среде - UNEP, Общество экологической токсикологии и химии - SETAC, Европейская комиссия, Институт окружающей среды и устойчивого развития, Агентство по охране окружающей среды США и др.) как наилучшая научная модель для оценки токсического воздействия химических веществ на экосистемы и здоровье человека [5-8]. Расчет токсичности проводится в несколько этапов в соответствии с методическими указаниями USEtox [9]. Результаты показателя экотоксичности (в ОЕТ – относительная единица токсичности), рассчитанные для восьми химических элементов каждого отдельного района области, представлены на рисунке.

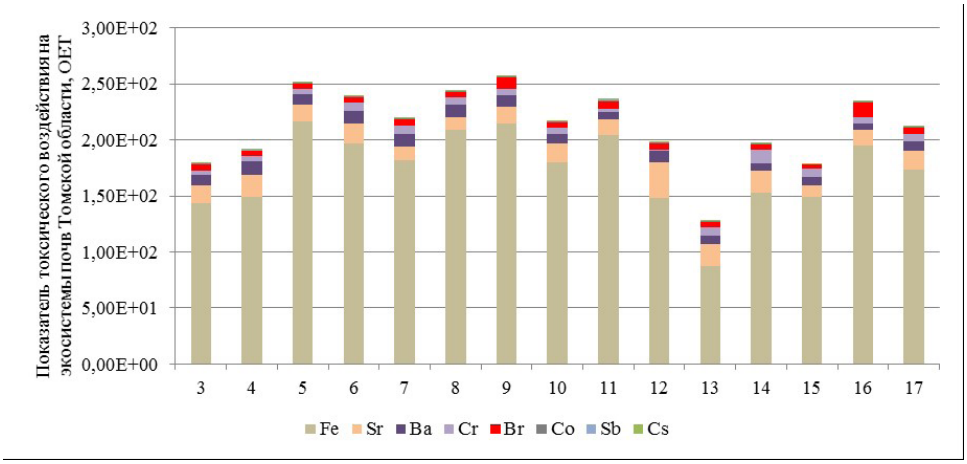


Рис. Общий показатель токсического воздействия химических элементов на экосистемы почв Томской области, ОЕТ, где районы: 3 – Парабельский, 4 – Колпашевский, 5 – Чаинский, 6 – Молчановский, 7 – Кривошеинский, 8 – Шегарский, 9 – Кожевниковский, 10 – Томский, 11 – Асиновский, 12 – Первомайский, 13 – Верхнекетский, 14 – Тегульдетский, 15 – Зырянский, 16 – Бакчарский; 17 – Томская область

Согласно полученным результатам, в восьми из четырнадцати изученных нами административных районов Томской области, наблюдаются повышенные, по сравнению с областным, уровни токсического воздействия химических элементов на экосистемы. При этом наибольший вклад в общую экотоксичность вносит железо, варьируясь от 69% до 87% в разных районах. Вторым элементом, вносящим свою роль в токсическое воздействие на экосистемы является стронций, доля которого в общей экотоксичности составляет 5% - 16%. Третьим элементом выступает барий, его значение в общей экотоксичности почв разных районов изменяется от 3% до 6%, четвертым – хром (от 1 до 6%). Вклад брома изменяется от 2% до 5,6%, определяя тем самым его пятое место в общей экотоксичности среди изучаемых химических элементов. Средний вклад кобальта, сурьмы и цезия составляет 0,4%, 0,1%, и 0,03% соответственно.

Как видно из рисунка наиболее токсичными для экосистем являются содержания брома в почвах Бакчарского, а также Кожевниковского районов. Остальные районы области характеризуются относительной однородностью по показателю риска для экосистем, обусловленной токсическим воздействием брома. В целом можно сделать вывод, что доля брома в общем показателе экотоксичности незначительна.

Литература

1. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих, Н.В. Барановская и др. – Томск : Курсив, 2006. – 216 с.
2. Эмсли, Дж. Элементы / пер. с англ. Е.А. Краснушкиной. – М. : Мир, 1993. – 256 с.
3. Верховская И.Н. Бром в живом организме и механизм его действия / И.Н. Верховская. – М. : АН СССР, 1962. – 602 с.
4. Войнар, А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М.: Наука, 1960. – 497 с.
5. World Health Organization (WHO). Bromide ion /Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. - Rome, 1988
6. USEtox [Электронный ресурс] URL : http://www.usetox.org/ (Дата обращения: 01.01.2017)
7. Rosenbaum, R.K. USEtox human exposure and toxicity factors for comparative assessment of toxic emissions in life cycle analysis: Sensitivity to key chemical properties / R.K. Rosenbaum, M.A.J. Huijbregts, A.D. Henderson et al. // International Journal of Life Cycle Assessment. – 2011. – Vol. 16 (8). – pp. 710-727.
8. Henderson, A.D. USEtox fate and ecotoxicity factors for comparative assessment of toxic emissions in life cycle analysis: sensitivity to key chemical properties // A.D. Henderson, M.Z. Hauschild, D. van de Meent et al. // Interna-

tional Journal of Life Cycle Assessment. – 2011. – Vol. 16 (8). – pp. 701-709.
9. Rosenbaum, R.K. USEtox - The UNEP/SETAC-consensus model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assessment / R.K. Rosenbaum, T.M. Bachmann, L.S. Gold et al. // International Journal of Life Cycle Assessment. – 2008. – Vol. 13 (7). – pp. 532-546.
10. Hauschild, M.Z. Building a model based on scientific consensus for Life Cycle Impact Assessment of Chemicals: the Search for Harmony and Parsimony / M.Z. Hauschild, M.A.J. Huijbregts, O. Jolliet et al. // Environmental Science and Technology. – 2008. – Vol. 42 (19). – pp. 7032-7037.

ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Е.С. Пичуева
Научный руководитель доцент Е.Е. Пугачева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Арктическая зона России (АЗР) простирается с запада на восток, почти во всем евроазиатском секторе Северного Ледовитого океана в пределах арктического и субарктического климатических поясов, занимает природные зоны арктических пустынь (острова) и арктической тундры (материковое побережье) [5]. Суша российской территории Арктики занимает 18% территории страны.

Экологическая система Арктики отличается относительно простой структурой сообществ, видовой бедностью биоты, развивающейся в экстремальных экологических условиях при дефиците тепла среди снегов и вечных льдов. Всеэтиособенности обуславливают чрезвычайно высокую чувствительность к антропогенным воздействиям и очень низкую скорость восстановления всех компонентов экосистемы. Некоторые виды растений и животных встречаются только в Арктике.

Весь исторический период освоения арктической зоны России, с учётом влияния на экосистему, можно условно разделить на 4 этапа: 1. с начала заселения территории и до XVII в.; 2. XVIII-XIX вв. – исследование территории; 3. XX в.: 1920-1990 гг. – промышленное освоение; 1991-2000 гг. –ослабление изучения и освоения; 4. начало XXI в. – новые перспективы развития арктической зоны России [4]. Первый и второй этапа отличаются естественным и ассимиляционным, третий – накопительным и критичным, четвёртый – восстановительным состоянием экосистемы.

История заселения Арктики, предположительно, началась более 10 тыс. лет назад протоэкимосскими племенами на побережьях полярных морей [1]. В настоящее время около 20 малочисленных народов Крайнего Севера России могут считать их своими предками. Первыми европейскими поселенцами, освоившими в XI в. север и северо-восток Русской равнины, были русские (новгородцы и ростовцы).

В период XVIII-XIX вв. продолжилось изучение ранее неизведанных и недоступных районов Арктики, открывалось и наносилось на карту множество новых территорий, организовывались научно-исследовательские экспедиции. С каждым географическим открытием интерес к этой ледяной территории только усиливался.

Первые два исторических периода воздействие человека на окружающую природу было минимальным: ведение домашнего хозяйства, охота, рыбалка, морской промысел не могли нарушить сложившиеся взаимосвязи между природными компонентами. Ассимиляционный потенциал экосистемы не нарушался, осуществлялась сбалансированность естественных природных процессов и хозяйственной деятельности человека.

Все последующие освоения, практические и научно-исследовательские изучения, географические открытия арктической зоны России накапливали экологические проблемы, создавали локальные экологические катастрофы, которые в настоящее время трансформируются в региональные необратимые процессы.

В XX веке интерес к исследованию арктического региона значительно возрос, был организован целый ряд научных экспедиций для решения множества практических и научных задач [5,6]. В ходе русских экспедиций, возглавляемых выдающимися исследователями, были совершены крупные географические и геологические открытия. Исследования в течение XX века можно разделить на два периода, различающиеся по мере воздействия на экосистему. С 20-х и почти до конца 80-х годов, помимо продолжающегося изучения, эта территория стала активно осваиваться и застраиваться для нужд народного хозяйства. В 1935 г. была реализована первая транспортная операция по Северному морскому пути, что имело большое экономическое значение. В этот период в арктической зоне России были построены промышленные предприятия по добыче нефти, газа, угля, руд чёрных цветных металлов, обеспечивающие 12-15% ВВП страны и около ¼ её экспорта, возводились города, открывались полярные станции; на островах создавались военные базы и полигоны для испытаний атомного оружия,и постоянно формировались огромные объемы отходов.

В 90-х годах XX века, в период переходной экономики нашей страны, в арктической зоне России, вследствие ранее созданных и не решаемых экологических проблем, создалась проблема накопленного экологического ущерба [6]. Государственный контроль за состоянием биоты и использования биоресурсов в российской Арктике ослаб. Широкое развитие получили браконьерство, загрязнение атмосферы, водоемов и почв, транспортные нарушения, бесконтрольное сверхнормативное расширение площадей новых земельных отводов под свалки твердых бытовых отходов, строительство промышленных объектов и линейных сооружений, не соответствующих экологическим нормативам [7].

Нарушенные территории занимают 1–3% от общей площади суши, а на побережье и архипелагах они локализованы окрестностями населенных пунктов и полярных станций. Однако, несмотря на очаговый характер антропогенных нарушений, здесь происходит активная деградация экосистем, следствием которой становится разрушение почвенно-растительного покрова, развитие термоэрозии, фрагментация местообитаний арктической фауны, замещение природной растительности ее производными формами, снижение численности редких видов.

Начало XXI века отличается постановкой проблемы о необходимости дальнейшего исследования и освоения российской Арктики и универсальной стратегии сохранения экосистемы, что диктуется и задачами ее устойчивого развития. Решению этих задач посвящены, в первую очередь, Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014 – 2025 годы, «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» [2,3].

В 2011–2013 гг. на очистку Арктики из федерального бюджета РФ был выделен 1 млрд 420 млн рублей. В 2011-2012 гг. проводились работы по оценке уровня загрязнений и был убран мусор на острове Земля Александры, входящем в состав архипелага Земля Франца-Иосифа. В 2013-2015 гг. работы по ликвидации загрязнения проводились на островах Рудольфа, Хейса, Гофмана и Греэм-Белл (Земля Франца-Иосифа); на островах Котельный, Врангеля, на острове Северный (архипелаг Новая Земля).

В марте 2015 года была создана Государственная комиссия по вопросам развития Арктики [2]. Целью создания Госкомиссии послужила необходимость организации взаимодействия федеральных и региональных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, других государственных органов и организаций при решении социально-экономических задач развития АЗР и обеспечения национальной безопасности.

С мая по середину октября 2016 года завершилась работа по очистке острова Врангеля от металлолома. В ближайшем будущем специалисты планируют провести завершающие очистные работы в российских поселках на Шпицбергене и Новосибирских островах. Кроме того, будут проведены комплексная оценка экологического состояния и мероприятия по сохранению историко-культурного наследия региона.

Помимо всего прочего, Россия уделяет внимание осуществлению экологических программ в сфере биологического разнообразия Арктики. В настоящее время в АЗР функционируют 24 особо охраняемые природные территории федерального значения, 10 заповедников, 13 парков, 11 федеральных заказников и 86 особо охраняемых природных территорий регионального значения.

Литература

1. История освоения Арктики [Электронный ресурс] // Севпростор: [сайт]. URL: http://www.sevprostor.ru (дата обращения: 27.03.2016).
2. Меламед И.И., Павленко В.И. Правовые основы и методические особенности проекта государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации до 2020 года // Арктика: экология и экономика. – 2014. – №2 (14). – С. 6–15.
3. Очистка Арктики [Электронный ресурс] // Русское географическое сообщество: [сайт]. URL: http://www.rgo.ru/ru/proekty/ochistka-arktiki (дата обращения: 27.03.2016).
4. Пугачева Е.Е., Пичуева Е.С. История социально-экологических проблем освоения арктической зоны России // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы 13 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 21-25 ноября 2016 г. – М.: ИПКОН РАН. – 2016. – С. 330–333.
5. Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России: В 2 ч. – М.: ВЛАДОС, 2003. – Ч. 1: Общий обзор. Европейская часть и островная Арктика. – 288 с.
6. Соколов И.Ю. Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба // Арктика: экология и экономика. – 2013. – №2 (10). – С. 18–27.
7. Тишков А.А. «Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия // Арктика: экология и экономика. – 2012. – №2 (6). – С. 28–44.

ОЦЕНКА СУММАРНОЙ АЛЬФА, БЕТА-АКТИВНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОИЗОТОПОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ КЫЗЫЛКУМСКОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА

И.М. Ражаббоев, Л.С. Мизомов

Научный руководитель главный инженер Центральной НИ лаборатории НГМК, А.М. Музафаров

Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан

Исследование возможности нарушение радиоактивного равновесия между изотопами урана в природных водах является актуальным направлением геохимии радиоактивных элементов и радиоэкологии. По данным НКДАР ООН, вклад питьевой воды в суммарную дозу облучения населения не является преобладающим (за исключением отдельных регионов) и обусловлен в основном присутствующими в воде радионуклидами природных рядов урана и тория. Наибольший вклад в формирование дозы облучения за счет потребления питьевой воды вносят изотопы урана (^{238}U и ^{234}U), радия (^{226}Ra и ^{226}Ra), радона (^{222}Rn) и полония-210 (^{210}Po), в меньшей степени - свинца-210 (^{210}Pb) и изотопы тория (^{228}Th , ^{228}Th, ^{232}Th).

При содержании природных и искусственных радионуклидов в питьевой воде, создающих эффективную дозу облучения населения менее 0,2 мЗв/год, не требуется проведения мероприятий по снижению ее радиоактивности в целях радиационной безопасности, следовательно, нет необходимости определять ее радиоизотопный состав.

Другим нормируемым показателем радиационной безопасности воды является удельная активность природных изотопов радона - концентрация ^{222}Rn в воде не должна превышать 60 Бк/л.

Таблица

Результаты радиохимического анализа проб питьевой воды отобранной из различных водных проб Кызылкумского региона

№ п/п	Место отбора	Концентрация (объёмная активность Бк/л)				Суммарная объёмная активность Бк/л	
		U -238	Ra-226	Th-232	Po - 210	альфа- излучения	бета-излучения
1	г. Навои	0,76	0,016	0,18	0,013	0,17 ± 0,07	0,60 ± 0,30
2	г. Учкудук	0,81	0,019	0,26	0,016	0,18 ± 0,09	0,41 ± 0,40
3	г. Зарафшан	0,73	0,014	0,16	0,008	0,18 ± 0,08	0,50 ± 0,38
4	г. Зафарабад	0,78	0,024	0,23	0,017	0,19 ± 0,07	0,53 ±0,17
5	пос. Кетменчи	0,53	0,020	0,28	0,024	0,19 ± 0,10	0,47 ±0,15
6	г. Нурабад	0,58	0,032	0,37	0,052	0,23 ± 0,10	0,22 ± ,16
7	р. Зарафшан (г.Навои)	0,91	0,024	0,22	0,010	0,24 ± 0,08	0,51±0,17
8	р. Амударья	0,98	0,014	0,18	0,008	0,36 ± 0,09	0,50± 0,38

Для полноценной оценки природных питьевых вод соответствующие вышеперечисленным требованием задачами наших исследований являлись определение удельная активность естественных радиоизотопов, суммарную удельную альфа-бета активности, изотопного состава естественных радионуклидов и проверки ее соответствии к требованиям уровня вмешательств.

Проведенный анализ питьевой воды отобранной из различных населенных пунктов западного Узбекистана (таблица) показывает, что природная суммарная активность альфа и бета излучений находится на уровне предельно допустимой концентрации (ПДК) в питьевой воде. Относительно высокое содержание суммарной альфа активности найдено в водах реки Зарафшан и Амударья.

Кроме того, удельная активность естественных радиоизотопов также находится на уровне ПДК в питьевой воды. Результаты по определению изотопного состава урана в природных водах, отобранные из различных водных бассейнов Кызылкумского региона методом альфа спектрометрии (табл.2), показывают, что имеется место нарушение радиоактивного равновесия между изотопами урана (^{234}U/^{238}U). При радиоактивном равновесии изотопов урана содержание ^{234}U должен находится на уровне 53,41±1,5 мкг/г.

Полученные результаты подтверждают, что имеется прямолинейная взаимосвязь между суммарной альфа-активностью с концентрацией изотопа ^{234}U, так как, изотоп ^{234}U имеет относительно максимальный удельный активность в среды изотопов урана ($2{,}3*10^{8}$ Бк/г).

Для изучения природной и антропогенной геохимии изотопов урана (нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана) и миграционных свойств вод, необходимо провести специальное исследование, путем анализа изотопного состава урана в пробах отобранные из различных участков по течение реки Зарафшан и Амударья.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕЛЬЕФ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ НА ПРИМЕРЕ Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКА

А.Р. Рамазанов
Научный руководитель доцент П.В. Большаник
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Данная статья является частью научной работы по изучению и анализу геоморфологии г. Ханты-Мансийска.

Целью работы является изучение экзогенных процессов, протекающих на территории г. Ханты-Мансийска их образование, воздействие на городскую среду и методы борьбы с ними.

Если рассматривать г. Ханты-Мансийск с геологической точки зрения, то он представляет собой «Самаровский останец обтекания», образованный в результате деятельности постоянных водотоков, и прилегающие к нему надпойменные террасы. В районе Самарово находится удивительное геологическое обнажение горы Пионерской, которое является единственным в своем роде. Удивительным является то, что за все время изучения данного объекта нет точных доказательств о его генезисе [2].

На данный момент «Самаровский Чугас» включает в себя леса на территории г. Ханты-Мансийска и «Урочища Шапшинское», находящиеся на водоразделе между поймами рек Иртыша с юга и Оби с севера, также входят леса на двух островах в пойме Оби. Если рассматривать принадлежность природного парка по районированию, то его относят к Среднеобской низменности, но при этом рельеф «Самаровского Чугаса» очень разнообразен. Обширные речные долины являются заболоченной местностью, но эти равнины сильно варьируют, встречаются сильно поднятые (до сотни метров) испещренные оврагами и лощинами и пологие (20-50 м) [3].

В настоящее время на территории г. Ханты-Мансийска активно происходят экзогенные геологические процессы, которые разрушают природный ландшафт. Данные разрушения связанны с человеческим вмешательством, а именно строительством зданий, дорог и других различных сооружений, вырубка лесов под строительство, которые нарушают почвенный слой. Создаются условия для концентрации стока, приводящего к разрушению почвогрунтов. Антропогенные факторы накладываются на природные факторы водной эрозии, такие как ливневый характер осадков, уничтожение растительности пожарами и т.д.

В результате очагового характера разгрузки подземных вод «Самаровского Чугаса», выделяется основной перечень экзогенных геологических процессов: эрозия постоянных и временных водотоков, оползни, плывуны, оплывины, суффозия, заболачивание. Эти процессы должны постоянно наблюдаться, чтобы избежать их росту и нанесению ущерба. Но больше всего вреда природному парку наносят эрозия, оползни и оплывины [5].

В г. Ханты-Мансийске выделяют верхний гидрогеологический этаж, состоящий из нескольких водоносных горизонтов. Эти комплексы относят к четвертичному и верхнепалеогеновому возрасту. Особенность в том, что источниками питания этих горизонтов являются атмосферные осадки, а область питания совпадает с областью разгрузки. Данный фактор оказывает существенное влияние, так как происходит увлажнение нижележащих слоев горной породы и размыв естественных упоров у подножья склонов «Самаровского останца», в результате чего происходят оползни. Другой важной причиной эрозии являются крутизна склонов (25 градусов и более), их расчлененность лощинами и балками, специфика механического состава почв. Почвы здесь в большинстве супесчаные и суглинистые, часто даже илистые, плывунные, которые легко подвергаются смыву и размыву.

Наиболее ярким примером результата воздействия экзогенных геологических процессов на городскую среду является событие, произошедшее в г. Ханты-Мансийск. Ранее в 2012 г. была проведена реконструкция биатлонной трассы, находящейся в пределах «Самаровского Чугаса», что привело к серьезным разрушениям рельефа и трансформации ландшафта. 12 июня 2012 года в результате получасового ливня были разрушены биатлонные трассы в Центре зимних видов спорта г. Ханты-Мансийска. За полчаса, что шел дождь, в два-три раза были превышены объемы среднемесячной нормы осадков. Пропускные сечения водоотводящих водопропускных каналов не были рассчитаны на поступивший поток. В результате этого всего произошел размыв и вынос защитного гравийного покрытия, засорение и переполнение быстротоков с последующим разрушением асфальтного покрытия на отдельных участках трасс.

Интенсивное вмешательство человека в сложившуюся геолого-геоморфологическую обстановку привело к активизации многих экзогенных геологических процессов. Здесь в результате нарушения и частичного уничтожения почвенного покрова активизировались эрозионные процессы, которые особенно ярко выражены в пределах склона [4].

При строительстве новых и реконструкции старых биатлонных трасс наблюдается подпруживание русел малых водотоков, суффозионный вынос материала, подмыв дорожного полотна, оврагообразование, осыпание откосов.

Наибольший урон происходит от постепенного разрушения залесенных поверхностей, связанного, прежде всего с эрозией, оползнями, а также оплывинами, обусловленными очаговой разгрузкой грунтовых вод.

Сооружение дорожного полотна на пересеченной местности (Самаровский останец) влечет за собой изменение естественного рельефа.

Отсюда и специфика экзогенных геологических процессов, возникающих при строительстве. В достаточно глубоких выемках при строительстве и, возможно, после происходит дренаж подземных вод (верховодка прежде всего) в выемку, дополнительное увлажнение грунтов, их разуплотнение.

При сооружении биатлонной трассы были построены тупиковые водопропускные сооружения, которые имеют вход для воды и не имеют выхода.

Вопиющим фактом было создание искусственного водопада, при сооружении трассы. Водопропускная труба

висит на расстоянии 155 см над днищем лога (Рис.). Интенсивный сброс воды по этой трубе приведет к сильному развитию линейной эрозии.



Рис. Эрозия, созданная потоком воды из водопропускной трубы

Таким образом, ландшафты природного парка «Самаровский Чугас» подвержены значительным антропогенным воздействиям, вызванных рекреацией и оплывинами, оползнями, спровоцированными масштабной застройкой склонов холмов, что привело к изменению гидротермического режима ландшафта. Все эти явления достаточно динамичны и при любом дополнительном антропогенном воздействии будут только усиливаться. Поэтому, сосуществование городской и природной сред возможно лишь при высокой культуре проживающего населения и городских служб, предотвращающих утечку вод, а также строительства дренажа, перехватывающего сток на городской территории вдоль ул. Гагарина.

Все выше описанные ЭГП в дальнейшем получат развитие. Для этого, к сожалению, имеются в наличии все условия. Наибольшим деформациям будут подвержены склоны Самаровского останца, особенно восточная часть вдоль восточной объездной дороги и юго-восточная часть [1].

Создание любой природно-технической системы – это изменение естественной природной обстановки, в том числе и ее геоэкологических условий. В связи с изменчивостью и устойчивостью природно-технических систем важна их управляемость. С позиций инженерной геологии здесь на первый план выдвигаются геоэкологические проблемы, потому что экзогенные геологические процессы, являющиеся их составной частью способствуют существенному изменению ландшафтов, свойств и состояния горных пород.

Управляемость может быть обеспечена инженерно-техническими, нормативными, организационно-административными, экономическими и другими механизмами и методиками. Для разработки конкретных мероприятий управления природно-техническим объектом главная роль отводится последнему этапу мониторинга – прогнозу изменения природной обстановки. Здесь необходима качественно-количественная оценка предполагаемых опасностей и рисков для их предупреждения и исключения потерь.

Для ликвидации последствий реконструкции биатлонного центра и вызванных этим неблагоприятных геоморфологических процессов и геоэкологических последствий необходимо:

1. На биатлонной трассе провести ревизию и устранить строительные просчеты при сооружении дренажей.
2. Укрепление склонов трассы, подверженных эрозией и оплывинами, проводить с использованием грубого материла – щебень, дресва, плотные глины и суглинки, решетки геовэб.
3. Провести масштабное озеленение вдоль трассы.

Литература

1. Большаник П.В., Недбай В.Н., Яговкин А.К. Исторические особенности застройки городов Западной Сибири и природно-антропогенная трансформация рельефа городской среды // Социокультурное пространство сибирского города: история и современность. Сб.научн.статей. Вып.7. Ханты-Мансийск, 2009. – С. 39-53.
2. Большаник П.В., Ярков Р.Н. Особенности рельефа г. Ханты-Мансийска // Актуальные проблемы современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. 13-14 декабря 2013 г.: в 4 ч. Ч3/ отв. Ред. А.А. Сукиасян. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. – С.239-241.
3. Булатов В.И. «География и экология города Ханты-Мансийска и его природного окружения». Ханты-Мансийск: ОАО «Информационно-издательский центр», 2007. – 187с.
4. Евсеева Н.С., Земцов А. А. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины.— Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 242 с.
5. Кусковский В.С. Учебно-методическое пособие «Гидро-инженерно-геологичесие условия территории г. Ханты-Мансийска». Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 2004. – 56с.

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ КАРТА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. НЕСВИЖА (БЕЛАРУСЬ) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Ю.А. Романкевич
Научный руководитель заведующий лабораторией В.С. Хомич
Институт природопользования НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

В городах антропогенное воздействие становится преобладающим фактором почвообразования, формируя в новых экологических условиях специфические типы почв, в разной степени трансформированные. В настоящее время общепринятой классификации городских почв не существует ввиду отсутствия единых подходов в номенклатуре и систематике почв городов. Тем не менее, исследователи едины в выделении спектра поверхностных образований на территории городов: от естественных почв, характерных для той или иной географической зоны, до различной степени трансформированных почв и непочвенных образований, а также запечатанных (экранированных) почв [1,4,6, 10-12, 14-16].

Согласно «Номенклатурному списку почв Беларуси», коррелирующемуся с Мировой Реферативной Базой Почвенных ресурсов (WRB) выделяют: естественные (строение профиля практически не изменено под влиянием техногенеза), антропогенно-естественные (измененные с сохранением классификационно-генетических признаков естественных почв) и антропогенно-преобразованные почвы (с глубоко трансформированным почвенным профилем и полностью утратившие свои естественные классификационно-диагностические признаки) [8,16].

Широкий интерес к изучению почв городов возник в последние десятилетия. Объектами исследований становятся преимущественно многонаселенные города и промышленные центры [2,3,7,9,11-14]. Городские территории таких населенных пунктов весьма специфичны: значительные площади являются запечатанными и лишь небольшая доля приходится на открытые поверхности, которые представлены антропогенными почвами и грунтами, в значительной степени трансформированными [1,4-6,9,11,12,14]. Для открытых городских почв авторы предлагают различные варианты классификационных построений [1,4,6,11,14-16], уделяя значительное внимание наиболее распространенным почвам многонаселенных городов, и вместе с тем наиболее антропогенно-трансформированным почвам, во многом утратившим естественные признаки.

Антропогенные почвы молоды, характеризуются изменением почвенного профиля на глубину 50 см и более, во многом утратили естественные классификационно-диагностические признаки [1,4,5,7,8,11]. Педогенная эволюция таких почв настолько слаба, что профиль отражает лишь свойства почвообразующей породы или техногенной конструкции [1,5,11]. Изучать воздействие городской среды на антропогенно-преобразованные почвы, прослеживать особенности и закономерности изменений, прогнозировать и оценивать последствия геохимических трансформаций является практически невыполнимой задачей.

Городские почвы, в большей степени сохранившие естественные признаки, исследованы недостаточно. По данным учета земель, к естественным экосистемам в составе городов Беларуси относят 14%. Этот факт позволяет судить о наличии естественных, а также в меньшей степени измененных почв в городах Беларуси. В этом контексте определенный научный интерес в качестве объектов геохимических исследований вызывают малые города, на территории которых представлены все виды антропогенных и естественных почв, характерен многолетний устоявшийся режим использования территорий, и ограниченный набор факторов техногенного воздействия.

Объектом исследований явился почвенный покров малого города Несвижа на территории Беларуси с более чем 570-летней историей. Выбор объекта обусловлен небольшой площадью города (10,3 км кв.), многолетним, устойчивым регламентом использования городских территорий с разнообразным сочетанием природно-техногенных условий и нагрузок. Имеющиеся архивные и картографические материалы, датированные началом XVII в., документально свидетельствуют о том, что функциональное использование 65% территории города на протяжении последних 400-хсот лет практически не изменялось и представлено преимущественно высокоплотной усадебной застройкой, что детально отражено на картосхемах и гравюрах, сохранившихся до наших дней.

Целью исследований явилось создание ретроспективной карты почвенного покрова на уровне разновидностей для территории малого города с учетом принятых подходов [2,3,13]. Данная карта в дальнейшем явится основой для изучения техногенных изменений в связи с непосредственными источниками воздействия и функциональным использованием территорий, картографирования антропогенных почв в масштабе 1:10000 с учетом распределения загрязняющих веществ в почвенном покрове.

Основой для создания ретроспективной карты города и прилегающих территорий явилась растровая почвенная карта с легендой в масштабе 1:10000, выполненная на основании почвенной съемки (ранее для сельскохозяйственных угодий, а ныне – части городских территорий), которая была оцифрована. Данный источник позволил получить детальные сведения о почвенном покрове на уровне разновидностей, почвообразующих и подстилающих породах для 60% исследуемой территории. Фондовые материалы города и музейного комплекса, посвященные структуре и состоянию почвенного покрова, а также грунтов охраняемого ландшафта в границах города стали источником информации еще для 25 % территории. Границы почвенных разновидностей уточнялись посредством данных топографической карты г. Несвижа масштаба 1:10000, а также серии прикопок. Использовались данные паспортизации 10 скважин, расположенных на территории города, содержащие геологические разрезы и результаты геологических изысканий крупных сооружений на территории

города. Закладывались шурфы в старой части города.

Результатом выполненных работ явилась ретроспективная почвенная карта города с легендой в масштабе 1:10000, а также база данных. На карте выделены 4 типа почв и 15 разновидностей. Среди типов были представлены: дерново-подзолистые (58,6%), дерново-подзолистые заболоченные (29,3%), дерновые заболоченные (6,9%) и торфяно-болотные (5,2%). По механическому составу преобладали супесчаные (62,6%) и суглинистые (31,3%), встречались песчаные и другие (6,1%). Среди почвообразующих пород преобладали супеси и легкие суглинки, встречались осоковые и тростниковые торфы, а также моренные связные пески. Подстилающие породы образованы в основном моренными суглинками (48,8%), а также моренными связными и рыхлыми песками (38,0%). В качестве подстилающих пород в меньшей степени были распространены водно-ледниковые рыхлые пески (11,1%), редко встречались суглинки или супеси (5,2%) и рыхлые пески (0,9%).

Согласно созданной ретроспективной карте, естественный почвенный покров исследуемого города был представлен: дерново-подзолистыми местами эродированными почвами преимущественно супесчаными на связных супесях, с глубины 0,4–1,0 м подстилаемыми моренными связными, реже рыхлыми песками или моренными суглинками; дерново-подзолистыми заболоченными преимущественно суглинистыми, реже супесчаными на легких пылеватых суглинках, местами с намытым верхом, реже на связных песчанисто пылеватых водно-ледниковых супесях, местами с намытым верхом, с глубины 0,3-0,9 м подстилаемые моренными суглинками, редко водно- ледниковыми рыхлыми песками. Менее распространены дерновые заболоченные почвы, представленные одной почвенной разновидностью, а также торфяно-болотные низинные почвы.

Литература

1. Агаркова М.Г., Целищева Л.К., Строганова М.Н. Морфолого-генетические особенности городских почв и их систематика // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, Почвоведение. 1991. Т 17. №2. С. 11-16.
2. Апарин Б. Ф., Сухачева Е. Ю. Принципы создания почвенной карты мегаполиса (на примере Санкт-Петербурга) // Почвоведение. 2014. № 7. С. 790-802.
3. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Почвенная карта - основа интегральной оценки экологического пространства мегаполиса // Мат-лы конф. "Нерешенные проблемы климатологии и экологии мегаполисов". СПб., 2013. С. 5-10.
4. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
5. Курбатова А.С., Башкин В.Н. Экологические функции городских почв. М. Смоленск: Маджента, 2004. 232 с.
6. Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Герасимова М.И. Антропогенно-преобразованные почвы в мировых классификационных системах. Почвоведение. 1996. № 8. С. 961-967.
7. Мамонтов В.Г., Филатова А.И., Комаристая С.С., Рябова О.Б., Смарыгин С.Н., Черничкин Р.В. Свойства городских почв (на примере г. Москвы). Плодородие. 2016. № 6 (93). С. 56-58.
8. Полевая диагностика почв Беларуси: практическое пособие / под ред. Г. С. Цытрон. - Минск: Учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2011. - 175 с.
9. Светлогорск: Экологический анализ города / В.С. Хомич [и др.], Минск: Минсктиппроект – 2002. – 216 с.
10. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение, 1997. N 1. С. 96-101.
11. Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород города Москвы и возможность включения их в общую классификацию // Почвоведение, 2011, № 5, с. 611–623.
12. Хомич В.С. Геохимическая трансформация природной среды в городах Беларуси: диссертация д-ра геогр. наук: 25.00.23/ В.С. Хомич; Бел. гос. ун-т. – Минск, 2005. – 44с.
13. Шестаков И.Е., Еремченко О.З., Филькин Т.Г. Картографирование почвенного покрова городских территорий на примере г. Пермь // Почвоведение. 2014. № 1. С. 12-21.
14. First International Conference on soils of urban, industrial, traffic and min-ing areas. University of Essen, Germany, 2000. V. 1. 366 p.
15. Lehmann A., Stahr K. Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils // J. Soils Sediments. 2007. V. 7(4). P. 247-260.
16. World reference base for soil resources (2014) [Electronic resource]. Mode of access: http://www.fao.org/soils-portal/resources/en/.

ОСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ КИСЛОГО ДРЕНАЖНОГО РАСТВОРА ПРИ ПОМОЩИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ

О.П. Саева [а], Н.В. Юркевич [а,б], К.Ю. Тулисова [б]

[а]Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук,

[б] Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

Загрязнение окружающей среды в районах складирования отходов горнорудного производства обусловлено взаимодействием измельченных сульфидсодержащих отходов с атмосферными и поверхностными водами, в следствие чего образуются высокоминерализованные техногенные растворы с концентрациями химических элементов разных классов опасности (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Sb), превышающими фоновые и предельно допустимые значения на несколько порядков [1, 2]. химические соединения мигрируют на расстояния в десятки километров от хранилищ отходов с техногенными водными потоками, формируя разнообразные геохимические аномалии в поверхностных водоемах и грунтовых водах [5, 6]. Понятие геохимического барьера впервые в 1979 году было введено А.И. Перельманом и обозначает участки земной коры, на которых происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация. В настоящее время искусственные барьеры используются для защиты окружающей среды от загрязнений [3, 4, 7]. Ранее коллективом наших авторов была определена потенциальная опасность сульфидсодержащих отходов различного состава четырех горнорудных предприятий на основании данных по составу дренажных стоков, формирующихся при взаимодействии твердого вещества с водой [9]. Главная цель данной работы – количественно оценить эффективность геохимических барьеров на основе глины и кирпичной крошки в снижении подвижности потенциально опасных химических элементов (Al, Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Co) из дренажного раствора по результатам лабораторных динамических экспериментов.

Объекты и методы исследования

Модельный дренажный раствор для эксперимента приготовили из вещества отходов Карабашской обогатительной фабрики (КОФ), отобранного с борта реки Сак-Елга. В г. Карабаш более 100 лет развивается медеплавильная промышленность, и на данный момент существует около 10 хранилищ отходов. С 1934 по 1952 г. отходы флотационного обогащения сульфидных руд сливались в русло реки, в результате чего на протяжении примерно 3 км образовалась техногенная залежь площадью около 2.5 км2 при мощности шламов от 0.3 до 2.0 м. Отходы обогащения состоят из пирита (до 25 мас. %), силикатных фаз (кварца, слюды), в присутствии халькопирита, сфалерита [8]. Для приготовления дренажного раствора смешали 150 г вещества отходов и 3 литра дистиллированной воды в стеклянной бутыли. После отстаивания в течение 96 часов, раствор фильтровали, измерили значения pH, Eh потенциометрическим методом на приборе HANNA и отобрали пробы по 10 мл для определения элементного состава пробы методом ИСП-АЭС. Полученный раствор (по 100 мл) пропускали в динамическом режиме через колонки, заполненные сорбентами (геохимическими барьерами) массой по 100 г: 1) кирпич толченый, фракция 0,5 мм; 2) смектитовая глина (Камалинское месторождение) с добавлением 25 грамм чистого, отмытого раствором HCl песка для устранения процесса застаивания. На выходе из колонок фиксировали значения pH, Eh и отбирали пробы для элементного анализа методом ИСП-АЭС. Взаимодействие вещества отходов КОФ с дистиллированной водой привело к образованию кислого (pH 2.85) окислительного раствора с высокими концентрациями химических элементов, в том числе металлов Cu, Zn, Fe (таблица).

Таблица

Исходный состав дренажного раствора, приготовленного для экспериментов

Проба	pH	Eh, мВ	Концентрация, мг/л							
			Al	Fe	Cu	Zn	Mn	Cr	Co	Ni
ЭСЕ-исх	2.85	710	13	11	3.2	1.7	0.44	0.20	0.046	0.51

Обсуждение результатов

При взаимодействии кислого дренажного раствора с кирпичным барьером образуется нейтральный раствор (pH 7.59), окислительно-восстановительный потенциал снижается с 710 мВ в исходной пробе до 350 мВ на выходе из колонки. Концентрация Fe снижается на 3 порядка с 11 мг/л до 0.088 мг/л, концентрации Al и Zn – на 2 порядка, концентрация Cu и Cr – на 1 порядок. Чуть меньше скачок содержаний в растворе Mn, Co, Ni – после колонки с кирпичным барьером их становится в 2-4 раза меньше, чем в исходном растворе.

Несмотря на некоторые колебания, в течение всего эксперимента длительностью 70 дней значения pH остаются на уровне 6.5-7, Eh не превышает 500 мВ, концентрации химических элементов существенно ниже исходных. Наибольшую эффективность кирпичный барьер демонстрирует по отношению к Al, концентрация которого равна 0 мг/л на 70 сутки эксперимента. Эффективен барьер и для очистки от Fe, Cr и Cu– их концентрации в конце эксперимента падают на 1-2 порядка по сравнению с исходными. Чуть менее эффективен кирпич для удаления Zn, Co, Ni, Mn, хотя и их концентрации на 70-е сутки эксперимента в 2-4 раза ниже, чем в исходном дренажном растворе. По предварительной оценке, на 1 г кирпичного барьера осаждается 13 мкг Al, 11 мкг Fe, 2.9 мкг Cu, до 1 мкг Zn, Cr, Co, Ni (рисунок). Высокая эффективность барьера по отношению к Al и Fe обусловлена в частности образованием нерастворимых гидроксидов типа $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$ при нейтральных значениях pH.

При взаимодействии кислого дренажного раствора с глинистым барьером образуется нейтральный раствор (pH 7.0), Eh снижается с 710 мВ в исходной пробе до 610 мВ на выходе из колонки. Концентрация Cu снижается на 2 порядка с 3.2 мг/л до 0.045 мг/л, концентрации Fe, Cr, Zn, Ni – на 1 порядок, концентрации Al, Mn – в 2-3 раза. В течение 63 дней эксперимента значения pH остаются на уровне 7, окислительно-восстановительный потенциал через неделю падает до 400 мВ и колеблется в районе 450 мВ до конца эксперимента, концентрации химических элементов, несмотря на незначительные колебания, остаются на низком уровне. Наибольшую эффективность глинистый барьер так же, как и кирпичный, демонстрирует по отношению к Al, концентрация которого равна 0 мг/л уже на 14 сутки и остается на этом уровне вплоть до конца эксперимента на 63 сутки. Аналогично кирпичному глинистый барьер эффективно очищает раствор от Fe – его концентрация в конце эксперимента равна 0.012 мг/л, что ниже исходной на 3 порядка. Концентрации Cu, Cr в конце эксперимента составляют 0.074 и 0.006 мг/л соответственно, что ниже концентраций в исходном дренажном растворе на 2 порядка и не превышает ПДК$_{рв}$. Эффективна очистка и от Zn, Ni, Co, Mn, концентрации которых падают в 2-10 раз. По предварительной оценке, на 1 г глинистого барьера осаждается 13 мкг Al, 11 мкг Fe, 3,1 мкг Cu, 1.6 мкг Zn, до 0.2 мкг Mn, Cr, Co, Ni (рисунок). Таким образом, барьер на основе кирпича демонстрирует такую же высокую эффективность очистки и нейтрализации кислых дренажных растворов от химических элементов, как и «классический» глинистый барьер. Оба материала могут быть использованы для создания комплексного геохимического барьера для сорбции и осаждения химических элементов, в том числе металлов Al, Fe, Cu, Zn из кислых техногенных растворов.

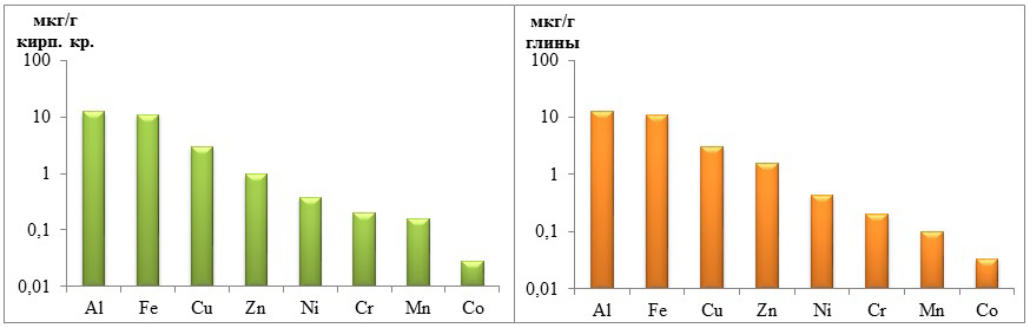


Рис. Количество элементов, осажденных на кирпичном и глинистом барьерах

Полученные результаты в совокупности с накопленными данными позволяют рекомендовать исследуемые геохимические барьеры для доочистки дренажных растворов после предварительного извлечение ценных компонентов (Al, Cu, Zn).

Работа выполнена в рамках проекта НИР ИНГГ СО РАН VIII.80.1.4 и при финансовой поддержке гранта фонда Президента РФ № МК-6654.2016.5

Литература

1. Abrosimova N., Gaskova O., Loshkareva A., Edelev A., Bortnikova S. Assessment of the acid mine drainage potential of waste rocks at the Ak-Sug porphyry Cu-Mo deposit // Journal of Geochemical Exploration. – 2015. – V. 157. – P. 1-14.
2. Bortnikova S., Bessonova E., Gaskova O. Geochemistry of arsenic and metals in stored tailings of a Co-Ni arsenide-ore, Khovu-Aksy area, Russia // Applied Geochemistry. – 2012. – V. 27. – I. 11. – P. 2238-2250.
3. Li Z. J. et al. Efficient removal of uranium from aqueous solution by zero-valent iron nanoparticle and its graphene composite //Journal of hazardous materials. – 2015. – V. 290. – P. 26-33.
4. Obiri-Nyarko F., Grajales-Mesa S. J., Malina G. An overview of permeable reactive barriers for in situ sustainable groundwater remediation //Chemosphere. – 2014. – V. 111. – P. 243-259.
5. Xuan P. T., Van Pho N., Gas'kova O.L., Bortnikova S.B. Geochemistry of surface waters in the vicinity of open pit mines at the Cay Cham deposit, Thai Nguyen province, northern Vietnam //Geochemistry International. – 2013. – V. 51. – I. 11. – P. 931-938.
6. Yurkevich, N.V., Saeva, O.P., Karin, Y.G. Geochemical anomalies in two sulfide-bearing waste disposal areas: Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, and As in contaminated waters and snow, Kemerovo and Chelyabinsk regions, Russia // Toxicological and Environmental Chemistry. – 2015. – V. 97. – I. 1. – P. 76-89.
7. Yurkevich N.V., Saeva O.P., Pal'chik N.A. Arsenic mobility in two mine tailings drainage systems and its removal from solution by natural geochemical barriers // Applied Geochemistry. – 2012. – V. 27. – I. 11. – P. 2260-2270.
8. Бортникова С. Б., Гаськова О. Л., Бессонова Е. П. Геохимия техногенных систем. – Новосибирск: Гео, 2006.
9. Юркевич Н. В., Гаськова О. Л., Саева О. П., Корнеева Т. В. Формы миграции химических элементов из сульфидных отходов горнодобывающей промышленности //Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 2. – №. 3. – С. 163-169.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРАНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Ю.Е. Силенко
Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При развитии промышленности и урбанизации территорий происходят изменения в геохимическом составе окружающей среды, возникают геоэкологические проблемы территорий, что в свою очередь негативно сказывается на здоровье человека. Поэтому необходимы исследования природных компонентов на территории городов. Проведение таких исследований особенно важно в горнорудных районах с развитым горнопромышленным комплексом в связи с интенсивным преобразованием ландшафтов и формированием геохимических аномалий природного и техногенного происхождения [1-2].

Одним из направлений исследований при оценке техногенного воздействия горнопромышленного комплекса на урбанизированные территории служит метод биогеохимической индикации [3]. Ряд исследователей подчеркивает преимущества использования листьев тополя для биогеохимического мониторинга и оценки состояния окружающей среды [8-9]. Листья тополя являются уникальным природным геохимическим планшетом, который накапливает элементы из почвы, но главным образом улавливает пылеаэрозоли из атмосферного воздуха за счет анатомических и морфологических особенностей строения листовой пластинки [5].

Цель работы – оценить проявленность природно-техногенных факторов окружающей среды в элементном составе листьев тополя в зоне влияния уранодобывающего и перерабатывающего комплекса Приаргунского горно-химического комбината.

Исследования проведены в районе города Краснокаменска, находящегося в зоне влияния добычи урановых руд из месторождений на Стрельцовском рудном поле в Забайкальском крае. Рудное поле относится к категории уникальных – общие запасы урана, сосредоточенные в 19 пространственно сближенных месторождениях, оцениваются более чем в 250 тыс. т. Стрельцовский тип урановых руд служит главной ресурсной базой урана в России [6].

Рудное поле локализовано в крупной вулканотектонической структуре, состоящей из рудовмещающей кальдеры, центров кислого вулканизма и кольцевой дайки. В роиолитовом очаге кальдеры содержатся тела цезиеносных перлитов с концентрациями Cs от 0,006 % до 0,16 % [7]. Обрамление кальдеры сформировано магматическими (базальты, граниты) и метаморфическими (гнейсы, доломитовые мраморы) породами. Граниты имеют U, Th, Rb специализацию. Основным источником урана на всех месторождениях является очаг риолитов с первичным содержанием урана – 15-20 г/т и тория – 45-60 г/т в реликтовом вулканическом стекле, из которого происходил вынос урана, сурьмы и др. элементов, но оставалось неизменным содержание тория [6].

Эксплуатация месторождений Стрельцовского рудного поля ведется с 1968 года и сопровождается изменением природных ландшафтов прилегающих территорий. Месторождения отрабатываются подземным способом. Геоэкологическую ситуацию здесь определяют ряд объектов техногенного воздействия, в первую очередь – хвосто-, шлако- и золохранилища, площадки кучного выщелачивания, гидрометаллургический, сернокислый и цементный заводы, стволы шахт, отвалы горной породы и др. [2].

В сентябре 2014 г. в районе г. Краснокаменска отобраны пробы листьев тополя бальзамического (Populus balsamifera L.) по равномерной сети с шагом 1 × 1 км в селитебной зоне и по разреженной сети – в промышленной зоне. Всего отобрано 26 проб. Отбор и озоление проб проводили согласно методическим рекомендациям [4]. Элементный состав золы листьев определяли инструментальным нейтронно-активационным методом анализа (28 элементов) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в Томском политехническом университете (аналитик Судыко А.Ф.). Результаты данных анализа обработаны в программах Microsoft Exel (2010) и Statistica (10). На рис. 1 представлено распределение содержаний U, Cs, Th, определяющих геохимическую специализацию изученного района.

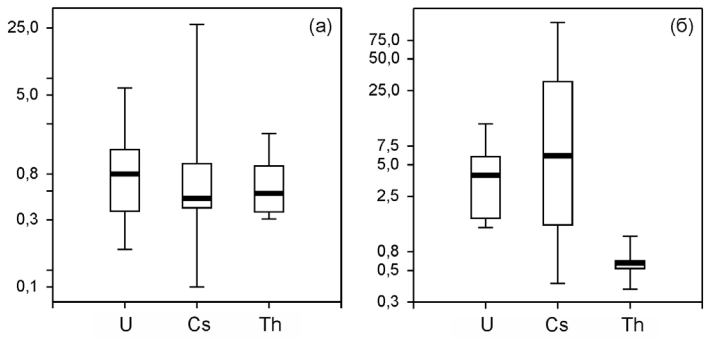


Рис. 1. Диаграмма размаха содержания U, Cs, Th (в мг/кг) в золе листьев тополя в районе г. Краснокаменска: (а) – селитебная зона, (б) – промышленная зона (медиана, минимум, максимум, 25-75% квартили)

Ранжированный геохимический ряд, составленный по коэффициенту концентрации в золе листьев тополя относительно [5] имеет следующие показатели: в селитебной зоне – Cs (9),U (4), Th (2); в промышленной зоне – Cs (94), U (16), Th (2). Разница в содержании урана между функциональными зонами составляет 4 раза, цезия – 10 раз. Содержание тория не изменяется. Отношение Th/U в селитебной зоне – 0,47, в промзоне – 0, 14.

Применение факторного статистического анализа позволило определить структуру взаимосвязей между содержанием элементов во всей выборке. Эта структура хорошо обнаруживается на круговой диаграмме (рис. 2).

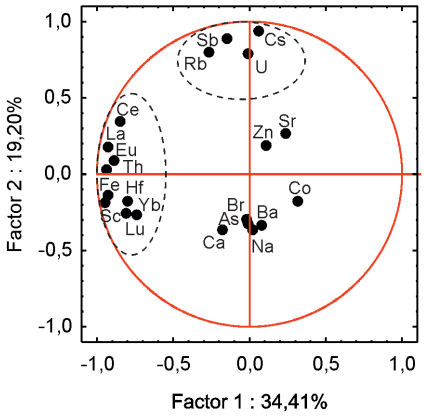


Рис. 2. Результаты факторного анализа

Как видно из рисунка, химические элементы изображены в виде точек на единичном круге, координаты точек (корреляции) с факторными осями принимают значения из интервала 0,1. Горизонтальная ось системы координат соответствует фактору 1, а вертикальная – фактору 2. Чем ближе положение химического элемента к окружности, тем лучше он воспроизведен в координатах корреляции между факторами и другими элементами.

Фактор 1 – наиболее весомый, составной, характеризуется ассоциацией Sc – Th – Fe – Hf – РЗЭ, связанной с фактором 1 отрицательной корреляционной связью. Данная ассоциация является преимущественно породообразующей, т.е. связана с «фактором петрофонда». Фактор 2 – менее весомый, составной, характеризуется ассоциацией Cs – U – Sb – Rb с положительной корреляционной связью. Данная ассоциация представлена преимущественно рудообразующими, легко подвижными элементами и элементами спутниками процесса рудообразования.

Таким образом, элементный состав листьев тополя с высокой чувствительностью отражает геохимическую специализацию структурно-вещественных комплексов, имеющих повышенный естественный уровень содержания ряда типоморфных элементов, а также загрязнение окружающей среды, вызванное процессом добычи и переработки урановых руд.

Литература

1. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия, 1993. – № 3. – С. 449 – 456.
2. Величкин В.И., Чуднявцева И.И. Ландшафтно-геохимические исследования при оценке радиоэкологического состояния окружающей среды в зоне влияния урандобывающего и перерабатывающего комплекса (на примере Стрельцовского Mo-U рудного поля // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2009. – № 2. – С. 99 – 114.
3. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация загрязнения окружающей среды химическими элементами // Тихоокеанская геология, 1996. – Т. 15, – № 1. – С. 142 – 148.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
6. Шатков Г.А. Стрельцовский тип урановых месторождений // Региональная геология и металлогения, 2015. – № 63. – С. 85 – 96.
7. Шатков Г.А., Гущин Е.Н. О высоких содержаниях цезия в кислых вулканических стеклах // Геохимия, 1969. – № 12. – С. 1510 – 1513.
8. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
9. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. О проявленности природно-техногенных факторов по соотношению содержания тория и урана в листьях тополя на урбанизированных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы V Международной конф., г. Томск, 13–16 сентября 2016 г. – Томск: STT, 2016. – С. 729 – 733.

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ОРГАНОВ СВИНЬИ ДОМАШНЕЙ ДЛЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

М. Скрипник, А. Беляновская
Научный руководитель профессор Барановская Н.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вода является уникальным веществом, несущим немало информации о ряде выполняемых функций в живом организме. Свои основные функции вода выполняет не в чистой форме, а как составная часть водных растворов.

По данным Кухты В.К. и соавторов у статистически «среднего» человека массой 70 кг общее количество воды составляет 42 л. Большая часть воды находится внутриклеточном компартменте - 28 л, а внеклеточной воды наполовину меньше – 14 л. Внеклеточная жидкость в свою очередь, разделяются на воду плазмы (3,5 л) и межклеточную жидкость (10,5 л). Межклеточная жидкость включает неорганизованную воду, которая относительно свободно перемещаются в межклеточном пространстве и организованную воду, которая связана со структурами межклеточного пространства [5]. Наибольшее значение имеют постоянно растворенные в воде белки, небольшие органические молекулы и неорганические ионы (Na^+, K^+,Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^-,HCO_4^{2-}).

Медиками доказано, что нарушения обмена воды и электролитов наблюдаются практически у каждого тяжело заболевшего человека.

Определение содержания натрия, калия, мочевины и креатина, нередко вместе с хлоридами и бикарбонатами, - наиболее часто запрашиваемый набор биохимических исследований, дающий много информации о состоянии водного и минерального обмена организма [4]. Это свидетельствует о том, что процессы водно- солевого баланса, роль и поведение катионов и анионов достаточно изучены на сегодняшний день. Однако практически нет данных о макро- и микроэлементном составе воды, постоянно циркулирующей по всему организму и занимающей большую часть внутреннего пространства.

Обработка научной литературы показала, что для изучения жидкостей внутренней среды в основном используются методы центрифугирования [1], гомогенизации [2], озоления тканей [7], однако эти методы не дают возможности в полной мере проанализировать химический состав жидкости внутренней среды организма.

В качестве эксперимента нами была проведена акваметрия [6] органов млекопитающего методом Дина и Старка. Данный метод используется в основном для количественного определения воды в различных веществах [8]. Сущность метода состоит в нагревании пробы с нерастворимым в воде растворителем, с образованием азеотропной смеси, состав которой не меняется при кипении. Нагрев прекращается после того, как объём воды в ловушке-приемнике перестаёт увеличиваться, что свидетельствует о полном извлечении жидкости из пробы. Измерение объема сконденсированной воды дает возможность вычисления ее количества в определённой структуре (орган), а также дальнейшего изучения ее химического состава. В конечном результате метод позволяет получить жидкость межклеточного и внутриклеточного пространства, т.к. происходит термическое разрушение стенок животной клетки.

В данной статье представлены результаты количественного анализа органов млекопитающего - свиньи домашней (лат. Sus scrofa domesticus). Объектом исследования выбран именно этот представитель класса млекопитающих, т.к. он имеет наибольшее анатомическое сходство с человеком [3]. Для анализа были отобраны кровь, органы (почки, легкое, селезенка, сердце, головной мозг) и ткани (мышечная и жировая) одной особи. Материалы не подвергались заморозке и были переработаны в максимально короткие сроки с момента отбора. Результаты проведённого исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество жидкости в органах свиньи домашней (лат. Sus scrofa domesticus)

Орган	Вес, г.	Навеска для эксперимента, г.	Время эксперимента	Жидкость, мл.	Обезвоженный остаток г.	Дополнительная информация
Почка	31(пара)	21	3ч.35мин	12,5	8	Пробы не подвергались заморозке. Возраст -1 месяц. Пол- женский. Место- Павлодарская область, г. Экибастуз
Кровь		15 мл	2ч.40мин	12	3	
Легкое	92	32	2ч.10мин	12,5	27	
Печень	131	23	2ч.10мин	11	12	
Селезенка	10	10	2ч	6	5	
Сердце	34	22	3ч.45мин	10	9	
Головной мозг	53	23	2ч	6	14	
Мышца		26	1ч.40мин	10	16	
Подкожный жир		31	2ч.30мин	6		

Данный метод не предусматривает пересчета количества жидкости, выделенной из каждого органа на живой вес всего организма. Для такого сравнения необходимо проведение дополнительных расчётов и исследований. Целью данной методики является выделение биологической жидкости для определения ее химического состава, что и определяет уникальность исследования.

Литература

1. Gilbert N. Ling, Cheryl L. Walton A Simple rapid method for the quantitative separatioi of the extracellular fluid in frog muscles // Physiol. Chem. & Physics . - 1975. - №7. - С. 215-218.
2. Алов И.А. Цитофизиология и патология митоза. - М.: : Медицина, 1972.- 264 с.
3. Кордюм В.А. Достижения современной геномики. Сходство свиньи с человеком. Интервью для сайта homegate.ru от 19.08.2010.
4. Кухта В.К., Морозкина Т.Е., Олецкий З.И., Таганович А.Д., Под ред. Тагановича А.Д. Биологическая химия - М. : БИНОМ, 2008. - С. 516
5. Кухта В.К., Морозкина Т.Е., Олецкий З.И., Таганович А.Д., Под ред. Тагановича А.Д. Биологическая химия - М. : БИНОМ, 2008. - С. 519
6. Митчелл Дж., Смит Д.; пер.: Б. А. Руденко, Ю. И. Хургин; ред. Ф. Б. Шерман. — М. : Химия, 1980. — 600 с.
7. Наточин Ю. В. Проблемы зарождения и эволюции биосферы , Под ред. Галимова Э.М. 2008. - С. 218-220.
8. Химическая энциклопедия в пяти томах / Главный редактор И.Л. Кнунянц. — том 1. — М.: СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ, 1988. — С. 66-67. — 600 с.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

И.М. Суракий

Научный руководитель старший преподаватель А.Р. Ялалтдинова

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Технологический прогресс не стоит на месте, создаются новые приборы и устройства, облегчающие повседневную жизнь человека в различных сферах. Однако они так же создают электромагнитное поле, и с каждым днем растет число проблем, связанных с электромагнитными излучениями.

Электромагнитные поля (ЭМП) – это особый вид материи, ключевой особенностью которой является взаимодействие с телами и частицами, обладающими электрическим зарядом.

Любой электроприбор является генератором электромагнитных волн. Данное свойство особенно ярко выражено для некоторых специфичных приборов и высокотоковых цепей. Как первые, так и вторые на сегодняшний день присутствуют практически в каждом доме, человек постоянно находится в зоне их воздействия.

Центр электромагнитной безопасности предложил следующую классификацию электромагнитных полей в зависимости от происхождения (деление на две группы):

1) Природные источники такие как электромагнитное поле Земли; процессы, которые происходят в атмосфере Земли (молнии, колебания в ионосфере); космические источники радиоволн (Солнце и другие звезды); организм человека (слабый источник ЭМП).

2) Искусственные источники (в свою очередь делятся на две группы):

- специализированные устройства, созданные для излучения электромагнитной энергии (например, физиотерапевтические приборы, радио и телевизионные вещательные станции, системы радиосвязи, радиолокационные установки);
- устройства, не предназначенные для излучения электромагнитной энергии в пространство (бытовая и организационная техника, линии электропередач и трансформаторные подстанции).

В 60-е годы СССР проводил широкие исследования электромагнитных полей. Накапливался клинический материал о негативном воздействии магнитных и электромагнитных полей. В последствии, ученые России установили, что нервная система человека, в первую очередь высшая нервная деятельность, восприимчива к ЭМП, и что ЭМП обладает информационным воздействием при действии на человека (только в интенсивностях ниже пороговой величины теплового эффекта).

В условиях длительного многолетнего воздействия биологический эффект ЭМП накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональных заболеваний. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (и эмбриона), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

Однако существуют меры по защите от ЭМП: помимо очевидных защит временем и расстоянием, существуют различные инженерно-технические средства защиты, состоящие из металла. На основе этого можно предположить, что различные металлы обладают рассеивающим эффектом по отношению к ЭМП или экранирующими свойствами [1,4].

Итак, целью нашей работы стало выяснение влияния электромагнитных полей на окружающую среду и живые системы через проведение модельных экспериментов с растениями на разных стадиях развития. Для этого нами проведен эксперимент с проращиванием пшеницы.

Пшеница (Triticum) - род одно- и двулетних трав семейства злаков, одна из важнейших зерновых культур. Зачастую территории сельскохозяйственных угодий подвергаются воздействию ЭМП, источником которых являются высоковольтные линии электропередач.

Фазы роста и развития на протяжении вегетации у зерновых культур отмечают следующие: всход, кущение, стеблевание, выход в трубку, колошение или выметывание, цветение и созревание.

При набухании в семенах происходят биохимические и физиологические процессы, которые способствуют их дальнейшему прорастанию. По мере набухания семена начинают прорастать. Ко времени образования 3–4 листьев зародышевые корни разветвляются и проникают в почву на глубину около 30–35 см, а рост стебля и листьев временно приостанавливается.

Интенсивность кущения зависит от условий произрастания, видовых и сортовых особенностей зерновых культур. При оптимальной температуре (10–15°С) и влажности почвы период кущения растягивается, а число побегов увеличивается. Величина урожая в значительной мере зависит также от размеров колоса и его озерненности. В период кущения растения должны быть в достаточной степени обеспечены элементами питания, особенно азотом, который резко увеличивает ростовые процессы формирующихся продуктивных органов.

Последняя корректировка потенциальной урожайности происходит в период налива зерна, когда определяется его крупность и масса. Некорневая подкормка в этот период (после цветения) увеличивает массу зерна и улучшает его качество [2,3].

Для нашего исследования важными являются стадии развития от набухания семян до появления 9 листа у ростков в связи с ограниченностью материальных и пространственных возможностей лаборатории.

Как источник ЭМП мы взяли катушку индуктивности. Ее главными параметрами являются индукция (1,4-1,5 Тл) и магнитный поток (от 300 до 400 мкВб).

Для стадии посадки, семена без калибровки в количестве 100 штук для каждой группы были замочены дистиллированной водой в емкости одинакового объема и температурного режима. Отличием было наличие или отсутствие ЭМП. Наблюдение за стадиями набухания и прорастания проводилось при таких же условиях.

Для проведения наблюдения за стадией появления первого листа и последующих стадий – появление третьего листа, появление пятого листа, появление девятого листа, мы помещали все семена (как проросшие, так и нет) обеих групп в емкости с почвой. Для всех стадий все создаваемые условия были одинаковыми (ёмкости с почвой одинаковые по размеру, качеству почвы и температурного режима), за исключением наличия или отсутствия ЭМП. Результаты эксперимента наглядно представлены на рисунке.

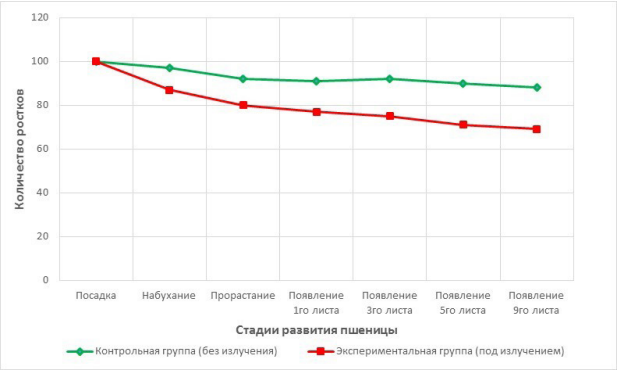


Рис. Результатов модельных экспериментов с пшеницей на разных стадиях развития

Подытожив эксперимент, мы видим, что из всех семян в экспериментальной группе вовремя развились только 69%, а у группы, находящейся без излучения, этот показатель составил 88%.

В течение эксперимента в группе, которая была под излучением, появляются ростки, которые, отставая в развитии, создают количественный разрыв между группами. У нас появилось предположение о том, что возможно они догонят, оставшиеся семена, на более поздних стадиях развития. Однако мы видим, что этот разрыв с каждой стадией развития не уменьшается, а только продолжает увеличиваться.

В конечном итоге эксперимента мы видим, что из всех семян в экспериментальной группе вовремя развиваются лишь 69%, в то время как у группы, находящейся без излучения, этот показатель на 19% больше.

А так как рядом со многими угодьями проходят линии электропередач, то мы делаем вывод о том, что на этих полях процент сбора не созревших зерен гораздо больше, чем было бы в естественных условиях. Такие зерна хуже хранятся и являются непригодными для последующего посева, вследствие чего снижается процент последующего урожая.

Литература

1. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Советское радио, 1971. – 664 с.
2. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.Н. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмарский. – Мироновка: ЗАТ Мироновская типография, 2009. – 575 с.
3. Развитие и питание зерновых культур [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://atbook.km.ru/news/000525.html (дата обращения: 30.01.2017).
4. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ

Т.С. Теровская
Научный руководитель профессор М.Д. Носков
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск, Россия

Метод скважинного подземного выщелачивания (СПВ) оказывает меньшее влияние на окружающую среду по сравнению с традиционными подземным и открытым горными способами. Добыча урана осуществляется с помощью сооружения системы технологических скважин, вскрывающих содержащий рудное тело продуктивный горизонт. В нагнетательные скважины подаются выщелачивающие растворы способные избирательно растворять урансодержащие минералы. Продуктивный раствор извлекается на поверхность откачными скважинами и поступает на перерабатывающий комплекс для сорбционного извлечения урана. Таким образом, добыча осуществляется без поднятия руды на поверхность путем избирательного растворения минералов урана непосредственно в недрах. При этом разработка месторождения не сопровождается образованием отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ, осушением подземных водоносных горизонтов, образованием сбросных вод гидрометаллургических заводов и др. Однако, при разработке месторождения методом СПВ, в результате нагнетания выщелачивающего раствора и взаимодействия его с вмещающей породой, в подземные воды поступают различные загрязняющие вещества [1, 2]. Для обеспечения экологической безопасности добычи урана методом СПВ и снижения воздействия на окружающую среду необходимо контролировать и прогнозировать распространение технологических выщелачивающих растворов и загрязнение подземных вод, как в процессе подземного выщелачивания, так и после его завершения.

При оценке геоэкологических последствий СПВ существует необходимость использования методов компьютерного моделирования. Это обусловлено сложностью происходящих при СПВ процессах и их высокой инерционностью, недостатком информации о состоянии продуктивного горизонта, высокой стоимостью сооружения дополнительных наблюдательных скважин.

Для прогнозирования распределения индикаторов загрязнения в продуктивном горизонте была разработана геоэкологическая моделирующая система [3]. Разработанное программное обеспечение основано на математической модели, позволяющей описывать движение загрязняющих компонентов, таких как уран, серная кислота, железо, алюминий, магний, кальций, калий, натрий и др. В модель включено описание гидродинамических процессов (конвективный массоперенос, гидродинамическая дисперсия, диффузия) и физико-химических процессов (комплексообразование, гомофазные и гетерофазные окислительно-восстановительные и кислотно-основные процессы, молекулярная сорбция, ионообменная сорбция, хемосорбция, реакции осаждения-растворения минералов, соосаждение компонентов раствора), определяющих миграцию индикаторов загрязнения в продуктивном горизонте. При моделировании учитываются режимы работы технологических скважин, составы рабочих растворов, неоднородности фильтрационных параметров продуктивного горизонта и региональный поток подземных вод [3].

В качестве примера применения геоэкологической моделирующей системы рассматривалось моделирование загрязнения подземных вод при отработке Хохловского месторождения и процесса самоочистки продуктивного горизонта после завершения добычи урана. Эпигнозный расчет отработки Хохловского месторождения проводился с момента начала эксплуатации по 01.11.2016г. Значения дебитов технологических скважин и составов выщелачивающих растворов для эпигнозного расчета соответствовали реальным данным. Для подтверждения адекватности описания процесса СПВ геоэкологической моделирующей системой, было проведено сравнение рассчитанных и фактических временных зависимостей концентрации урана, железа, серной кислоты и сульфат-иона в продуктивных растворах месторождения, рисунок 1.

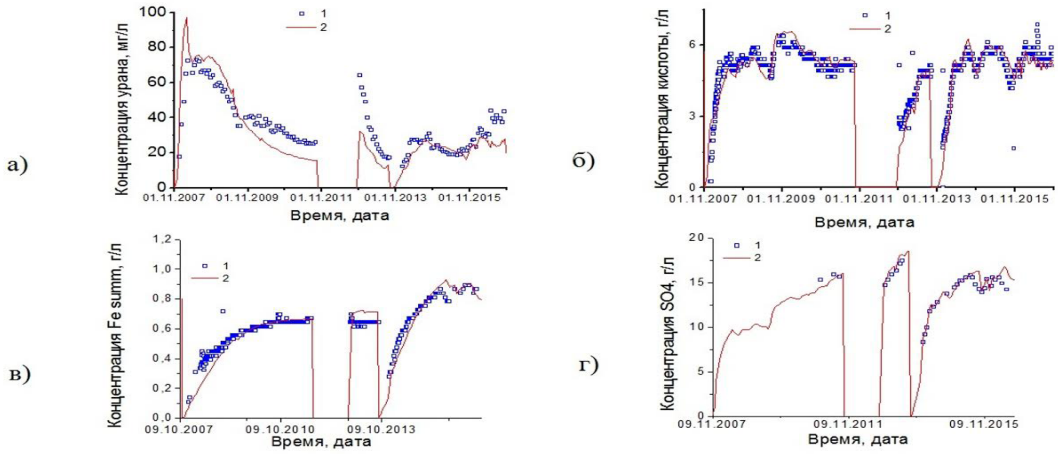


Рис.1. Зависимость концентрации урана (а), серной кислоты (б), железа (в) и сульфат-иона (г) в продуктивных растворах месторождения от времени, 1 – фактические данные, 2 – моделирование

На рисунке 2 представлены карты распределения концентраций урана и сульфат-иона на конец эпигнозного расчета (01.11.2016г). В процессе добычи в продуктивный горизонт подается серная кислота, при этом уменьшается значение pH среды внутри контура блока и увеличивается содержание сульфат-иона в подземных водах. Сульфат-ион имеет максимальную миграционную способность, по сравнению с другими индикаторами загрязнения, которые образуются при подземном выщелачивании [1]. С течением времени концентрация сульфат-иона увеличивается, т.к. данный компонент не извлекается на перерабатывающем комплексе предприятия, а копится в технологических растворах. Поэтому сульфат-ион распространяется на большие расстояния по сравнению с другими загрязняющими компонентами, и по его содержанию в подземных водах можно судить о степени загрязнения продуктивного горизонта. В процессе СПВ урана сульфат-ион распространяется от 40 до 80 метров за контур блока при соблюдении баланса по откачным и нагнетаемым растворам. На рисунке 2,б изображено распределение урана в подземных водах. На карте видна зона с высоким содержанием этого компонента, так как до 2015 года в этой области уран не извлекался. За контур блоков данный компонент распространяется незначительно, около 20 метров.

Для прогнозирования распределения индикаторов загрязнения в продуктивном горизонте после завершения процесса добычи урана методом СПВ были проведены прогнозные расчеты. При этом после наступления 01.10.2016г все скважины месторождения были отключены. На рисунке 3 представлены карты распределения сульфат-иона и урана в подземных водах через семь лет после завершения добычи урана. Последняя изолиния соответствует значению ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.2280-07).

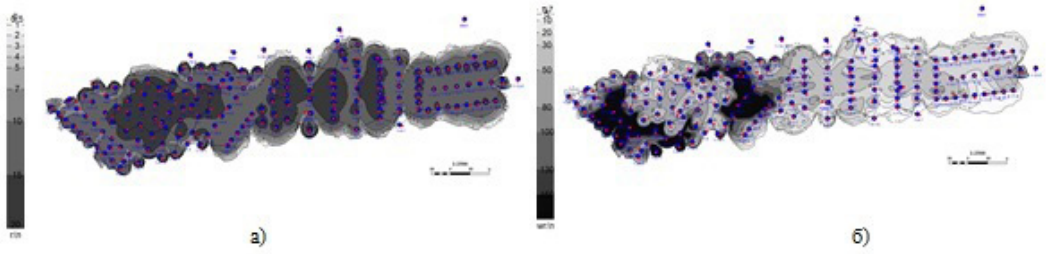


Рис.2. Концентрация сульфат-иона (г/л), (а) и урана (мг/л), (б) в подземных водах Хохловского месторождения на момент завершения отработки технологических блоков

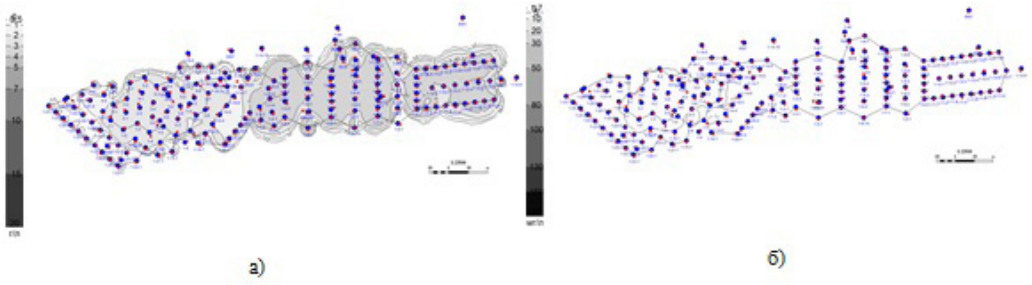


Рис. 3. Концентрация сульфат-иона (г/л), (а) и урана (мг/л), (б) в подземных водах Хохловского месторождения спустя 7 лет после завершения СПВ (б)

Результаты моделирования показывают, что области влияния подземного выщелачивания на окружающую среду локальны. После завершения добычи происходит автоочистка продуктивного горизонта в результате различных физико-химических и гидродинамических процессов внутри области незначительно выходящей за границы технологических блоков, около 40-80 метров.

Литература

1 Белецкий В.И., Богатков Л.К, Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. – М.: Энергатомиздат, 1997. – 672с.

2 Лаверов Н.П., Абдульманов И.Г., Бровин К.Г. и др. Подземное выщелачивание полиэлементных руд. – М.: Издательство академии горных наук, 1998, 446с.

3 Теровская Т.С., Кеслер А.Г., Носков М.Д Математическое моделирование миграции загрязняющих компонентов, образующихся при сернокислотном скважинном выщелачивании урана. / Известия вузов. Физика. – 2014. – Т.57, №2-2. – С. 83-89.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.С. Торопов
Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Техногенные радионуклиды могут содержаться в значимых количествах в водных объектах радиационно-опасных объектов и представлять потенциальную опасность для экосистем и человека, перемещаясь за территорию участка загрязнения. При этом на миграционный процесс может значительно повлиять форма нахождения радиоактивных элементов наряду с ландшафтно-геохимическими условиями природной среды. Актуальность исследования определяется фактическим отсутствием информации о том, в виде каких физико-химических форм техногенные радионуклиды способны мигрировать с поверхностными водами во взвешенном, коллоидном либо растворенном состоянии. Механизмы транспорта техногенных радионуклидов с водой исследованы недостаточно, что связано как с методическими трудностями, так и с объективной сложностью определения форм нахождения радионуклидов и элементов в водных системах из-за их ультранизких количеств.

Для понимания миграционной способности радионуклидов и их распределения по формам нахождения в природных водах радиационно-опасных объектов, например таких, как Семипалатинский испытательный полигон (СИП), были поставлены модельные эксперименты. В основу приготовления модельных растворов был положен принцип максимальной приближенности к натурному объекту – природной воде, т.е. имитировались природные процессы взаимодействия грунта с повышенным уровнем радионуклидов с водой. В модельном эксперименте скорость процессов взаимодействия фаз в системе грунт - вода в модельных экспериментах была многократно увеличена за счет механического воздействия (диспергирования частиц и взбалтывания) в лабораторных условиях.

Модельные растворы (водные вытяжки) для проведения исследований были приготовлены с использованием образцов грунта с площадки «Опытное поле» СИП, отобранных из наиболее загрязненных участков, которые характеризовались высоким содержанием таких радионуклидов как ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{241}Am и $^{239+240}$Pu. Раствор центрифугировался и фильтровался через мембранный фильтр 0,45 мкм, который является условной границей размера взвешенных веществ и наиболее часто используется в аналитической практике.

Для изучения распределения форм нахождения радионуклидов в модельных растворах пробы подвергали каскадной фильтрации и выделяли следующие формы: псевдоколлоидная (0,1-0,45 мкм), коллоиды высокомолекулярных веществ (0,1-100 кДа), органические коллоиды низкомолекулярных веществ (10-100 кДа) и растворенная (<10 кДа).

Радиохимические и спектрометрические анализы проводились в соответствие со стандартными методиками [1-3]. Определение ^{137}Cs и ^{241}Am проводили гамма-спектрометрическим методом на гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором из особо чистого Ge, производства ORTEC, ^{90}Sr – прямым измерением методом бета-спектрометрии с использованием жидкосцинтилляционного спектрометра TriCarb серии 2900, удельную активность $^{239+240}$Pu определяли после предварительного радиохимического выделения с электроосаждением на металлическом диске методом альфа-спектрометрии с использованием спектрометрической установки Alpha Analyst, производства Canberra.

Полученные модельные растворы (водных вытяжек) заметно отличались между собой по физико-химическим свойствам, что в первую очередь определялось характеристиками грунта, который использовался для их приготовления.

Так, уровень pH полученных модельных растворов колебался в диапазоне от 6,2 до 8,4, что характерно для нейтральных и слабощелочных вод, минерализация – от 320 до 720 мг/л (пресные воды), содержание органического вещества – от <10 до 40 мг/л. Анализ полученных данных показал, что по своим физико-химическим свойствам полученные модельные растворы были близки к воде ручьев и водотоков штолен испытательной площадки «Дегелен» СИП.

Результаты по распределению техногенных радионуклидов при каскадном фракционировании модельных растворов представлены на рисунке 1.

Выявлено, что содержание ^{137}Cs в модельном растворе после каждого этапа каскадной фильтрации убывает. Выявлено, что фильтр 0,1 мкм отсекает от 40 до 80 % радиоактивного ^{137}Cs (рассчитано по разнице остаточных активностей после фильтров 0,45 и 0,1 мкм). С уменьшением диаметра пор фильтров после 0,1 мкм при последовательной фильтрации для модельных растворов №3 и 4 наблюдается сохранение активности ^{137}Cs. В природных водах частицы размера 0,1-0,45 мкм классифицируют как взвесь и высокомолекулярные коллоиды гидроксидов железа (псевдоколлоиды) [1, 8].

Таким образом, можно предполагать, что в условиях модельных растворов данный радионуклид находится преимущественно в псевдоколлоидной и растворенной форме.

Полученные результаты согласуются с литературными данными, согласно которым ^{137}Cs в воде может находиться как в растворенной форме, в виде различных органических и неорганических комплексов и взвешенных веществ [4].

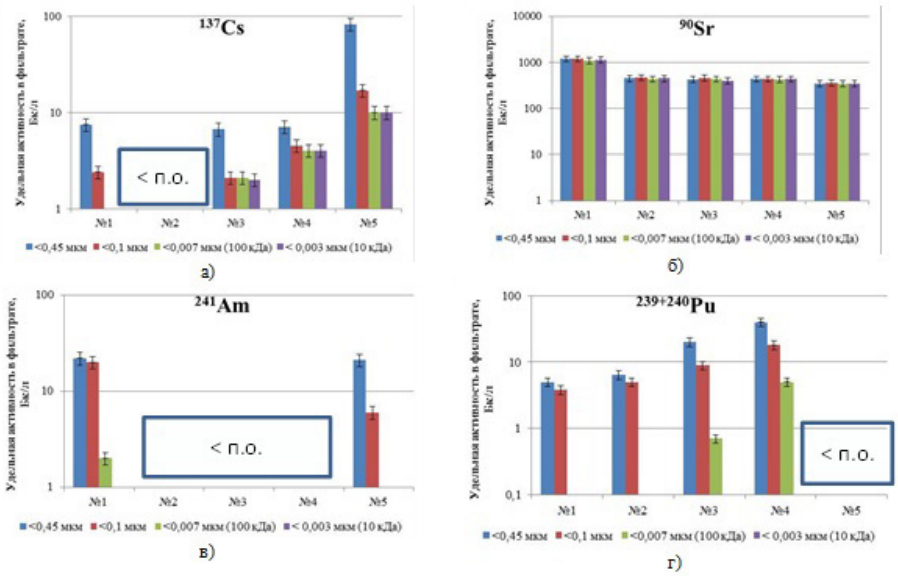


Рис. 1. Формы нахождения радионуклидов в модельных растворах
Примечание: < п.о. – ниже предела обнаружения

Колебания остаточной удельной активности ^{90}Sr после отдельных стадий фильтрации находилось в пределах погрешности измерений. Таким образом, в условиях эксперимента по определению форм нахождения ^{90}Sr в модельных растворах, было установлено, что данный радионуклид преимущественно находится в растворенной форме, что также хорошо согласуется с литературными данными.

Распределение содержания ^{241}Am по формам нахождения показало, что данный радионуклид в случае модельного раствора №1 связан с частицами размерами 0,1-0,007 мкм, так как наблюдалось снижение удельной активности после фильтрации через мембрану с диаметром пор 0,007 мкм на 90%, для модельного раствора №5 снижение удельной активности наблюдалось после фильтрации через мембрану 0,1 мкм на 72%. Однозначных выводов по преобладающим формам нахождения ^{241}Am на основе этих данных сделать не удалось.

Содержание $^{239+240}$Pu в полученных модельных растворах варьировалось в диапазоне от 5±0,5 до 40±4 Бк/л для фракции < 0,45 мкм, которая являлась начальным этапом фильтрации. Доля формы псевдоколлоидов (фракция 0,1-0,45 мкм) колебалась от 22 до 56 %. Доля коллоидной формы для частиц, с размерами крупнее 0,007 мкм (100 кДа), изменялась в диапазоне от 33 до 72 %.

Для модельных растворов № 3 и 4 снижение удельной активности $^{239+240}$Pu в растворе после фильтрации через мембрану 0,007 мкм по сравнению с исходным содержанием (фильтрат после мембраны 0,45 мкм) составило 96% и 88% соответственно. Для модльного раствора №1 количественные значения по данному радионуклиду после фильтрации через мембрану 0,007 мкм не фиксировались. Таким образом, можно предполагать, что $^{239+240}$Pu в указанных модельных растворах связан с псевдоколлоидами (0,45-0,1 мкм) и коллоидами с размерами 0,1-0,007 мкм.

Учет формы нахождения радиоактивных элементов позволяет оценить миграционные способности отдельных радионуклидов. Изучение распределения форм нахождения радионуклидов в модельных растворах позволяет понять, каким образом они могут распределяться в реальных водных объектах, близких по составу воды, окислительно-восстановительному состоянию и другим факторам.

Часть работы проведена за счет поддержки Министерства образования и науки Республики Казахстан, номер гранта 0122/14 ПЦФ.

Литература

1. Методика определения содержания искусственных радионуклидов ^{239,240}Pu, ^{90}Sr и ^{137}Cs в природных водах методом концентрирования. ИЯФ НЯЦ РК регистрационный №0307/3 от 5.04.2001.
2. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре: МИ 2143-91. - Введ. 1998-06-02. - Рег. № 5.06.001.98. – М.: НПО ВНИИФТРИ, 1991. - 17 с.
3. Методика определения изотопов плутония–(239+240), стронция-90 и америция-241 в объектах окружающей среды (почвы, растения, природные воды). № 06-7-98 от 04.03.1998г. – Алматы: ГП "ЦСМС".
4. Поляков Е.В., Егоров Ю.В. Современные методы определения физико-химического состояния микроэлементов в природных водах // Успехи химии. – 2003. – Т. 72. – № 11. – С. 1103–1114.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД

И.Н. Трус, Н.Д. Гомеля, Е.И. Иваненко, В.И. Воробьева, А.Ю. Флейшер
Национальный технический университет Украины
Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского,
г. Киев, Украина

В настоящее время в промышленных регионах обеспеченность водными ресурсами является недостаточной. Это связано с огромным количеством водоемких отраслей промышленности, кроме того они сбрасывают большие объемы недостаточно очищенных минерализованных вод. Ситуация усугубляется при закрытии шахт, поскольку их воды откачивают на поверхность, вследствие чего происходит загрязнение поверхностных водоемов, которые являются источниками водоснабжения. Поэтому для решения актуальной проблемы охраны окружающей среды необходимо разрабатывать малоотходные процессы очистки минерализованных вод. При выборе схемы очистки воды учитывают химический состав исходной воды, нормативные показатели к качеству очищенной воды и технико-экономические расчеты [6].

Для успешного решения комплексной научной задачи создания малоотходных процессов обессоливания воды в работе была решена задача исследования процессов деминерализации воды при использовании реагентных методов и разработка методов синтеза доступных алюминиевых коагулянтов, которые обеспечивают необходимую степень очистки.

Умягчение реагентными методами основано на обработке воды реагентами, которые образуют с кальцием и магнием малорастворимые соединения, после чего происходит их отделение в осветлителях, отстойниках и осветительных фильтрах. Для умягчения воды целесообразно использовать композиции извести и алюминийсодержащего коагулянта [2, 3, 7]. На первом этапе доводили известью pH до 10,5, после чего добавляли алюминат натрия. Результаты исследований представлены в табл.1. При увеличение дозы коагулянта от 1 до 1,0 мг-экв/дм^3 эффективность умягчения повышается с 56 до 96 %.

Таблица 1

Влияние дозы реагентов на эффективность умягчения и осветления воды

Доза алюминати натрия, мг-экв/дм^3	Ж, мг-экв/дм^3	[Al^{3+}], мг/дм^3	Цветность, мг/дм^3	Z, %
0.0	2.2.	–	65.0	56.0
0.1	1.2	0.0	75.0	76.0
0.3	1.0	0.0	225.0	80.0
0.5	0.8	1.5	220.5	84.0
1.0	0.2	5.2	74.7	96.0

Поскольку в шахтных водах концентрация сульфатов достаточно высокая, поэтому на следующем этапе исследований было разработано методы эффективного умягчения минерализованных вод с одновременным извлечением сульфатов с воды. В исследованиях в качестве реагентов использовали известь, алюминат натрия и магнезит

Использование магнезита позволяет значительно повысить степень извлечения сульфатов из воды при высокой эффективности ее умягчения. Как показали проведенные исследования, содержание сульфатов снижался до 1,0-2,1 мг-экв/дм^3, жесткость снижалась до 0,8-5,3 мг-экв/дм^3. Гидратная щелочность в большинстве случаев была равна нулю. Очевидно, что магнезит не мог никак повлиять на общую щелочность, поэтому этот показатель был на уровне 21,0-28,5 мг-экв/дм^3.

Таблица 2

Зависимость эффективности очистки воды от сульфатов, ее умягчения от доз реагентов

Доза CaO, мг-экв/дм^3	Доза $Na[Al(OH)_4]$ ммоль/дм^3 (по Al_2O_3)	Доза магнезита, мг/дм^3	SO_4^{2-}, мг/дм^3	Ж, мг-екв/дм^3	Щелочность (гидратная; общая), мг-экв/дм^3	Степень умягчения, Z, %	Степень очистки SO_4^{2-}, А, %
-	-	-	1300	42,0	0,00; 16,50	-	-
127	4,5	410	210,1	5,3	0,12; 27,50	87,1	83,8
127	5,0	410	156,2	2,6	0,08; 27,00	93,7	88,0
127	5,5	410	91,0	1,4	0,10; 28,50	96,6	93,0
127	4,5	630	171,4	4,0	0,00; 24,75	90,2	86,8
127	5,0	630	87,6	2,3	0,00; 25,90	94,4	93,3
127	5,5	630	64,7	0,9	0,09; 27,53	97,8	95,0

При использовании алюмината натрия с известью, при очистке воды от сульфатов и ее умягчении, происходит повышение щелочности воды. Для выравнивания pH растворов, их после извлечения сульфатов необходимо обрабатывать углекислотой или магнезитом. В значительной степени решить проблему возможно за счет использования наряду с алюмината натрия гидроксохлорида алюминия [4, 5]. Результаты умягчения воды, которая имела такие характеристики: Ж = 39,0 мг-экв/дм^3, [SO_4^{2-}] = 20,8 мг-экв/дм^3, Щ = 9,5мг-экв/дм^3,

$[Cl^-]$ = 1270 мг/дм^3, представлены в табл. 3. Доза алюмината натрия во всех опытах становила 2,9 мг-моль/дм^3. Жесткость удалось снизить от 39,0 мг-экв/дм^3 до 1,3 мг-экв/дм^3 при уменьшении концентрации сульфатов от 20,8 мг-экв/дм^3 до 5,0 мг-экв/дм^3.

Таблица 3

Влияние расхода извести и алюминиевых коагулянтов на эффективность умягчения и обессоливания воды

Доза CaO, мг-экв/дм^3	Доза 2/3 ГОХА по Al_2O_3 мг-моль/дм^3	SO_4^{2-}, мг-экв/дм^3		Ж, мг-экв/дм^3		Cl^-, мг/дм^3	Щ, мг-экв/дм^3 (OH^-; общая)	
		I	II	I	II		I	II
81,0	4,1	11,5	10,6	16,2	15,2	1420	9,25; 17,5	0,0; 15,0
85,2	4,1	8,1	7,5	21,5	18,5	1430	12,50; 20,0	0,0; 16,0
89,4	4,1	8,8	8,2	23,0	20,8	1425	15,75; 24,0	0,0; 21,0
102,0	4,1	5,9	5,6	31,0	26,5	1440	22,50; 36,0	0,0; 31,5
81,0	5,3	7,6	5,2	8,0	1,7	1460	7,90; 11,2	0,0; 6,2
85,2	5,3	6,7	5,0	12,5	1,3	1475	10,95; 16,5	0,0; 4,0
89,4	5,3	7,2	5,9	15,25	3,5	1464	12,50; 20,0	0,0; 6,5
102,0	5,3	8,3	5,2	26,5	8,7	1471	23,00; 30,5	0,0; 13,0

I - после реагентной обработки, II - после продувания CO_2

В литературе имеются сведения о применении свежеосажденного гидроксида алюминия для очистки воды от сульфатов. Однако этот подход нетехнологичен. Несмотря на то, что с гидроксидом алюминия в воду не вносятся вторичные загрязнения, при гидролизе солей алюминия в процессе получения свежеосажденного $Al(OH)_3$ образуются солевые растворы, переработка которых является сложной проблемой. Поэтому в работе [1] был использован доступный технический гидроксид алюминия для очистки воды от сульфатов при известковании.

Для повышения выхода алюмината кальция при взаимодействии гидроксида алюминия с известью в суспензию смеси данных реагентов добавляли небольшое количество соды. При этом образуется щелочь, которая при нагревании до 90^{0}C взаимодействует с гидроксидом алюминия с образованием алюмината натрия. Последний с известью образует алюминат кальция с выделением щелочи. Луг в данном случае выступает в роли катализатора при образовании алюмината кальция из извести и гидроксида алюминия. Результаты, полученные при использовании данной суспензии для очистки воды приведены в табл. 4.

Таблица 4

Зависимость эффективности очистки воды от расхода извести и алюмината кальция, полученного из извести, гидроксида алюминия и соды

Доза CaO, мг-экв/дм^3	Доза алюмината (по Al_2O_3) ммоль/дм^3	Щ, мг-экв/дм^3 (OH^-; общая)		Степень умягчения, Z, %		Степень очистки SO_4^{2-}, A, %	
		I	II	I	II	I	II
127	3,6	10,0; 14,0	0,0; 12,0	83,3	94,7	72,3	79,6
127	4,5	9,5; 14,3	0,0; 11,9	95,2	96,0	80,8	84,2
127	5,4	7,9; 15,0	0,0; 12,6	96,4	96,4	88,1	89,2
143	3,6	24,5; 29,0	0,0; 16,4	43,8	89,5	85,4	88,1
143	4,5	17,5; 22,0	0,0; 13,7	58,6	90,7	86,2	87,3
143	5,4	28,5; 33,0	0,0; 17,0	77,1	94,7	87,3	89,6

I - после реагентной обработки, II - после продувания CO_2

Эти результаты можно считать вполне удовлетворительными. Особенно, если учесть, что в качестве алюминийсодержащего реагента был использован технический гидроксид алюминия. Замена алюмината натрия на технический гидроксид алюминия позволила существенно снизить щелочность обработанной воды.

В целом, замена алюминийсодержащих коагулянтов на технический гидроксид алюминия не только существенно снижает стоимость процесса, но и обеспечивает достаточно эффективную очистку воды от сульфатов, эффективное ее умягчение без вторичного загрязнения воды ионами натрия, хлоридами или сульфатами.

Литература

1. Гомеля Н.Д. Очистка воды от сульфатов известкованием при добавлении реагентов содержащих алюминий / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус, Ю.В. Носачева // Химия и Технология Воды. – 2014. – № 2. – С. 129-137.
2. Гомеля Н.Д., Трус И.Н. Деминерализация шахтных вод реагентными методами // Materials of the eight international research and practice conference “Scientific and technical progress of the XXI century”. – Donetsk. – 2012. – С. 34-36.
3. Гомеля Н.Д., Трус И.Н. Использование алюминиевых коагулянтов для очистки воды от сульфатов // Book of abstracts of The IX international youth science environmental forum “Ecobaltica-2012”. – St.-Petersburg, Russia. –

2012. – С. 95-97.
4. Трус І. М. Застосування алюмінієвих коагулянтів для очищення стічних вод від сульфатів при їх пом'якшенні / І. М. Трус, В. М. Грабітченко, М. Д. Гомеля // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/10 (60). – С. 13-17
5. Gomelya M.D. Application of aluminium coagulants for the removal of sulphate from mine water // M.D. Gomelya, I.M. Trus, T.O. Shabliy // Chemistry & Chemical Technology. – 2014. – 8 (2). – P. 197-203.
6. Shariff Riyaz. Lime softening clarifier modeling with artificial neural networks / Shariff Riyaz, Cudrak Audrey, Stanley StephenJ.// J. Environ. Engineer and Set. - 2004. – № 3. – С. 69–80.
7. Trus I.M., Grabitchenko V.M. Mine water treatment from sulphate // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів "Екологічна безпека держави". – м. Київ. – 2013. – С. 84.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. НОВОСИБИРСКА ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

Е.М. Турсуналиева[1], Я.С. Матвиенко[2]
Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина
[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
[2] Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия

Актуальной научной и производственной задачей остается определение и контроль содержания ртути и её соединений с помощью современных аналитических методов в атмосферном воздухе, почвах, природных и питьевых водах, в донных отложениях, промышленных отходах, в различных биосредах, в том числе растениях, кормах, продуктах питания и т.д., а также выявление зон ртутного загрязнения и ремедиации загрязненных ртутью территорий [1, 6]. Одним из подходов решения этой задачи может служить метод биогеохимической индикации окружающей среды с использованием листьев тополя [5, 7, 8].

Город Новосибирск – административный центр Сибирского федерального округа и Новосибирской области, расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Он является тринадцатым по площади и третьим по численности населения (около 1,6 млн. чел.) городом в России. Новосибирская промышленная агломерация – крупнейшая в Сибири. Основными отраслями экономики города являются машиностроение, металлургия, тепло- и гидроэнергетика, строительство, а также пищевая промышленность.

Крупнейшим и высокотехнологичным промышленным предприятием г. Новосибирска является Публичное акционерное общество «Новосибирский завод химконцентратов» (ПАО «НЗХК») – дочернее общество ТК «ТВЭЛ» госкорпорации «Росатом». Завод расположен в северо-восточном секторе города.

Производственный комплекс данного предприятия включает в себя изготовление топлива для атомных электростанций, выпуск тепловыделяющих сборок для исследовательских реакторов. Кроме этого ПАО «НЗХК» – единственный в России производитель металлического лития высокой чистоты и соединений на его основе. При производстве лития используется ртуть в качестве катодного элемента. Ртуть относится к специфическим загрязнителям атмосферного воздуха. Фактическое количество выбросов ртути ПАО «НЗХК» в атмосферу за период 2010-2015 гг. по данным ПАО «НЗХК» составило – 0, 57 тонны. Максимальное количество выбросов ртути (0,16 тонны) произошло в 2013 году. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к сокращению выбросов ртути – до 10 кг в 2015 г. [2].

Цель исследования – оценка валового содержания ртути и ее распределение на территории г. Новосибирска по данным изучения листьев тополя.

В августе 2014 г. на территории г. Новосибирска произведена площадная биогеохимическая съемка. В качестве объекта исследования использовались листья тополя бальзамического (Populus balsamifera L.). Равномерная сеть отбора проб составила 4×4 км. Листья отбирали в сухую ясную погоду методом средней пробы с примерно одновозрастных деревьев в нижней части кроны на высоте 1,5-2 м от поверхности земли согласно стандартным методическим указаниям и помещали в крафт пакеты.

Всего отобрана 31 проба листвы тополя. Пробы доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, измельчали. Листья не промывали.

Инструментальный анализ содержания ртути в образцах сухой массы листьев тополя на анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции. Для контроля точности измерений использован стандартный образец «лист березы» (ГСО 8923-2007).

Результаты анализов ртути в листьях тополя приведены на 1 г сухого вещества, сведены в базу данных, рассчитаны основные статистические параметры в программе STATISTICA (рис. 1).

Среднее содержание ртути в сухом веществе листьев тополя на территории г. Новосибирска (59,6 нг/г) в два раза выше медианного значения (30,2 нг/г), что свидетельствует о значительном разбросе и о логнормальном распределении значений. Минимальное содержание ртути в выборке (12,9 нг/г) сопоставимо с кларком ртути в наземных растениях (12,0 нг/г) [3] и средним содержанием в листьях деревьев (17,0 нг/г) [4].

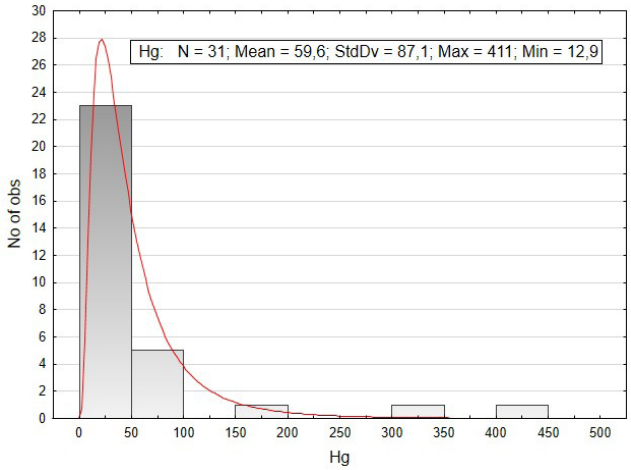


Рис.1. Гистограмма содержания ртути (нг/г) в сухой массе листьев тополя на территории г. Новосибирска

Максимальные содержания ртути в листьях тополя – 411,0 и 323,3 нг/г установлены в двух точках, расположенных на территории Калининской промышленной зоны, одна из них – в непосредственной близости от санитарно-защитой зоны промышленной площадки ОАО «НЗХК», другая – вблизи садоводческого товарищества «Иня-НАПО» с приусадебными участками. Содержание ртути здесь превышает кларковый уровень в 34 раза, средний в листьях деревьев – в 24 раза. Пространственное распределение концентраций валовой ртути на территории г. Новосибирска в целом представлено на рис. 2 [8].

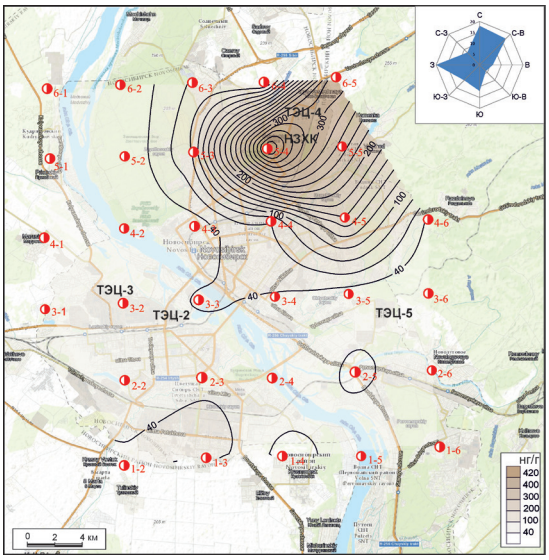


Рис. 2. Ореолы ртути на территории г. Новосибирска по данным опробования листьев тополя

На рисунке 2 видно, что содержание ртути в листьях тополя на территории левобережья г. Новосибирска, а также в юго-восточной части правобережья в основном не превышает 40 нг/г, а всю северную часть правобережья, особенно северо-восточный сектор, покрывает крупная техногенная аномалия ртути с концентрациями более 100 нг/г.

Таким образом, весь северо-восточный сектор г. Новосибирска, включая пригородную территорию неблагоприятны для дальнейшего освоения жилой зоны в связи с многолетним накоплением выбросов предприятий, расположенных на территории Калининской промышленной зоны. Для детализации контуров выявленной техногенной аномалии ртути предлагается провести комплексные лито- и биогеохимическую съемки северо-восточного сектора г. Новосибирска в масштабе 1:100000 – 1:50000.

Литература

1. Владимиров А.Г., Бабушкин А.В., Белозеров И.М., Островский Ю.В., Владимиров В.Г., Подлипский М.Ю., Минин В.А. Экогеохимия ртути и способы демеркуризации твердых ртутьсодержащих отходов в условиях Южной Сибири (на примере промплощадки ОАО «Новосибирский завод химконцентратов») // Химия в интересах устойчивого развития, 2012. – №20. – С. 531 – 542.

2. Годовой отчет ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» за 2015 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nccp.ru/upload/iblock/df6/df6446697df97757a4050c7e-10158340.pdf
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник для студ. ВУЗов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. Кн. 5: Редкие d-элементы. – М.: Экология, 1997. – 576 с.
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
6. Степанов В.А., Юсупов Д.В., Радомская В.И. Экологические последствия складирования ртутьсодержащих отходов золотодобычи в пос. Соловьевск (Амурская область) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2003. – № 6. – С. 540 – 545.
7. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
8. Юсупов Д.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М., Осипова В.В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Экологические проблемы региона и пути их решения: материалы научно-практ. конференции с международным участием проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-ВООМ». – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – С. 403-407.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ АК-ТЮЗСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА И ОЦЕНКА ИХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

А.А. Усонов
Научный руководитель профессор Л.П.Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ак-Тюзские хвостохранилища находится на территории Кеминского района Чуйской области Кыргызстана в верхней зоне реки Кичи-Кемин бассейна реки Чу, которая протекает на территории двух государств – Кыргызстана и Казахстана (трансграничная зона) [1]. Эксплуатация Ак-Тюзкого месторождения цветных и редкоземельных металлов начата в 1942 году для нужд оборонной промышленности СССР. В 1952 году обогатительная фабрика была перепрофилирована на добычу ториевого концентрата из руд этого месторождения[2]. Переработанная руда на этом участке включает радиоактивные элементы из горных пород, содержащих торий (турнерит, торит, и др.). Вблизи поселка Ак-Тюз расположены 4 хвостохранилища с общим объемом около 3.4 млн.м^3 и 3 отвала с пустой горной породой, общий объем которых превышает 50 млн.м^3[4].

В настоящее время хвостохранилища Ак-Тюзского горно-обогатительного комбината является основным потенциальным источником радиоактивного и химического загрязнения р.Кичи Кемин и п.Ак-Тюз.

Целью данной работы является исследование вещественного состава хвостохранилищ Ак-Тюзского горно-обогатительного комбината и оценка их радиоэкологической опасности.

Объект исследований – пробы хвостохранилища Ак-Тюзского горно-обогатительного комбината.

Методика исследований. В 2016 году были отобраны пробы из хвостохранилищ. Отбор и подготовка проб проводились согласно рекомендации ПНД Ф 12.4.2.1-99 «Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб» [3].

Содержание радионуклидов изучался в лаборатории радиационного контроля кафедры прикладной физики ФТИ ТПУ с помощью гамма спектрометра построенного на основе ОЧГ детектора Canberra GC2018. Минеральный состав пробы хвостохранилищ изучался в учебно–научной лаборатории электронно–оптической диагностики международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением рентгеноструктурного дифрактометра D2 Phaser и сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010.

Результаты исследований. По результатам гамма-спектрометрического анализа (табл.1) содержание U(Ra) варьируется от 3,4 до 221,8 г/т. Th 10,1-4137,6 г/т. K 1,4- 4,7%. Отношение тория к урану колеблется в пределах 7,6- 55,4, это характерно для ториевых месторождений.

Таблица 1

Содержание радионуклидов

Проба №	U(Ra) (г/т)	Th (г/т)	K %	Th/U
1-А	221,8	4137,6	4,7	18,7
1-Б	182,6	3690,4	4,1	20,2
2	6,0	10,1	2,5	1,7
3	3,4	189,0	1,7	55,4
4	32,6	248,4	1,4	7,6
5	161,1	1970,5	2,6	12,2

При исследовании минерального состава пробы хвостохранилищ с помощью рентгеноструктурного анализа были получены следующие результаты (таблица 2):

Таблица 2

Минералогический состав проб хвостохранилищ

Проба №	Минералы, %
1-А	кварц-41,2%, флюорит-26,4%, лангбанит-10%, гипс-9,1%, гематит-6,7%, ксенотим-(Y)-4,1%, циркон-2,1%.
1-Б	флюорит-31,4%, гипс-28,1%, кварц-26,4%, брушит-9,9%, ксенотим-(Y)-2,8%, бастнезит-(Ce)-1,4%.
2	кварц-55,7%, мусковит 2М1-13%, альбит-9,4%, нимит-9,3%, ортоклаз-8,9%, эпидот-3,8%.
3	кварц-62,5%, иллит-35,1%, твейтит-(Y)-1,9%, фрайпонтит-0,5%.
4	кварц-97%, альбит-2,1%, нимит-0,5%, полилитионит-0,4%.
5	плюмборязит-30,2%, англезит-18,8%, брушит-10,1%, пирит-9,5%, кинтореит-9,2%, кароббит-6,9%, пироп-3,7%, франклинит-2,9%, халькопирит-2,1%, циркелит-1,5%, твейтит-(Y)-1,5%, чангбайит-1%, ксенотим-(Y)- 1%.

Примечание: выделены редкоземельные минералы.

С применением сканирующего электронного микроскопа были изучены микроминералы в пробах хвостохранилищ. Среди микроминералов встречаются: торит, вольфрамит, монацит-(Ce), бритолит-(Ce), галенит, ксенотим-(Y), бастнезит-(Ce), фергусонит-(Y), сфалерит, халькопирит, циркон и.т.д. В составе большинства минералов имеются примеси U, Th, K и других редкоземельных элементов (Y, Dy, Gd, Nd, Pr, Nb, Sm, Yb, Er, Ho) (рис.1).

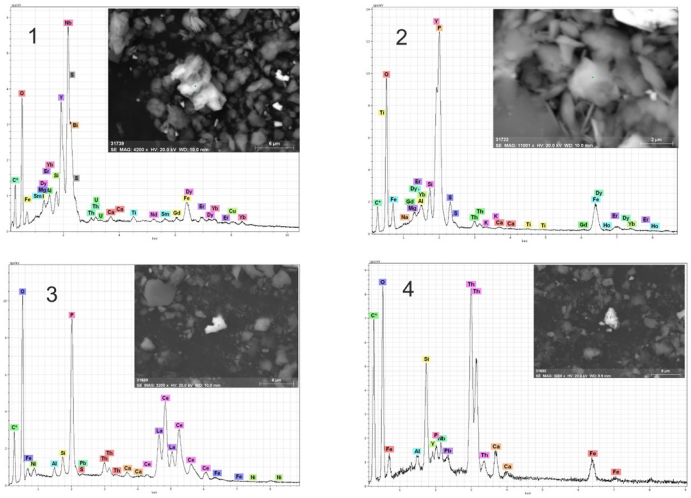


Рис. Химический состав минералов
1-фергусонит-(Y), 2- ксенотим-(Y),3- монацит - (Ce), 4- торит

В ходе данной работы были изучены содержание радионуклидов и минеральный состав проб хвостохранилищ Ак-Тюзского горно-обогатительного комбината. Из результатов видно, что каждая проба отличается друг от друга по содержанию радионуклидов и минеральному составу. Это может быть связано с технологией данного комбината. Особенно широким спектром минерального состава выделяются пробы №1-А, 1-Б и 5, а также, в этих пробах содержание радионуклидов в сотни раз превышает кларк земной коры.

В составе данных минералов содержится радиоактивные и токсические элементы. В случае аварии дамб хвостохранилищ данные элементы могут создавать серьезную экологическую проблему на территории Кеминского района и Казахстана.

По уровню содержания радиоактивных и редкоземельных элементов в материале хвостохранилищ они могут рассматриваться как техногенное месторождение, пригодное для извлечения этих компонентов.

Литература

1. Борбиев Б.И. Радиационная оценка хвостохранилищ Ак-Тюзской горно-полиметаллической провинции // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И.Скрябина.Бишкек,2015. С- 174.
2. Дженбаев Б. М. Эколого-геохимическое состояние поселка Ак-Тюз // Экологический вестник Кыргызстана. Бишкек, 1998. №3. С. 12–14.
3. ПНД Ф 12.4.2.1–99. Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения. – М.: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1999. – 16 с.
4. Рамочный документ. Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: местные проблемы, региональные последствия, глобальное решение. – Женева, 2009. – С-33.

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ TERRA-MODIS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Фоменко[1], Т.О. Перемитина, И.Г. Ященко
Научный руководитель И.Г. Ященко
Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия
[1]Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Нефтегазодобывающий комплекс представляет собой сложную систему взаимосвязанных производств, состоящую из эксплуатационных скважин и установок комплексной подготовки поступающего углеводородного сырья. В настоящее время увеличивается доля добычи трудноизвлекаемой нефти, что усиливает негативное воздействие нефтегазового комплекса на природную среду. Согласно данным [5] Томская область обладает утвержденными запасами нефти 633,87 млн т, газа – 333,1 млрд м^3, лесные земли составляют 68,2 % от общей площади и болота занимают 32 % от площади области. В связи с перечисленными особенностями исследуемой территории для получения оперативной оценки состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий недостаточно применения только наземных данных о состоянии биосферы. В данной работе предлагается применить данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) для мониторинга состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий Томской области.

ДДЗ позволяют оперативно отслеживать изменения состояния и структуры растительного покрова. Известно [1], что для оценки состояния растительного покрова с применением ДДЗ вычисляют различные индексы вегетации. Вегетационный индекс – показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) ДДЗ, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. В представленной работе применяется нормализованный разностный индекс растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Анализ значений индекса NDVI позволяет выявить проблемные зоны с угнетенной растительностью на нарушенных или загрязненных территориях. При помощи статистической обработки ретроспективных данных о значениях индекса NDVI помимо определения зон с угнетенной растительностью можно дополнительно определять изменения объемов фитомассы на исследуемой территории [1-2].

В Институте химии нефти СО РАН создана коллекция ДДЗ для исследуемой территории Западной Сибири за период 2000 - 2016 гг. Для решения задачи мониторинга состояния растительного покрова Томской области применялись тематические продукты MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) – сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения [6]. Данные MODIS по всей поверхности Земли поступают со спутника Terra каждые 2 дня в 36 спектральных зонах с разрешением 250-1000 м, что обеспечивает моделирование в глобальном и региональном масштабе. Предназначение системы MODIS состоит в сборе данных для калиброванных глобальных интерактивных моделей Земли как единой системы [3, 6].

В работе проведен анализ состояния растительности для территории четырех нефтяных месторождений Томской области (Урманское, Лугинецкое, Мыльджинское и Крапивинское) и одного фонового участка (Оглатский заказник) с использованием спутниковых данных Terra MODIS – MOD13Q1 16-Day Vegetation Indices с разрешением 250 м, содержащие значения нормализованного вегетационного индекса NDVI (рис.1).

Средствами геоинформационной системы ArcGis для пяти исследуемых территорий рассчитано среднее значение индекса NDVI с 2000 по 2015 гг. для дат съемки 10-26 июня (рис. 2).

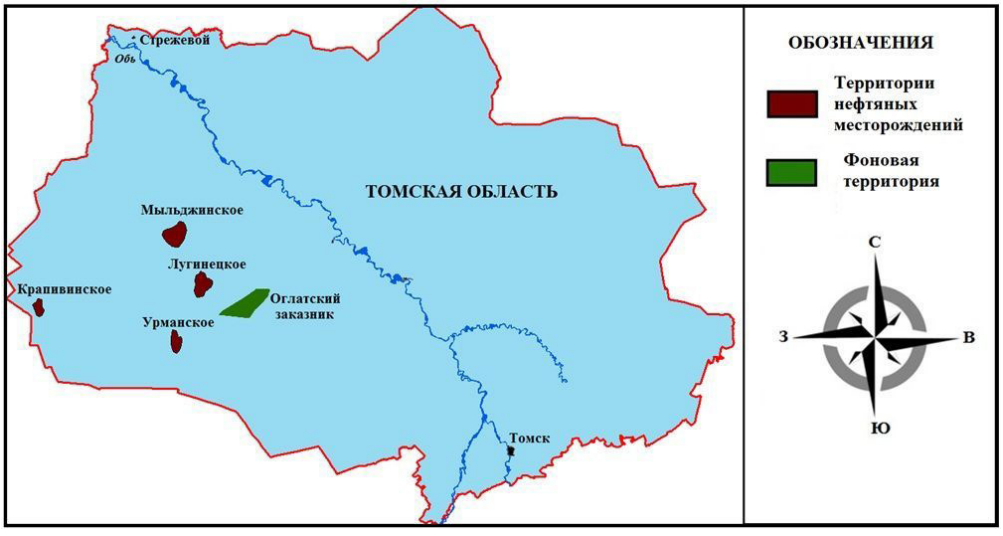


Рис. 1. Исследуемые территории

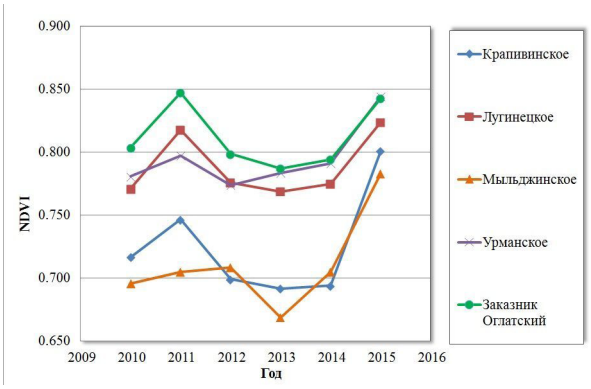


Рис.2. Анализ значений нормализованного вегетационного индекса

Как видно из рис. 2, максимальное значение вегетационного индекса NDVI = 0,847 соответствуют состоянию растительного покрова фонового участка (территория Оглатского заказника) в 2011 году. Стоит отметить, что для всех исследуемых территорий тенденция изменения значений индекса однотипны - высокие значениями в 2011 и 2015 годах, минимальные значения – в 2010 и 2013 годах, за исключением территории Мыльджинского месторождения. Такая согласованность может быть объяснена тем, что, например, в 2010 году в Томской области был высокий уровень паводка и масштабное затопление, что способствовало естественному смыву нефтепродуктов с нефтезагрязненных земель месторождений и хорошему развитию растительного покрова на следующий год. А вычисленные относительно низкие значения индекса в 2013 году могут быть обусловлены тем фактом, что лето 2013 года началось с вторжения холодного арктического воздуха, в результате чего пониженный температурный фон июня с частыми осадками сказался на задержке в развитии растительности [5]. Средняя температура воздуха за июнь месяц 2013 года составила плюс 13…15 °С, что ниже нормы на 1…2 °С и ниже средний значений 2012 года на 7…8 °С.

Проведенный анализ позволил определить угнетенное состояние растительности территории Мыльджинского месторождения, а также выявить улучшение со временем экологического состояния растительности всех исследуемых территорий. Таким образом, предложенный подход к анализу, основанный на применение данных дистанционного зондирования, позволяет проводить мониторинг состояния растительности труднодоступных нефтегазодобывающих территорий Томской области, проводить картографирование и пространственный анализ труднодоступной болотистой местности, что оказывает значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений в устранении и профилактики загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Вегетационные индексы. [Электронный ресурс]: основы, формулы, практическое использование. – Режим доступа: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news.
2. Козодеров В.В., Кондранин Т.В. Методы оценки почвенно-растительного покрова по данным оптических систем дистанционного аэрокосмического зондирования Учебное пособие. — М.: МФТИ, 2008. — 222 с.
3. Официальный сайт радиометра MODIS [Электронный ресурс] : описание системы TERRA и сканера MODIS. – Режим доступа: http://modis.gsfc.nasa.gov
4. Полозов М.Б. Экология нефтегазодобывающего комплекса. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012 г. - 174 с.
5. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / Глав. Ред. А.М. Адам; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». Томск: Дельтоплан, 2014. 194 с.
6. Ященко И.Г. Перемитина Т.О. Мониторинг экологического состояния нефтедобывающих территорий Западной Сибири с применением данных дистанционного зондирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015.– Новосибирск: СГУГиТ. - 2015. - Т. 4. - № 1. - С. 89-93.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗИ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ЛАНДШАФТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT

А.В. Фоменко[1], В.П. Днепровская, И.Г. Ященко
Научный руководитель И.Г. Ященко
[1] Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

На территории нефтедобывающих предприятий все более актуальной становится проблема экологии окружающей среды. Высокий риск загрязнения обширных территорий создают аварийные ситуации на нефтепроводе и аэрозольное распространение продуктов сгорания попутного нефтяного газа в факелах.

В последние время проблема утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) стала одной из значимых для мировой общественности, как по экологическим, так и финансовым причинам. Сжигание попутного газа в факелах - это уничтожение ценных невосстанавливаемых природных ресурсов, а также при сжигании образуется около 1 % всех мировых выбросов парникового углекислого газа. В начале XXI века наиболее крупными регионами сжигания ПНГ являются Россия (в основном Западная Сибирь), Западная Африка (прежде всего Нигерия), страны Персидского залива, США и др. Так, по последним данным, суммарный показатель сжигания ПНГ на факельных установках по миру в 2010 г. составил 138 млрд. м³, а в 2011 г. - 140 млрд. м³. Такое повышение в большей мере явилось следствием возросшей добычи углеводородов в России и сланцевых нефти и газа в США [4].

Для повышения достоверности и согласованности данных, Глобальное партнерство по сокращению объемов сжигания ПНГ (GGFR) под эгидой Всемирного Банка в сотрудничестве с Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) проводит постоянный мониторинг сжигания ПНГ по спутниковым данным, результат которого представлен на рис. 1 [4].

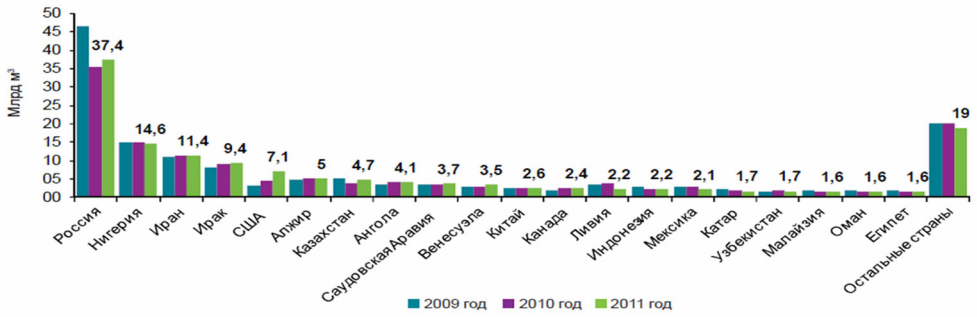


Рис. 1. Расчетные объемы сжигания ПНГ на основе спутниковых данных, 2009–2011 гг., млрд. м³

На территории России, согласно данным Минприроды РФ, в настоящее время существует более 1000 нефтегазоконденсатных месторождений, на которых добывается в сумме около 60 млрд. м³ попутного газа в год, где 26 % приходится на сжигание в факелах, 27 % направляется на переработку на ГПЗ, а 47 % используется на нужды промыслов или списывается на технологические потери [1]. Однако, Всемирным банком Государственно-частного партнерства в целях сокращения факельного сжигания газа (GGFR) была проведена оценка спутниковой информации, вследствие чего получили, что официальная статистика об объемах сжигаемого газа в России занижена - реальный объем сжигаемого ПНГ составляет около 50 млрд. м³, что ставит Россию на первое место по этому показателю [3].

С принятием в 2012 г. Постановления Правительства № 1148, согласно которому нефтедобывающие компании обязаны платить высокие штрафы за сверхнормативное сжигание – свыше 5 %-го уровня, ожидается снижение факельного сжигания по России, так и в отдельных компаниях [4], а именно, количество нефтегазовых компаний, достигших уровня 95 %-го использования ПНГ в 2013 г. составило 5 – это Сургутнефтегаз, Татнефть, Газпром, Салым Петролеум, Сахалин Энерджи.

Томская область, ввиду своих размеров объема нефтедобычи, занимает одно из лидирующих мест в Западной Сибири. Установлено, что наибольшая антропогенная нагрузка на атмосферный воздух в Томской области отмечается в районах, где находятся основные предприятия нефтегазодобывающей отрасли - это Каргасокский, Парабельский и Александровский районы. Здесь открыто 131 месторождение углеводородов, из которых 12 (Арчинское, Вартовское, Верхнесалатское, Грасимовское, Западно-Лугинецкое, Калиновое, Ломовое, Лугинецкое, Нижне-Табаганское, Северо-Останинское, Снежное и Урманское) обладают повышенным (более 200 м³/т) содержанием попутного нефтяного газа, при сожжении которого в атмосферу выбрасывается огромное количество вредных веществ [2]. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики в 2015 г. в атмосферный воздух Томской области поступили выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения с более 1200 промышленных площадок.



Рис. 2. Объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников Томской области 2010-2015 гг.

Как видно из рис. 2, максимальная масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников зарегистрирована в 2011 г. В связи с реализацией программ по утилизации попутного нефтяного газа предприятиями нефтегазодобывающего комплекса, с 2012 г. отмечается уменьшение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников на 56,3 тыс. т. По сравнению с данными 2014 г, где наблюдается минимальный объем выбросов, в настоящее время основное увеличение выбросов обусловлено повышением уровня добычи попутного нефтяного газа и объема его сжигания на факельных установках ОАО «Томскнефть» ВНК (рис. 2).

Для получения количественной оценки воздействия различных факторов на растительность Томской области и выявления зон загрязнения исследуемых территорий была применена разработанная нами методика, основанная на расчете значений вегетационного индекса NDVI в десяти пунктах отбора проб воды из болот, населенных пунктов и нефтяного месторождения Малоичское по спутниковым данным LANDSAT с датами съемки июнь-август 2013-2016 гг. Полученные результаты показали наличие корреляционной связи между состоянием растительного покрова территории отбора проб и результатами химического анализа проб воды в данных пунктах. Максимальная концентрация углеводородов соответствует пункту «Малоичское» (рис. 3), что объясняется аварией на трубопроводе месторождения в конце 2013 г. Превышение для этого пункта ПДК в образцах воды составляет в 724 раза (ПДК нефтепродуктов в рыбохозяйственных водоемах - 0.05 мг/дм^3.) и соответствует категории «грязная» (10-100 ПДК), при этом состояние растительного покрова резко ухудшилось с 2014 г. - значение NDVI снизилось от 0.7 в 2013 г. до менее 0.5 в последующие годы.

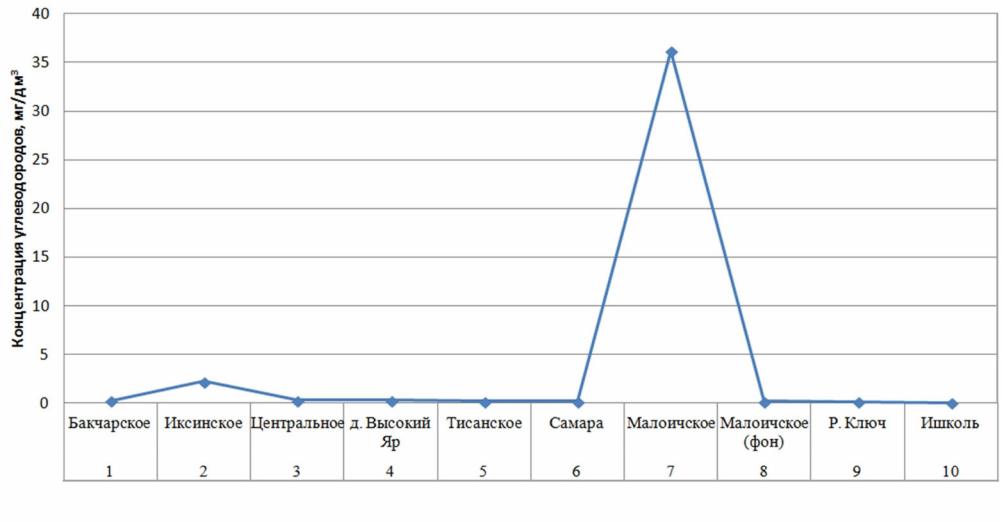


Рис. 3. Содержание углеводородов в водах Томской и Новосибирской областей

Однако одним из самых опасных по своему антропогенному воздействию на экосистемы ландшафтов Томской области являются пожары, уничтожающие все природные комплексы болот и лесов. Так, повышенное содержание углеводородов (2,23 мг/дм^3) получено и для образца воды пункта «болото Иксинское» (рис. 3) после

пожаров с 1998 г. по настоящее время. Данный факт подтверждается минимальными значениями индекса NDVI (до 0.3) состояния растительности в данном пункте отбора.

Применение спутниковых данных и ГИС-технологий позволило проанализировать состояние растительного покрова труднодоступных нефтедобывающих территорий Западной Сибири, что оказывает значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений в устранении и профилактики загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Аксенов А., Широков Ю. Регулирование рынка ПНГ: уточнить терминологию, добавить меры стимулирования и ответственности // Нефтегазовая Вертикаль, 2008, №20. – С.38-39.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» /глав. ред. С.Я. Трапезников, редкол.: Ю.В. Лунева, Н.А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2016. – 156 с.
3. Жарова Т.Ю. Анализ экономической эффективности внедрения на месторождения технологий по утилизации попутного нефтяного газа (в условиях Томской области) [Электронный ресурс]:/Информационно-аналитическое агентство «Нефтегаз». – URL: http://lib.convdocs.org/docs/index-249203.html
1. Кутепова Е., Книжников А., Кочи К. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. Вып. 4. М.: WWF России, КПМГ, 2012. – 35 с. – URL: http://netess.ru/3knigi/1214358-1-problemi-perspektivi-ispolzovaniya-poputnogo-neftyanogo-gaza-rossii-ezhegodniy-obzor-vipusk-moskva-2012-kutepova-knizhni.php#1

ЭКОЛОГО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБОЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ГОМЕЛЯ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

М.В. Цалко

Научный руководитель старший преподаватель С.В. Андрушко

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

г. Гомель, Республика Беларусь

Введение. Рост и развитие городов, а также увеличение доли городского населения, носит глобальный характер, что является огромнейшим преобразующим фактором среды обитания. Поэтому в настоящее время возрастает актуальность в эколого-эстетическом наблюдении городского пространства [1].

Ландшафты в пределах городов отличаются значительной интенсивностью антропогенного воздействия, что обуславливает значительные отличия в их эколого-эстетической оценке, по сравнению с природными и природно-антропогенными ландшафтами [2].

Методика и объекты исследования. Для оценки экологического состояния были выбраны параметры оценки, приведенные в таблицах 1-3.

Таблица 1

Показатели оценки экологических свойств функциональных зон урболандшафтов

Показатели		Шкала оценок	
1	Загрязнение территории бытовым мусором (%, занятый свалками ТБО)	Наличие крупных отвалов, более 15 % территории	0
		от 15 % до 5 %	1
		Менее 5 %	2
2	Транспорт (количество транспорта, проезжающего по основным улицам за 1 час)	Более 100 машин в час	0
		От 10 до 100 машин в час	1
		Отсутствие движения транспорта или количество машин не превышающие 10 единиц	2
3	Водные объекты (% территорий, занятый водными объектами)	Отсутствие водных объектов	0
		До 30 %	1
		Более 30 %	2
4	Озеленение (% озелененных территорий)	Отсутствие или присутствие рассеянной растительности, до 5 %	0
		5 – 40 %	1
		Более 40 %	2
5	Городские почвы (% запечатанных почв – покрытых асфальтом, под застройкой)	Более 50 %	0
		От 50 % до 10%	1
		Менее 10 %	2
Максимальное количество баллов			10

Для оценки эстетического состояния были использованы объективные показатели (таблица 2) и субъективные показатели (таблица 3).

Таблица 2

Объективные показатели оценки эстетических свойств функциональных зон городов

Показатель		Шкала оценок	
1	Красочность (выразительность, контрастность)	Однотонность, серость	0
		Присутствие отдельных ярко выраженных объектов	1
		Красочность,	2
2	Визуальные поля в зданиях	Доминирование зданий современного типа (прямые углы, отсутствие ярких цветов)	0
		Сочетание зданий, как современного, так и исторического типа	1
		Доминирование зданий исторического типа (архитектурные украшения, арки)	2
3	Загроможденность	Наличие высоких зданий и множество заборных изгородей, отсутствие открытого пространства от застройки	0
		Здания средней высоты, присутствие одиночного небольшого открытого пространства	1
		Здания рассредоточены, наличие крупного открытого пространства	2
4	Разнообразие пейзажа в малых архитектурных формах (палатки, ларьки, остановки автобусов и т. д.)	Однообразный	0
		Присутствие одиночных выразительных объектов	1
		Многообразный	2
Максимальное количество баллов			8

Таблица 3

Субъективные показатели оценки эстетических свойств функциональных зон

Показатель		Шкала оценок	
1	Гармоничность ландшафта (сочетание компонентов)	Контрастная, дисгармония	0
		Однотонность, серость	1
		Гармоничное сочетание компонентов	2
2	Чувства, вызванные при просмотре	Угнетение, раздражение	0
		Не вызывает никаких чувств, нейтральные	1
		Умиротворение, радость	2
Максимальное количество баллов			4

Для ранжирования выбранных показателей были разработаны оценочные шкалы: для оценки экологического состояния от 0 до 10 баллов, для эстетического – от 0 до 12 баллов. Для исследования эколого-эстетического состояния городского пространства были выделены урболандшафты в соответствии с планировочной структурой города, особенностей функционального использования территории. Учитывая площадь и интенсивность использования городской территории в пределах Гомеля было выделено 9 урболандшафтов.

Результаты. В результате проведенной эколого-эстетической оценки отдельных функциональных зон в пределах урболандшафтов можно говорить об эколого-эстетическом состоянии территории всего города (рисунок 1).

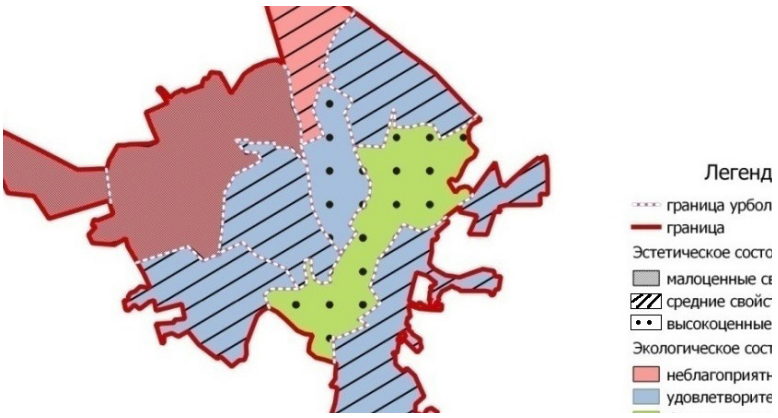


Рис. Результаты эколого-эстетической оценки урболандшафтов города Гомеля

Неблагоприятным экологическим состоянием обладают промышленно-складские зоны в пределах урболандшафтов «Северный», «Западный» и «Северо-западный». В пределах промышленно-складских зон наблюдается загрязнение бытовым мусором (от 5 до 40%), что связано с накопившимися отходами производств. К примеру, в урболандшафте «Западный», где расположены отвалы из отходов производства фосфорной кислоты в окрестностях химзавода за 45 лет выросли настоящие горы. Отвалы фосфогипса наносят неисправимый ущерб экологической обстановке исследуемого урболандшафта. Растительность в такой функциональной зоне рассредоточена по территории и сильно разрежена (до 5%).

Удовлетворительным экологическим состоянием обладают такие функциональные зоны как общественно-деловая, жилые малоэтажная и многоэтажная зоны во всех урболандшафтах. Здесь большую площадь занимают запечатанные земли (более 90%). На территориях свободных от застройки и асфальта находится растительность.

Благоприятным экологическим состоянием обладает рекреационная функциональная зона в урболандшафте «Лесопарк», это связано с тем, что в пределах данного урболандшафта протекает река Сож с преобладанием луговых экосистем. Более 70% территории покрыто растительностью. Незначительная часть территории находиться под асфальтным покрытием, парковыми дорожками и исторической застройкой в парковой зоне. Загрязнение бытовым мусором отсутствует. Эта функциональная зона получила максимальное количество баллов.

Литература

1. Сакевич, К.Ф. Экология городской среды / К.Ф. Сакевич. М., 2015.
2. Филин, В.А. Видеоэкология / В.А. Филин. М., 2001.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА КРИОЛИТОЗОНУ В ПРЕДЕЛАХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Т.Г. Цыренов
Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

В геологической истории выделяется как минимум четыре ледниковых эры, каждая из которых состоит из нескольких ледниковых периодов. Древние температуры могли изменяться в среднем диапазоне на 8–12 °С [2]. Нынешняя ледниковая эра началась 20–30 млн лет назад в Южном и 3 млн лет назад в Северном полушарии (с длительностью ледниково-межледниковых циклов около 100 тыс. лет) и еще не закончилась. Последнее крупное похолодание около 20 тыс. лет назад понизило температуру в среднем по земному шару на 6–7 °С. Многие специалисты считают, что ближайшие 50 тыс. лет будут характеризоваться похолоданием приблизительно на 5 °С (на 0,1 °С за 1 тыс. лет) с образованием обширного оледенения. Есть мнения, что очередное оледенение фактически уже началось около 5 тыс. лет назад [2].

Сегодняшняя климатическая обстановка относится к межледниковью, хотя значительно повышен уровень CO_2 в атмосфере. В наши дни он на 40% выше, чем в доиндустриальное время, что значительно увеличивает парниковый эффект. Расчеты показывают, что нагревание из-за парникового эффекта доминирует над другими факторами (присутствие в атмосфере отражающих свет пылеватых частиц в результате вулканических извержений, сжигание топлива, естественные изменения климата и др.).

Это особенно ярко проявилось в начале нынешнего столетия, в котором происходят существенные изменения климата, имеющие глобальный характер. Они затронули все компоненты климатической системы: атмосферу, криосферу, биосферу, гидросферу. Последнее десятилетие значительное повышение температуры отмечают метеорологи Аляски, северо-запада Канады, некоторых районов центральной Сибири. Среднегодовая температура увеличилась в среднем на 0,75 °С за десятилетие[2].

В России потепление климата происходит гораздо быстрее, чем в других странах [1]. Ввиду большой территориальной составляющей в России существуют региональные особенности климатической изменчивости. В связи с этим оценка изменений климата и выработка мер по уменьшению негативных последствий климатической изменчивости должны выполняться на разных уровнях - международном, государственном, региональном. Но для каждого региона необходимы свои приспособления к изменениям климата. В Восточной Сибири и Якутии наблюдается повышение температур грунтов оснований. При этом особое беспокойство вызывает возможность протаивания мерзлых засоленных грунтов, для которых оттаивание возможно уже при отрицательных температурах. Поэтому оценка их современного и будущего состояния должна быть одной из главных задач исследований. Повышение температур мерзлых толщ и соответствующее увеличение глубины сезонного оттаивания приведет к уменьшению несущей способности оснований инженерных сооружений и риску развития их деформаций. Поэтому одной из основных задач геокриологии является организация и проведение мониторинга состояния криолитозоны и инженерных сооружений в ее пределах.

Забайкальский край относится к числу территорий, на которых происходит наиболее интенсивное потепление. Экономическое развитие края базируется на горнорудном комплексе, транспортном, сельском и лесном хозяйстве. Среди природных особенностей региона следует выделить большое ландшафтное разнообразие: от гольцового пояса Станового и Хэнтэй-Даурского нагорий до сухих степей и полупустынь на юго-востоке территории. Регион

имеет мощную зону многолетней мерзлоты [2].

Климат Забайкальского края резко континентальный. Средняя годовая температура воздуха повсеместно отрицательная и изменяется от –0,5 °С на юге края до –9,9 °С на севере. Термический режим характеризуется значительными амплитудами как в суточном, так и в годовом цикле. Почти на всей территории края средняя годовая амплитуда превышает 70 °С, а наибольшие ее значения превосходят 80 °С. По расчету Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова потепление будет продолжаться вплоть до 2025 г., при этом температура в Забайкалье повысится на 1,0–1,5 °С зимой и на 0,5–1,0 °С летом [1].

Атмосферные осадки, ввиду значительной расчлененности территории, также распространены неравномерно. На большей части региона сумма осадков в среднем за год колеблется в интервале от 300 до 450 мм. Наименьшее их количество отмечается в степной зоне юго-восточных районов (около 300 мм), а также в межгорных впадинах. С высотой количество осадков возрастает и на высотах свыше 1600 м в отдельные годы превышает 800 мм.

При исследовании изменений криолитозоны в пределах Забайкальского края нами изучены материалы наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками, высотой снежного покрова по Забайкальскому краю с 2006 г. по 2016 г. [1]. Для определения пространственного распределения климатических характеристик их значения и мощность криолитозоны наносились на картографическую основу.

Учитывая структуру экономики и природные условия, можно выделить некоторые последствия изменений криолитозоны, которые имеют место на территории Забайкальского края. Рост температуры воздуха приводит к смещению изотерм в направлении с юга на север, что обусловливает смещение в этом направлении природных зон и границ распространения многолетнемерзлых пород. Положение изотерм, определяющих границы криолитозоны, существенно изменилось с середины XX в. [1]. Они сместились на север на сотни километров.

В южной половине края условия для существования многолетнемерзлых пород сохранились только на территории Хэнтэй-Даурского нагорья. Существенно изменились структура криолитозоны, площади ее распространения, глубины залегания и мощность многолетнемерзлых пород [2]. На значительных территориях произошла деградация многолетней мерзлоты. Все эти процессы негативно сказываются на устойчивости зданий и сооружений, построенных на многолетнемерзлых грунтах, а также на качестве дорожных покрытий.

В последние годы на территории Забайкалья, и, в частности, в г. Чита, все большее распространение приобретают процессы протайки мерзлых грунтов под фундаментами зданий. Это приводит к образованию трещин, а иногда и к полному разрушению объектов. В настоящее время в виду экономии урезаются средства на инженерно-геологические и инженерно-геокриологические изыскания, в связи с этим качество и надежность строительства резко падают.

Процессы протайки грунтов наблюдаются также в пределах федеральной трассы Чита-Владивосток, где наблюдаются так называемые «амурские волны» - волнообразные складки на дорожном полотне, а иногда и провалы в дорожном покрытии. Эти же проблемы касаются и железнодорожного полотна. Все большее количество участков дороги, проходящих через многолетнемерзлые породы, оседают, разрушая тем самым целостность полотна.

В связи с тем, что потепление в Забайкалье неукоснительно возрастает, встает проблема сохранения имеющихся объектов и дорог, их геокриологического мониторинга, а также усиления инженерно-геокриологических исследований при строительстве особо значимых объектов.

Кроме того, одной из задач уменьшения воздействий на климат путем снижения выбросов парниковых газов, является применение ветро- и гелиоэнергетического потенциалов, которые успешно используются на территории сопредельных государств – Китая и Монголии. Для территории Забайкалья, где довольно продолжительный период солнечного сияния, составляющий в среднем 1873 ч на севере (с. Чара) до 2618 ч на юге (г. Борзя), а ветры дуют практически постоянно, это не только снижение парниковых выбросов, но и решение энергетической проблемы, а также уменьшение потребления невозобновляемых источников энергии – угля, нефти, газа.

Литература

1. Мещерская А. В., Обязов В. А., Богданова Э. Г. Изменение климата Забайкалья во второй половине XX века по данным наблюдений и ожидаемые его изменения в первой четверти XXI века // Труды ГГО. — 2009. — Вып. 559. - С. 32–57.
2. Шестернев Д. М., Еникеев Ф. И., Обязов В. А., Чупрова А. А. Криолитозона Забайкалья в условиях глобального изменения климата: проблемы и приоритетные задачи исследования // Материалы междунар. симпозиума «Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия». — Чита: Изд-во Забайк. гос. гуманит.- пед. ун-та, 2008. - С. 46–52.

НАЛЕДИ НА МАЛЫХ РЕКАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

В.Н. Черных
Научный руководитель профессор Т.Т. Тайсаев
Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

В Селенгинском среднегорье наледи образуются по всем малым рекам и ручьям территории. Они играют важную роль в функционировании ландшафтов, обеспечивает сток малых рек в засушливый весенне-летний период. Это определяет развитие хозяйства населения, так как вода из малых рек активно используется для орошения культурных лугов. Вместе с тем, при чрезмерном развитии наледи могут послужить фактором риска, так как способны подтапливать инженерно-технические сооружения и целые населенные пункты. Подобные случаи в Бурятии не редкость. Поэтому, для прогноза развития наледей в целях изучения особенностей функционирования горно-таежных ландшафтных систем и влияния наледей на жизнь и хозяйство населения, а также для выявления их роли и значения для обеспечения стока малых рек необходимо детальное и комплексное изучение наледных процессов.

В качестве территории исследования выбрана центральная часть Селенгинского среднегорья, с хребтом Цаган-Дабан и сопредельными межгорными котловинами, где формируется часть стока Уды, Тугнуя и Селенги. Хребет Цаган-Дабан протягивается на восток на 600 км от р. Селенги до Кижингинской котловины [2]. Многочисленные отроги хребта разделены межгорными котловинами преимущественно кайнозойского возраста, в которых заложены долины малых рек. Это реки Куйтунка, Куналейка, Илька, Брянка, Жиримка, Тарбагатайка, Сутай и многие другие. Они относятся к бассейнам сразу трех крупных рек – Тугнуя, Уды и Селенги. Берущие начало в одном горном хребте эти водотоки стекают с его склонов в 4-х разных направлениях.

Изучение наледей на малых реках территории проводится с 2013 года дистанционными и полевыми методами. Для изучения местоположения наледей их многолетней динамики использовались разновременные мультиспектральные космические снимки Landsat 4-5, Landsat 8. Подбирались апрельские снимки, так как в этот период снежный покров в тайге Цаган-Дабана по долинам рек уже в основном тает, поэтому лед наледей хорошо виден на космических снимках. Снимки анализировались с использование программного обеспечения ENVI 4.8. Для лучшей дешифровки наледей подобрана комбинация каналов 3-5-6 (4-6-7 для Landsat 8) при которой даже самые маленькие объекты выделяются ярким красным фототоном (рис.1). Сравнивая снимки разных годов были получены данные по многолетней динамике наледей.

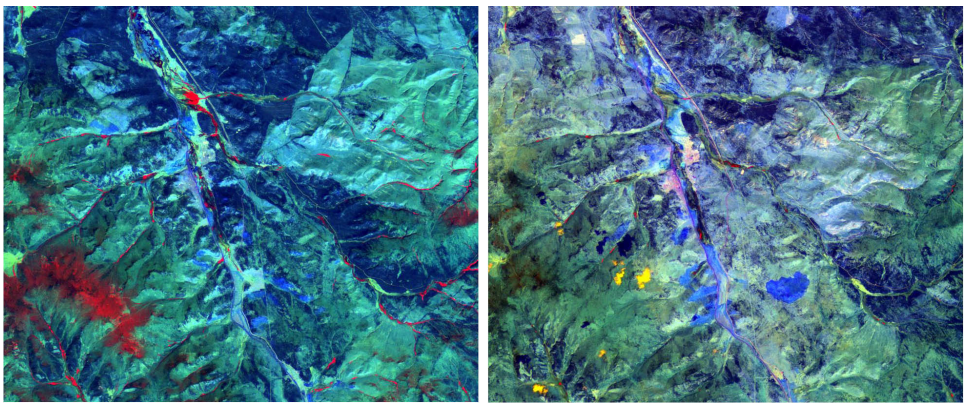


Рис.1. Комбинации каналов снимков Landsat 4-5, Landsat 8 для выявления наледей. Слева – наледи на реке Брянке в 1998 году, справа – тот же участок в 2013 г.

Начиная с 2015 года полустационарные полевые наблюдения за наледями проводятся в верховьях реки Куйналейки. На четырех объектах ежегодно проводится фиксирование наледей по контуру, измерение их площадей и запасов льда. Это позволяет определить современное состояние наледей и закономерности их развития. В таблице 1. представлены данные по морфометрическим характеристикам изучаемых наледей по годам.

Таблица 1

Характеристики наледей в верховьях реки Куналейки

Характеристики	Объект 1		Объект 2		Объект 3		Объект 4		Итого	
Год наблюдений	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Площадь ($км^2$)	0,027	0,101	1,106	0,356	0,540	0,023	0,062	0,076	0,792	0,145
Запасы льда ($м^3$)	189	709	11063	2493	5400	1668	31250	3813	47902	8683

Выявлено, что наледи территории относятся к маленьким [1], ежегодно образуются в одних и тех же местах и за последние 2 года их площади и запасы льда существенно сократились. Это связано с засухой, которая наблюдается в Бурятии иже больше 10-ти лет. Дело в том, что интенсивность образования наледей тесно связана с осадками теплого времени года. В последние 2 года на рассматриваемой территории осадки практически отсутствовали, что привело к истощению ресурсов подземных вод и как следствие, снижению дебета источников в зимний период.

Известно, что в прошлом интенсивность развития наледей, их площади и распространение были весьма значительными. На рисунке 1 изображено устье реки Брянки при впадении в реку Ильку. Видно, что количество и площади наледей в 1998 году в 10 раз превышают те, что наблюдались на реке в 2013 году. Сравнительная схема распространения наледей, составленная по данным снимкам, показывает существенное сокращение наледей по всей территории. Часть наледей на снимках 2013 года вообще не фиксируется. Все это говорит о значительном снижении запасов подземных вод и дебета источников.

В связи с выявленной динамикой наледей на малых реках, берущих начало в хребте Цаган-Дабан, важной задачей исследований в будущем является прогноз чрезвычайных ситуаций, связанных с наледями. При чрезмерном развитии наледи подтапливают населенные пункты, расположенные в долинах рек (рис.2), а в случае отсутствия запасов льда в засушливый весенне-летний период, когда необходима вода для орошения культурных лугов – стока нет.



Рис.2. Наледь на реке Тарбагатай: слева - состояние наледи на 4 апреля 2011 года, справа – подтопление в селе Тарбагатай

Выявление зависимости развития наледей от климатических характеристик позволит разработать систему прогноза наледных явлений, а это в свою очередь - своевременно реагировать и принимать меры, для предупреждения чрезвычайных ситуаций. Также, важная задача, выявление роли и значения наледей в функционировании экосистем горно-таежных ландшафтов. Это поможет обеспечить возможность устойчивого развития территорий в условиях усиливающегося антропогенного воздействия. Для данной территории это перспективные задачи.

Литература

1. Алексеев В.Р. Наледи. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1987.- 259 с.
2. Мансурова О.З. Геоэкологические аспекты динамики наледей (на примере реки Куналейки) // Экологические и социальные проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Улан-Удэ, 25-26 мая 2016 г)/ науч. ред. Э.Н. Елаев, Б. Баяртогтох. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2016. с. 180-183

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)

Т.М. Черных

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Томск является развивающимся промышленно-урбанизированным городом, а также научным и культурным центром Сибири. За последние 10 лет город заметно изменился: появились новые микрорайоны, крупные транспортные развязки, промышленные предприятия, а также некоторые производственные объекты были закрыты или перенесены за городскую черту. В связи с этим возникла необходимость проанализировать пространственно-временное изменение состояния окружающей среды и выявить районы с напряженной антропогенной нагрузкой.

С 2007 по 2015 год ежегодное валовое количество выбросов в атмосферный воздух в г. Томске увеличилось на 10 тыс. тонн и составило 34,205 тыс. тонн [2,9].

Такой тяжелый и токсичный металл, как мышьяк, попадает в атмосферный воздух вместе с выбросами в качестве примесей в виде твердых частиц аэрозоля. Одним из антропогенных источников попадания мышьяка в атмосферный воздух является сжигание твердого топлива (угля) на тепловых электростанциях [3].

Для определения вещественного состава твердых атмосферных осадков в качестве естественного планшета-накопителя используется снеговой покров. В зимний период аэрозольные частицы, выпадающие вместе со снегом на земную поверхность, имеют преимущественно техногенное происхождение. В силу климатических особенностей снеговой покров является важным источником информации об антропогенном влиянии на окружающую среду в городах Сибири.

В данной работе представлены результаты эколого-геохимической оценки распределения мышьяка на территории г. Томска по данным снегогеохимической съемки за 2007 и 2015 года.

Методика исследований. Отбор и подготовку проб снега на территории г. Томска в 2007 и 2015 годах проводили с учетом методических рекомендаций [5, 7, 8]. Была сделана регулярная площадная сеть с шагом 500 м и местами сгущения и разряжения. Пробы отбирались методом шурфа на всю его мощность (не считая первых 5 см от почвы). Вес каждой пробы составлял 5-7 кг, чтобы получить массу твердого осадка снега, достаточную для проведения анализа элементного и вещественного состава [5]. Всего в 2007 году было отобрано 69 проб снега [10], в 2015 – 101 проба. Пробоподготовка состояла из оттаивания, фильтрации и высушивания проб при комнатной температуре с целью получения твердого осадка снега. Затем пробы были отправлены в аккредитованную ядерно-геохимическую лабораторию на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на инструментальный нейтронно-активационный анализ. Отбор и подготовку проб осуществляли сотрудники и студенты кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. Данные аналитических исследований использовали для расчета коэффициента концентрации.

Коэффициент концентрации является показателем уровня аномальности содержаний элементов и рассчитывается по формуле: $К_к=С/С_ф$, где $К_к$ – коэффициент концентрации, С – содержание элемента в пробе, мг/кг, $С_ф$ –содержание элемента в твердом осадке снега в фоновом районе, мг/кг [8]. В качестве региональной фоновой площадки был выбран район в 480 км от города (Средний Васюган) [10].

Результаты работы и их обсуждение. Анализ полученных данных указывает на общее увеличение поступления мышьяка на территорию г. Томска за последние 8 лет (рис.). Среднее содержание мышьяка в твердом осадке снега в 2007 году составило 8 фонов, в 2015 году – 28 фонов. Анализ карт пространственного распределения мышьяка в твердом осадке снега относительно фона показал, что появились новые ореолы с высокими значениями содержания мышьяка в пробах.

На основе градостроительных атласов г. Томска [6] и рекомендаций Н.С. Касимова [4] были построены карты-схемы города с разделением территории на функциональные зоны. Распределение значений коэффициента концентрации в 2007 году показало, что в промышленных зонах наблюдалось наибольшее значение данного показателя ($К_к$=13). В 2015 году самое большое среднее значение коэффициента концентрации мышьяка ($К_к$=36) было в рекреационной зоне, далее в частном секторе ($К_к$=32).

Как в 2007, так и в 2015 году, на карте-схеме (рис.) отмечается ореол с высокими показателями содержания мышьяка в Михайловской роще. Возможно, пространственное накопление элемента в снеговом покрове на данной территории связано с пылевыми выбросами от теплоэлектростанции. В зимний период времени Томская ГРЭС-2 работает на углях Кузнецкого бассейна, которые содержат мышьяк в качестве примеси [1].

В 2007 году в городе действовал Томский шпалопропиточный завод, на карте-схеме (рис.а) в районе этого предприятия, по направлению господствующего ветра, наблюдается ореол повышенного значения коэффициента концентрации мышьяка. Следует отметить, что на карте-схеме 2015 года (рис.б), когда завод перестал функционировать, этого ореола нет.

В 2015 году наибольшие значения были в рекреационных зонах (Михайловская роща, Лагерный сад), в частном секторе и на транспортной развязке площадь Кирова. Так как в целом содержание мышьяка в снеговом покрове увеличилось, вероятно это связано с изменением воздушных микроциркуляций города из-за постройки

новых высотных микрорайонов и транспортных развязок.

Заключение. По результатам исследования снеговой съемки было установлено, что значения коэффициента концентрации мышьяка в период с 2007 по 2015 года увеличилось более чем в 3 раза, а также изменились пространственные ореолы распределения с высокими показателями содержания мышьяка.

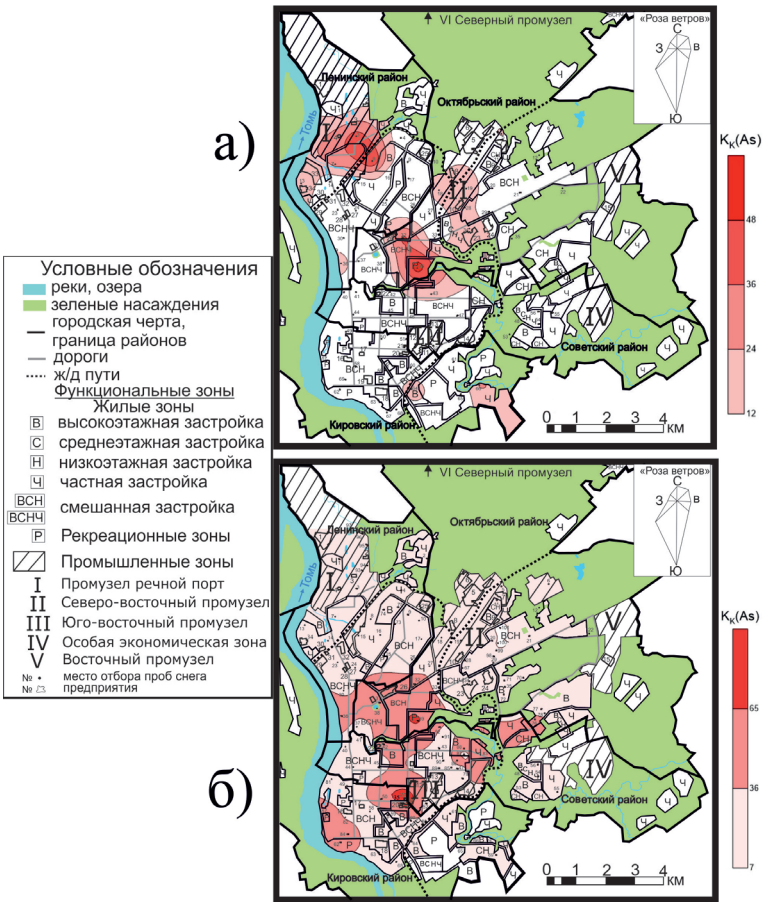


Рис. Карта-схема пространственного распределения коэффициента концентрации мышьяка на территории г. Томска по данным снеговой съемки в 2007 (а) и 2015 (б) гг.

Промышленные предприятия 1-35: I: 1- ООО «Томлесдрев»; 2-ООО СИБЦЕМ-Томск; 3-ЖБИ-27; 4-ЛПК; II: 5-ОАО «ЖБК-100» и ООО «ЖБК-40»; 6-ТЭЦ-1; 7-ОАО «Томская спичечная фабрика "Сибирь"»; 8-Асфальтобетонный завод; 9 -котельная; 10-ОАО Томский комбикормовый завод ; III: 11-ОАО «Сибэлектромотор»; 12-ОАО «Манотомь»; 13-ГРЭС-2; 14 -ТДСК; V: 15-НПО «Вирион»; Прочие: 16-ОАО «Томский электромеханический завод»; 17- ОАО «Томский электроламповый завод»; 18-ООО «Континентъ»; 19 - ОАО «Томский инструмент»; 20 - ФГУП "Томский электротехнический завод"; 21-ОАО НПЦ «Полюс»; 22-Кондитерская фабрика «красная звезда»; 23-ЗАО «Карьеруправление»; 24-Томский кирпичный завод; 25-Томский кабельный завод; 26-ЗАО «Сибкабель»; 27-ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм»; 28-ЗАО «Томский дрожжевой завод»; 29 -Сибирская карандашная фабрика; 30-Томский ремонтно-механический завод; 31-котельная; 32-Томский завод резиновой обуви; 33-Томский шпалопропиточный завод; 34-Томский мясокомбинат; 35 - ЗАО НПФ «Микран».

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / Глав. ред. С.Я. Трапезников, редкол.: Ю.В. Лунёва, Н.А. Чатурова, З.А. Коняшкин Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2016. – 156 с.
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов, книга 3/ Под ред. Э.К. Буренкова. – М.:Недра,1996. – 353с./с. 161-197
4. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник Московского университета серия география. – М., 2012. – № 4. – С. 14 – 25
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 г. № 5174 – 90
1. Официальный портал МО «Город Томск». Электронный ресурс URL: http://www.admin.tomsk.ru/pgs/2ro (дата обращения 15.01.2017)
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Введ. 01.07.1991. Изд-во стандартов, 695с.
3. Сает Ю.Е, Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2007 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. – Томск: Графика, 2008. – 148 с.
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ЛАНДШАФТОВ БАРАБЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ИССУШЕНИИ/УВЛАЖНЕНИИ КЛИМАТА

Д.А. Чупина

Научный руководитель ведущий научный сотрудник И.Д. Зольников

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Рельеф и слагающие его отложения представляют собой каркас природно-территориальных комплексов (ПТК), предопределяя их статические и динамические свойства. Одни формы и типы рельефа придают ПТК устойчивость к внешним воздействиям, а другие - обуславливают повышенную уязвимость к антропогенным нагрузкам. Исследование этого каркаса необходимо для прогноза реакций наземных экосистем на изменения климата и хозяйственную деятельность. Для юга Западной Сибири, относящегося к зоне рискованного земледелия, особо актуальна оценка потенциальной степени уязвимости территорий в условиях усиления засушливости и экстремальности климата [1].

Район исследования - Барабинская равнина, где расположены наиболее пригодные для сельскохозяйственного производства земли в Западной Сибири. Усиливающаяся экстремальность климата в этом районе несет в себе следующие риски для земледелия: неожиданные заморозки, позднее начало весны, ранняя осень, проливные дожди, сильные паводки и др. Соответственно, даже незначительные колебания температур и влажности оказывают большое влияние на растительность, произрастающую на данной территории. Для оценки степени уязвимости территории к процессам иссушения/увлажнения, особое значение приобретает учет районов, где экосистемы наиболее уязвимы вследствие активизации экзогенных процессов, обусловленных климатическими изменениями.

Для построения геолого-геоморфологического каркаса была использована методика на основе морфометрического анализа рельефа [3]. Фактической основой стала цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM с пространственным разрешением 3 арксекунды, которая находится в открытом доступе (http://srtm.csi.cgiar.org). Построение и обработка морфометрических показателей производились в программном пакете ArcGIS 10.2.1. Подготовительный этап включал в себя анализ карт четвертичных отложений и объяснительных записок к ним для выявления особенностей рельефа. Рельеф исследуемой территории состоит в основном из грив, озёрных котловин (современных и палео-), приречных озеровидных расширений и полого-волнистой равнинной поверхности, в различной степени осложненной мелкими холмами и суффозионно-просадочными западинами, узкими речными долинами. С использованием методики указанной выше были закартированы все формы рельефа, выявленные на предварительном этапе. При этом котловины были разделены на два типа по уровню заполнения водой: современный уровень их заполнения (водное зеркало озера отображается на цифровой модели рельефа как абсолютно плоская поверхность) и максимально возможный, соответствующий бровкам палеоозерных котловин. По удельному соотношению форм рельефа была получена схема четырех типов: гривный, равнинный, гривно-озерный, озерный.

Ландшафтной особенностью исследуемой территории является близкое залегание к поверхности грунтовых вод. Поэтому на пространственное распределение ПТК, прежде всего, растительности, оказывает влияние рельеф и климатическое увлажнение, увеличение которого может вызвать поднятие грунтовых вод. В степном биоме Западной Сибири на Обь-Иртышском междуречье почвенный покров образован двумя эволюционно-генетическими группами почв: субаэральными и постаквальными [2]. Субаэральные почвы представлены чернозёмами и каштановыми почвами. Эти почвы в основном распаханы и находятся в стадии агрогенной эволюции, в то время как постаквальные территории становятся потенциальными источниками земельных ресурсов. Разновозрастность почвенного покрова постаквальных территорий обуславливает различную степень устойчивости к антропогенным воздействиям, наиболее уязвимыми являются молодые компоненты почвенного покрова.

Для отображения взаимосвязи параметров рельефа и увлажнения (грунтовое и климатическое) предложен показатель гидроморфности–автоморфности территории. Он вычисляется на основе ЦМР как отклонение высот от тренда земной поверхности (рис.1). Таким образом, «гидроморфным» участкам соответствуют вогнутые формы рельефа, к которым приурочены ПТК, испытывающие на себе влияние дополнительного поверхностного увлажнения и грунтовых вод, к «автоморфным» – ПТК, развивающиеся вне связи с грунтовыми водами и при нормальном атмосферном увлажнении.

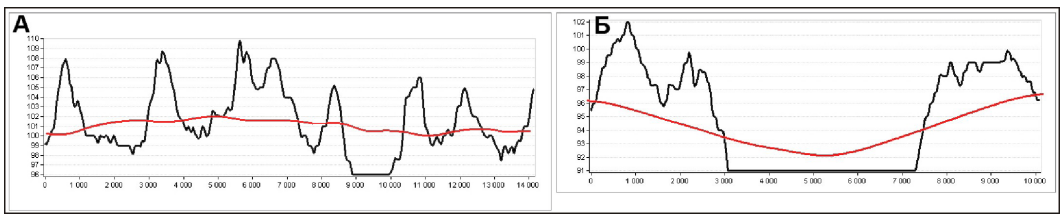


Рис. 1. Тренд земной поверхности для разных типов рельефа: А – гривно-озерный, Б – гривный

Для типов рельефа, развитых на территории исследования: гривный, равнинный, гривно-озерный, озерный - в указанной последовательности уменьшается автоморфность и увеличивается гидроморфность. Соответственно, гривный рельеф имеет наибольшую автоморфность и самую низкую гидроморфность, а озерный тип рельефа имеет самую высокую гидроморфность и самую низкую автоморфность. Если проанализировать каждый тип рельефа отдельно по этому морфометрическому показателю (отклонение высот от тренда земной поверхности), то каждый из них можно разделить на два подтипа: автоморфный и гидроморфный. Таким образом, была получена схема ранжирования территории (рис.2).

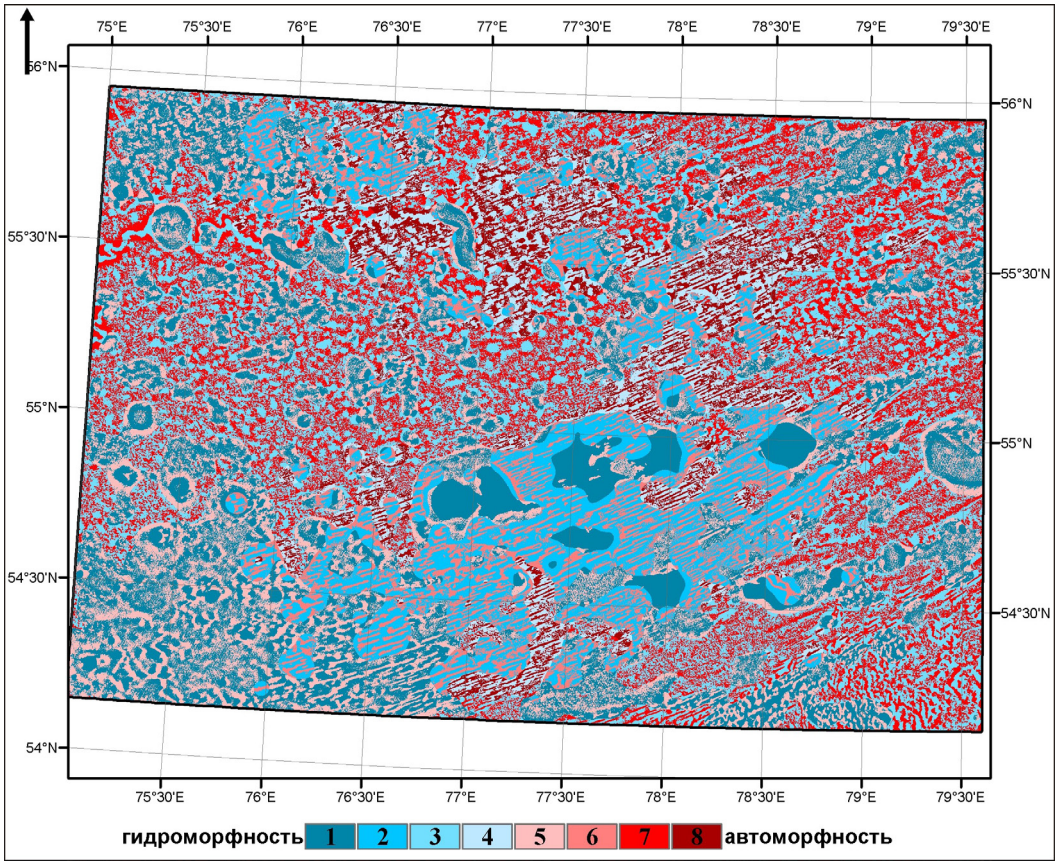


Рис. 2. Ранжирование территории по показателю автоморфности-гидроморфности

Можно предположить, что гидроморфные участки наиболее уязвимы при нарастании климатического увлажнения (затопление водой, заболачивание, и т.д.), а автоморфные - при усилении аридности климата (плоскостной смыв, ветровая эрозия почв). Однако, взаимосвязь рельефа и увлажнения может оказаться более сложной и требует экспертной оценки для ранжирования территории по степени уязвимости при активизации экзогенных процессов, обусловленных климатическими изменениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект №16-35-00409 мол_а.

Литература

1. Груза Г. В., Бардин М. Ю., Ранькова Э. Я., Рочева Э. В., Соколов Ю. Ю., Самохина О. Ф., Платова Т. В. Об изменениях температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России в XX веке // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений. – М.: Наука, 2001. – С. 18–39.
2. Смоленцева Е.Н. Эволюция почвенного покрова постаквальных территорий в степном биоме Западной Сибири// Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А.Величко (Москва, 23-25 ноября 2016 г.). –М.: Институт географии РАН, –2016. –С.569–573.
3. Чупина Д.А., Зольников И.Д. Геоинформационное картографирование форм и типов рельефа на основе морфометрического анализа// Геодезия и картография, – 2016. – № 6. – С. 35–43.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТИ АЧИНСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Т.С. Шахова, А.В. Таловская
Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. На сегодняшний день г. Ачинск является одним из крупнейших промышленно-транспортных, административно-хозяйственных, культурных центров Красноярского края. В городе сформирован мощный многоотраслевой промышленный узел. Основными промышленными предприятиями города являются Ачинский глиноземный комбинат (АГК), Ачинский нефтеперерабатывающий завод (АНПЗ) и объединение стройиндустрии. Длительное и интенсивное развитие промышленного производства и расширение городской черты города Ачинска привело к существенному изменению окружающей среды. Поэтому наблюдения за состоянием природных сред на данной территории являются весьма актуальными. Например, в работах [2,3] рассмотрено состояние окружающей среды самого города, при этом, автор учитывал влияние в основном Ачинского глиноземного комбината и объектов стройиндустрии. Наряду с этим в городе наблюдения за состоянием окружающей среды проводятся на 3 стационарных постах государственной наблюдательной сети, а контроль за концентрациями некоторых металлов в воздухе проводится на двух постах. Однако, за пределами города и в селах таковых исследований и наблюдений не имеется.

Однако, на расстоянии 15 км от города в северной зоне расположен Ачинский нефтеперерабатывающий завод, в районе расположения которого не проводилось независимых исследований, а также на прилегающих территориях и близ расположенных селах.

В связи с этим, автором были проведены исследования по оценке состояния снежного покрова на данной территории. Снег является хорошим сорбентом загрязняющих веществ при их вымывании из атмосферного воздуха. Снежный покров обладает рядом свойств, делающим его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод, почв и других компонентов [9].

Целью исследования являлась оценка загрязнения снежного покрова в окрестностях Ачинского нефтеперерабатывающего завода.

Методы и методика. В качестве объектов исследования была выбрана территория, прилегающая к границам АНПЗ на расстоянии от 0,5 км до 8 км. В конце февраля 2016 года автором проводился отбор проб снега в окрестностях Ачинского нефтеперерабатывающего завода. Работы по отбору снеговых проб проводились с учетом основного потока ветра в регионе (южное, юго-западное). Пробы были отобраны в основном в северо-восточной, северной зонах, а также в западной и южной частях. Всего отобрано 20 проб в окрестностях завода. В качестве условно фоновой территории была выбрана местность вблизи села Критово, расположенное в 60 км от предприятия в противоположную сторону основному потоку ветра в регионе, отобрано 5 проб снега. Основные этапы пробоподготовки снеговых проб отражены в работе [8]. Инструментальный нейтронной-активационный анализ был в основе методики определения химических элементов, проведенный в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. Обработка данных проходила в программе Excel.

Для геохимической оценки снежного покрова рассчитаны такие показатели: коэффициент концентрации химических элементов по формуле: $K_c = C/C_ф$, где C – содержание элемента в твердой фазе снега, $C_ф$ – фоновое содержание элемента. Коэффициент превышения выпадений над фоном , $K_p = P_{общ}/P_ф$, где $P_{общ}$ – среднесуточный поток элементов на снеговой покров, рассчитывается по формуле: $P = C \cdot P_{п.}$ Формула пылевой нагрузки ($P_п$) подробно отражена в работе [8]. $P_ф$ – среднесуточный поток элементов на фоновой территории, находится по формуле: $P_ф = C_ф * P_{пф}$, где $P_{пф}$ - фоновая пылевая нагрузка.

Уровень загрязнения оценивали двумя суммарными показателями: загрязнения (Z_c) и нагрузки (Z_p), представляющие собой сумму K_c и K_p над фоновым уровнем: $Z_c = \Sigma K_c - (n-1)$ и $Z_c = \Sigma K_p - (n-1)$, где где n – число химических элементов с K_c и $K_p > 1{,}5$. Данные показатели использовали согласно методическим рекомендациям [1,7], с учетом опыта других исследователей [4]. Коэффициенты концентрации химических элементов и коэффициенты превышения выпадений над фоном были рассчитаны по двум разным фоновым значениям: по локальному (с.Критово) и применяемый для регионов Западной Сибири - Средний Васюган [10].

Результаты и их обсуждение. Анализ данных показал, что выпадение пыли в окрестностях завода в северном и северо-западном направлениях уменьшается по мере удаления от границ предприятия, тогда как приток пыли в западном и юго-западном направлениях наблюдается без особых закономерностей. Среднее значение пылевой нагрузки варьируется от 9,8 до 106,8 (мг/км^2*сут) при фоновом значении 8,6 мг/км^2*сут.

Коэффициент концентрации, нормированный к местному фону (с.Критово) показывает, что превышений по рассматриваемым элементам не наблюдается, за исключением Ca и As, незначительно превышающие фон в 2,34 и 1,37 раза соответственно.

Однако, коэффициенты концентрации, пронормированные к значениям элементов фонового участка Средний Васюган, показывают контрастную картину (рис.1). По среднему коэффициенту концентрации элементы, значительно превышающие фон, выстраиваются в следующем порядке: Ca= $As_{16}U_{11}Sr_{5,4}Tb=Yb_{4,6}La_{4,4}Sm_4Ba_{3,9}Ta_{3,7}Ce_{2,8}Au_{2.}$ Стоит отметить, что данный показатель позволяет лишь

констатировать степень обогащения твердой фракции снега химическими элементами, тогда как коэффициент превышения выпадений над фоном считается более информативнее, так как он учитывает не только состав пыли, но и пылевую нагрузку.

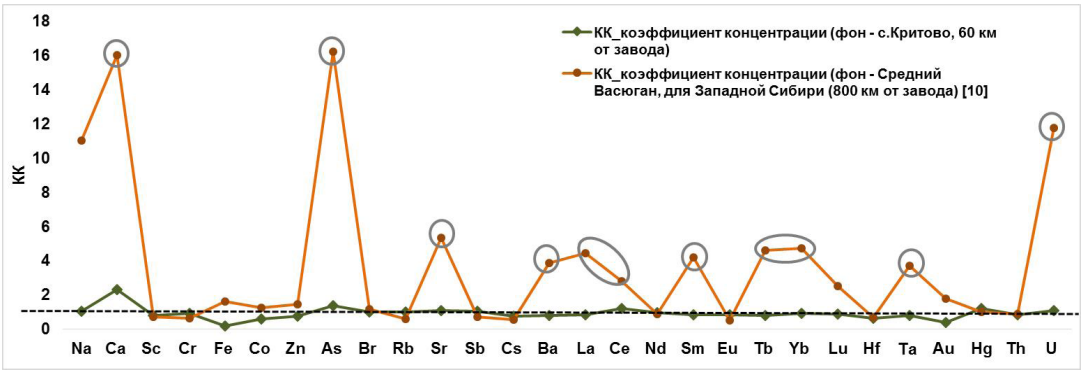


Рис.1. Коэффициенты концентраций химических элементов в твердой фракции снега в окрестностях Ачинского нефтеперерабатывающего завода (среднее по 20 пробам)

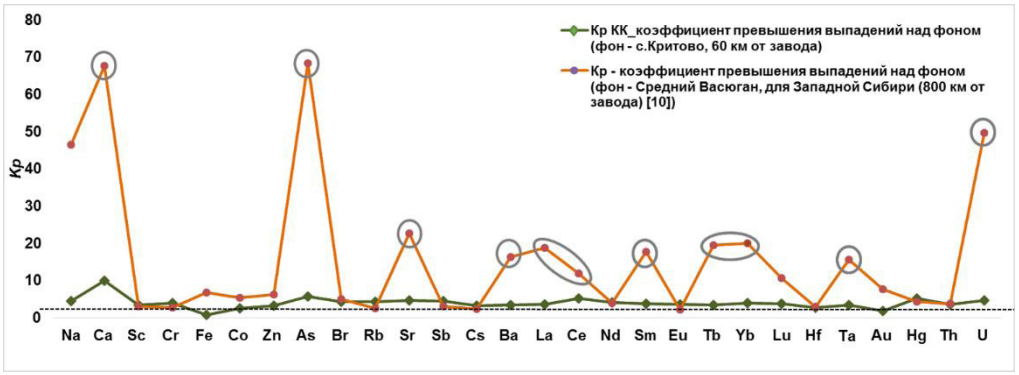


Рис.2. Коэффициенты превышения выпадений над фоном химических элементов твердой фракции снега в окрестностях Ачинского нефтеперерабатывающего завода (среднее по 20 пробам)

Таким образом, анализируя рисунок 2, можно увидеть аналогичную картину. Рассчитывая коэффициенты превышения выпадений над фоном с использованием значений элементов локального фона, наблюдается незначительные превышения только Ca и As в 10 и 6 раз соответственно. Однако, используя значения элементов фонового участка Средний Васюган при расчетах данного показателя, фиксируются элементы, превышающий в десятки раз фон: As в 68 раз, Ca (67), U (50), Sr (22), Yb (20), La (19), Tb (19), Sm (18), Ba (16), Ta (15), Ce (12) и Au (8).

Высокие концентрации Ca могут быть связаны с ветровым переносом от производства цемента, отличающийся сильным пылевыделением, которое распложено в городе [3]. Повышенные содержания Au могут быть связаны с геохимической особенностью Красноярского края, известный крупными месторождениями золота [6], но, вероятнее всего, имеет также дополнительный источник поступления в атмосферу, требующий дополнительного изучения. Повышенные концентрации As возможно могут поступать как и с выбросами самого завода, так и может также иметь дополнительные источники поступления, обусловленные вероятной геохимической особенностью региона. Так в работе [5] указывается, что наиболее высокое содержание мышьяка в волосах детей фиксируется у школьников г. Ачинска.

Таблица

Уровень загрязнения снежного покрова химическими элементами и пылью и соответствующие им градации [4,7] экологической опасности

Название	Показатель	Уровень загрязнения и экологической опасности
Пылевое загрязнение, $P_п$ (кг/км^2*сут) (среднее по 20 пробам)	37	Низкий, неопасный (<200) [4,7]
Суммарный показатель загрязнения (СПЗ), Z_c	81	Высокий, опасный (64-128) [4,7]
Суммарный показатель нагрузки (СПН), Z_p	419	Низкий, неопасный (<1000) [4,7]

Степень обогащения выпадений из атмосферы химических элементов, которая оценивалась Zc (табл.) составляет в среднем в окрестностях Ачинского нефтеперерабатывающего завода 81, что соответствует высокому уровню загрязнения и опасной экологической ситуации. Также оценка загрязнения снежного покрова

была сделана по Zp (табл.), величина которой составляет 419 и соответствует низкому уровню загрязнения с неопасной экологической ситуацией согласно градации [4,6].

Заключение. В целом загрязнение снежного покрова в окрестностях АНПЗ можно оценить как слабое, так как значения суммарного показателя нагрузки и пылевого загрязнения соответствуют низкому уровню загрязнения. Значение СПЗ, характеризующий высокий уровень загрязнения, говорит о том, что на исследуемой территории происходит интенсивное обогащение химическими элементами. Особую экологическую опасность представляют элементы с максимальной величиной выпадения (Kp) и одновременно имеющие высокую концентрацию (КК) в твердой фракции снега – Ca, As, Sr, Ba, La, Ce, Sm, Tb, Yb, Ta, Au и U.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта British Petroleum.

Литература

1. Геохимия окружающей среды. Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башаркевич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С.Ш. Саркисян. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Дворецкая Ю. Б. Выявление ассоциаций химических элементов в цепи «Источник загрязнения техногенный поток депонирующая среда» на примере Ачинской городской агломерации //Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика МФ Решетнева. – 2006. – №. 5. С.72-77.
3. Дворецкая Ю.Б. Геоэкологическая оценка влияния глиноземного производства на окружающую среду: на примере г. Ачинска: автореф. ... к.г.-м.н.- Томск, 2007 – 23 с
4. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы. Вестник Моск. Ун-та. Сер. 5. География. 2012. С. 14-24
5. Климацкая Л. Г. и др. Особенности микроэлементозов у сельских и городских школьников Красноярского края //Вестник Оренбургского государственного университета. Биоэлементология – 2004. – с.45-46
1. Месторождения золота // Энциклопедия Красноярского края. Режим доступа URL: http://my.krskstate.ru/docs/minerals/zoloto/ (дата обращения 01.02.2017 г.)
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ, 2006. 7 с.
3. Шахова Т. С., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Эколого-геохимическая оценка снежного покрова в окрестностях Павлодарского нефтехимического завода (Республика Казахстан) // Геохимия ландшафтов (к столетию А.И. Перельмана): доклады Всероссийской научной конференции, Москва, 18-20 Октября 2016. - Москва: МГУ, 2016 - С. 652-655
4. Экологическая химия: Основы и концепции: Учеб.пособие / Ф. Корте, М. Бахадир, В. Клайн, Я.П. Лай/ – Москва: Мир, – 1996. - 395 с.
5. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. — Томск : Б.и., 2006. — 47 с

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ХВОЕ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

Е.В. Шворнева

Научный руководитель старший преподаватель Е.Е. Ляпина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокая токсичность тяжелых металлов для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также высокая их способность к биоаккумуляции [7], требует экологического мониторинга и контроля предельно допустимых концентраций поллютантов в компонентах окружающей среды. Ртуть является одним из экотоксикантов, обладающим широким спектром негативного воздействия на живые организмы. Способна мигрировать по трофическим цепочкам водных и наземных экосистем. Митилирует с образованием высокотоксичных соединений [9].

Хвоя - практичный и информативный биоиндикатор экологического состояния атмосферного воздуха. Кроме того, хвоя участвует в формировании почвенного покрова, а накопленные ее химические элементы формируют состав почвы, поверхностных и подземных вод [4, 5]. Растения способны не только накапливать ртуть до весьма высоких концентраций, но и выделять ее обратно в атмосферу в процессе дыхания [8]. При лесных пожарах в атмосферу выделяется свыше 40% ртути, иммобилизованной лесными массивами. Витаминная добавка из хвои в корм крупного рогатого скота активно используется фермерскими хозяйствами Сибирского региона. Поэтому изучение содержания ртути, как тяжелого металла и элемента первого класса опасности в хвое, является важным и необходимым с потребительской точки зрения.

Целью исследования является изучение содержания ртути в разновозрастной хвое на территориях Томской, Иркутской областей и Республики Бурятия.

Объектом данного исследования является разновозрастная хвоя деревьев: кедра сибирского ***(Pínus sibírica)***, сосны обыкновенной ***(Pínus sylvéstris L.)***, пихты сибирской ***(Abies sibirica Ledeb.)***, ели сибирской ***(Picea obovata)***, можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis L.)* и кедрового стланика ***(Pinus pumila)***. Местом отбора проб

выбрана не подверженная антропогенному воздействию территория Западной (Томская область) и Восточной (Иркутская область, Республика Бурятия) Сибири. Для оценки содержания ртути образцы хвои отбирали во время вегетационного периода с 2013 (Западная Сибирь) по 2015 год (Восточная Сибирь).

Лабораторно-аналитические исследования проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью ртутного газоанализатора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915, которая позволяет проводить непосредственное определение содержания ртути в пробах на уровне 5 нг/г (погрешность не превышает 30%). Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации (Кс) и временно допустимой концентрации (ВДК). Для расчета взаимосвязи концентрации ртути с метеорологическими характеристиками использовали данные по температуре и влажности воздуха в точках отбора проб хвои. Данные были получены с помощью датчиков температуры и влажности: ТЕРМОХРОН - DS1922L-F5 (термограф) и ГИГРОХРОН - DS1923-F5 (термогигрограф). Периодичность измерений - 3 часа (синхронно со стандартными сроками на метеорологических станциях). Обработку экспериментальных данных проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel и статического пакета Statistica 6.0.

Полученные концентрации ртути для Сибири не превышают концентраций ртути в хвое по сравнению с с данными других ученых [2, 3, 6], лежат в пределах средних концентраций для хвои Канады [5] и Испании [10].

Сравнив между собой хвою разных типов деревьев пятилетнего возраста, выявили, что в Томской области наибольшие концентрации ртути отмечены в хвое пихты (24 нг/г), наименьшие – в хвое кедра (11) нг/г. В Иркутской области максимальная концентрация ртути приходится на хвою кедрового стланика (16 нг/г), минимальная – на хвою сосны (12 нг/г). В Республике Бурятия максимальное содержание ртути наблюдается в хвое можжевельника (16 нг/г), минимальное – в хвое лиственницы (8 нг/г). Абсолютные значения концентрации ртути в хвое вне зависимости от вида хвойных на территории Республики Бурятия и Иркутской области имеют близкие значения, но в 1,7 раз ниже по сравнению с Томской областью.

Содержание ртути в хвое различных пород деревьев увеличивается по мере её старения [1]. В наших исследованиях такая тенденция отмечается в двух видах хвойных – ели и можжевельника Томской области, что подтверждается коэффициентом линейного тренда. Однако, в хвое сосны, произрастающей в Республике Бурятия и Иркутской области, выявлено, что максимальная концентрация ртути устанавливается на 4-ом году произрастания, далее меняется в пределах погрешности измерений. Для хвои кедра и кедрового стланика максимальная концентрация ртути устанавливается с 3-х летнего возраста и в последующие годы значимо не меняется. На территории Томской области хвоя кедра и сосны имеет ту же тенденцию. Максимальная концентрация ртути устанавливается с 4-го года произрастания в хвое кедра, в хвое сосны – с 3-х летнего возраста и значимо не меняется.

Анализ связи накопления ртути в зависимости от места произрастания показал, что на территории Западной Сибири наблюдается слабовыраженная закономерность накопления в пределах ландшафтного профиля торфяного месторождения «Бакчарское», в Восточной Сибири (Республики Бурятия) в хвое кедра и лиственницы отмечается зависимость содержания ртути в хвое от высоты точки отбора проб над уровнем моря.

В Республике Бурятия данные расчетов показывают неоднородность связи между концентрацией ртути и метеорологическими характеристиками (температура воздуха и количество осадков). Так для сосны выявлена обратная взаимосвязь с температурой, как за вегетационный период, так и в течение всего года для большинства точек исследования, однако с высотой усиливается. Связь с осадками прямая и достаточно прочная, но не для всех точек исследования, при этом с высотой ослабевает. Хвоя кедра представлена меньшим количеством точек исследования. Однако также обнаружена обратная связь концентрации ртути в хвое с температурой, и прямая - с осадками, как в течение всего года, так и за вегетационный период.

Обработав результаты исследования, рассчитали эколого-геохимические показатели ртутной нагрузки на территории Сибири. Данные рассчитанных показателей приведены в таблице.

Таблица

Эколого-геохимические особенности ртутной нагрузки

Вид хвои	Концентрация ртути, нг/г		Кс[1]	ВДК[2]
	Cmin-Cmax	Ccp		
Томская область				
Пихта	9-38	24	6	3
Сосна	5-17	13	3,3	1,6
Ель	6-34	20	5	2,5
Кедр	8-34	19	4,8	2,4
Можжевельник	18-31	25	6,3	3,1
Иркутская область				
Кедровый стланик	3-13	16	4	2
Сосна	5-18	12	3	1,5
Республика Бурятия				
Сосна	2-23	11	2,8	1,4
Кедр	3-27	12	3	1,5
Лиственница	7-10	8	2	1
Можжевельник	16	16	4	2

Примечание: 1 – Кс – коэффициент концентрации: Кс=С/Сф; ВДК – временно допустимая концентрация: ВДК=С/2Сф, где С – содержание ртути в пробе, Сф – содержание ртути на фоновом участке (4 нг/г [5]).

Все полученные концентрации ртути в пробах хвои вне зависимости от возраста и породы дерева, а также места произрастания являются фоновыми. Поэтому для расчета эколого-геохимических характеристик использовали данные для фоновых территорий, приведенных в литературных источниках [5]. Среднее содержание ртути в хвое всех исследованных пород деревьев Томской области варьирует в промежутке 13-25 нг/г, максимальное превышение над фоновой концентрацией составляет 6 раз. Временно допустимая концентрация на территории Томской области составила 1,6. На территории Иркутской области в исследованных пробах хвои среднее содержание ртути изменяется от 3 до 18 нг/г, расчетная ВДК составляет 1,5. Среднее содержание ртути в хвое деревьев Республики Бурятия, имеет пределы от 2 до 27 нг/г, максимальное превышение над фоновой концентрацией, так же как и для Иркутской области, составляет 4 раза. Временно допустимая концентрация на территории республики Бурятия составила 1,4. Таким образом, в Томской области ртутная нагрузка выше по сравнению с Иркутской областью и Республикой Бурятия в 1,5 раза.

В результате исследований содержания и геоэкологических особенностей накопления ртути в хвое на территории Сибирского региона выявлено, что концентрации Hg, соответствуют данным, полученным другими исследователями, как на территории Сибири и России, так и мира в целом. Наиболее высокие концентрации ртути отмечаются в хвое пихты, можжевельника и кедрового стланика, наименьшие – в хвое лиственницы и сосны. По мере старения хвои концентрация ртути увеличивается, достигая максимума в возрасте 3-х, 4-х лет, и далее значимо не меняется. Кроме того, отмечается уменьшение поступления элемента №80 в хвою с увеличением высоты относительно уровня моря. Расчеты взаимосвязи содержания ртути в хвое с климатическими показателями показывают неоднородность связи. Данные геоэкологических расчётов свидетельствуют о низком уровне накопления ртути хвойными на территории Сибири, что соответствует фоновым значениям.

Литература

1. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, т. 3, № 1 - 2, 1995, С. 69 - 111.
2. Афанасьева Л.В., Михайлова Т.А., Кашин В.К. Состояние сосновых древостоев в условиях техногенного загрязнения в республике Бурятия // Растительные ресурсы, т. 46, выпуск 2, 2010, с. 51 - 60.
3. Ермаков В.В. Биогенная миграция и детоксикация ртути // Материала международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». - М.: ГЕОХИ РАН, 2010, с. 5 - 14.
4. Иванов В.В. «Экологическая геохимия элементов». Справочник. М «Экология», кн. 5, 1997, С. 576.
5. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск “Наука”, 2000, С. 222.
6. Михайлова Т.А., Калугина О.В., Афанасьева Л.В. и др. Тренды содержания химических элементов в хвое сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) в разных условиях произрастания и при техногенной нагрузке // Сибирский экологический журнал, 2 (2010) 239 – 247.
7. Теплая, Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования, 2013. - №1 (23) – С.182.
8. Растения в экстремальных условиях питания: Эколого-физиологические исследования / под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой-Поповой. - Л.: Наука, 1983. - С. 176.
9. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. Москва 1992. С. 3 - 63.
10. Aboal J.R., Fernandez J.A., Carballeira A. Sampling optimization, at site scale, in contamination monitoring with moss, pine and oak // Environmental Pollution 115 (2001), С. 313 - 316.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ МАСШТАБА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

А.Г. Щербакова, Л.И. Сваровская, И.Г. Ященко
Научный руководитель доцент Л.И. Сваровская
Институт химии нефти СО РАН (ИХН СО РАН), г. Томск, Россия

Разработана система мониторинга антропогенного загрязнения отдаленных труднодоступных заболоченных территорий северных районов нефтедобычи Томской области, сочетающая применение геоинформационных и дистанционных технологий в комплексе с лабораторными исследованиями. Для оценки масштаба, идентификации загрязнителей и процессов трансформации углеводородов применены методы моделирования, основанные на анализе материалов, полученных при полевых исследованиях и на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat. Проведена оценка состояния растительного покрова в зависимости от концентрации загрязняющих нефтепродуктов и ферментативной активности системы почвенной микрофлоры. Рассчитан нормализованный вегетационный индекс (NDVI), отражающий состояние растительности на загрязненной территории. Определен коэффициент загрязнения малых рек, протекающих по территории Советского месторождения. Картографирована территория водосборного бассейна р. Васюган - приток р. Оби. С помощью ГИС-технологий определено около 400 точек переходов через сеть малых рек нефтепровода, который в случае аварии создает высокий риск загрязнения.

Полученные результаты подтверждены данными физико-химических и микробиологических анализов проб почвы и воды, отобранных на исследуемой территории. Определена численность и деструктивная активность почвенной микрофлоры в зависимости от концентрации загрязняющих нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, почвенная микрофлора, биодеструкция, ГИС-технологии, нормализованный вегетационный индекс, водосборный бассейн рек.

В связи с ростом антропогенной нагрузки на природные экосистемы возникает вопрос об устойчивости биосферы к постоянно происходящим изменениям. Аварийные ситуации на нефтепроводах, проложенных по заболоченной местности, сопровождаются значительными выбросами нефти и сопутствующей высокоминерализованной пластовой воды, что приводит к деградации почвы, гибели растительности, снижению численности почвенного биоценоза, загрязнению водных объектов [5]. Высокий риск загрязнения почвы и водных объектов создается при разливе нефти на территории водосборных бассейнов. Горизонтальное перемещение нефтепродуктов (геохимическая миграция) в водные объекты происходит с поверхностным стоком во время паводков, таяния снега и проливных дождей [1, 6]. Химический состав природных вод служит индикатором состояния геосистемы водосборного бассейна. В связи с этим представляется актуальным определение концентрации и площади загрязнения на территории водосборного бассейна и расчет смыва нефтепродуктов в речную систему [2]. Влияние нефтепродуктов, загрязняющих территорию водосборных бассейнов рек, на экологическую безопасность водных объектов имеет особое значение в сфере рационального природопользования, социальной политики и здоровья населения.

Цель работы: разработать систему мониторинга территории нефтедобывающих предприятий с помощью наземных исследований, дистанционных данных и геоинформационных технологий.

Объектом исследования служили заболоченные нефтезагрязненные площади Советского и Фестивального месторождений Томской области. В работе использовались снимки, полученные со спутника Landsat.

На территории Советского месторождения отобраны пробы фоновой и загрязненной почвы. Концентрацию нефти, в отобранных образцах, определяли стандартным методом экстракции хлороформом в аппарате Сокслета. Численность микрофлоры определяли классическим методом посева на мясо-пептонный агар. В конце эксперимента состав ОВ нефти, экстрагированной хлороформом, анализировали методами ИК- и хромато-масс-спектрометрии [4]. Для оценки состояния растительности и динамики её восстановления на загрязненной территории нефтедобывающих комплексов проводили расчет нормализованного вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) на основе космических снимков MODIS и Landsat с использованием средств геоинформационных систем ArcGIS и графического редактора ERDAS Imagine [3, 7].

Результаты. На территории Томской области в настоящее время открыто более ста месторождений нефти и газа, из них в разработке находится 56. На всех объектах нефтегазодобывающего комплекса области в 2012г. зарегистрировано 600 аварийных отказов оборудования, в 2014 г. – 678 отказов [3]. Аварии на промысловых нефтепроводах сопровождаются выбросом нефти и сопутствующей высокоминерализованной пластовой воды. Нами исследована территория Советского и Фестивального месторождений нефти Томской области, приуроченных к заболоченной пойме р. Обь и р. Васюган соответственно. Картографирование загрязненных участков и зон неблагоприятного влияния загрязняющей нефти на почвенно-растительный покров осуществляли с использованием средств геоинформационных систем.

Для оценки масштаба, идентификации загрязнителей, процессов трансформации углеводородов и оценки состояния растительности применены методы моделирования, основанные на анализе материалов, полученных при полевых исследованиях и на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat.

Для малых рек в районе Советского месторождения с помощью ГИС-технологий определено 68 точек пересечения нефтепровода через водную преграду, на площади водосборного бассейна р. Васюган – 376, которые создают высокий риск загрязнения. С помощью космических снимков определена площадь загрязнения в зоне водосбора на территории Советского месторождения – 0.26 км^2, на территории Фестивального – 0.7 км^2. Годовой смыв нефтепродуктов в речную сеть с этих площадей составляет 4.9 т и 1.3 т соответственно. Меньший смыв нефтепродуктов в речную систему на территории Фестивального месторождения определяется более низкой концентрацией нефтепродуктов и меньшей территорией загрязнения в сравнении с Советским месторождением. В процессах миграции нефти большую роль играет болотный микрорельеф. На обводненной болотистой местности из-за малой пересеченности рельефа, незначительных уклонов профиля труб и больших расстояний между линейными задвижками, разлив нефти во время аварии охватывает значительные площади. Примерная зона загрязнения по обе стороны нефтепровода измеряется от 200 м – для наземного участка, до 3 км – для перехода через водную преграду. Нефть локализуется на поверхности, глубина ее проникновения составляет 10-12 см.

На территории Советского месторождения в зоне водосборного бассейна нами проведены микробиологические и физико-химические исследования загрязненной почвы. Концентрация нефтепродуктов на загрязненной территории составила 28 - 44 г/кг. Численность почвенной микрофлоры на загрязненных участках определена в интервале от 0.6 до 2.7 млн. клет/г. На фоновом участке почвы концентрация загрязнения нефтепродуктами составила 1.8 г/кг, численность микрофлоры – 3.6 млн клет/г.

Для разработки научных основ биотехнологии ремедиации загрязненных почв с отобранными пробами поставлен модельный эксперимент по биодеструкции. Для активизации процессов биодеструкции углеводородов применяли 5 %-ный раствор композиции, содержащей ПАВ, карбамид и аммиачную селитру. В конце опыта через 30 суток остаточную нефть экстрагировали и анализировали методом хроматографии и ИК-спектрометрии. С целью изучения процессов ферментативного окисления углеводородов определяли динамику каталазной и дегидрогеназной активности аборигенного биоценоза. Исследуемые ферменты катализируют окислительно-восстановительные процессы и являются важным показателем биологической активности почвообразования. Каталазная активность за 30 суток биодеструкции, в зависимости от концентрации загрязнения, определялась в

интервале от 1.7 до 6.5 см^3 O_2/см^3 среды за 1 мин, дегидрогеназная – от 0.4 до 2.5 мг ТТФ на 2 см^3 среды/сутки.

Окисление углеводородов нефти протекает с неодинаковой затратой энергии. В нефти существенную роль играют высокомолекулярные метановые углеводороды, состоящие из н-алканов. Алканы атакуются микробной клеткой с меньшей затратой энергии, чем циклические и ароматические углеводороды, длинные цепи используются предпочтительнее, чем короткие. Увеличение коэффициента окисленности (C=O) в зависимости от концентрации загрязнения, отражает накопление кислородсодержащих продуктов метаболизма за счет деструктивных процессов, способствующих самоочищению нефтезагрязненной среды. Максимальный коэффициент окисленности 4.2 получен для фоновой почвы (исходное загрязнение 2.8 г/кг), минимальный – для пробы торфяной почвы № 205 с высокой концентрацией 44 г/кг исходного загрязнения. Несмотря на высокую концентрацию загрязнения торфяных почв, содержание гуминовых соединений одновременно с введенным азотистым субстратом поддерживает жизнедеятельность и геохимичискую активность микроорганизмов на определенном уровне. Для количественной оценки состояния растительного покрова при разливе нефти на территории Советского месторождения с использованием космических снимков проведен расчет нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Значения NDVI обычно изменяются в диапазоне от -1 до +1. Как правило, для густой растительности индекс составляет 0.7-0.85, для разряженной 0.08-0.15, для погибшей – значения минусовые.

Заключение. В условиях интенсивного промышленного освоения северных районов Томской области особое значение приобретает анализ структуры и динамики ландшафно-геохимических комплексов позволяющий эффективно оценить последствия загрязнения окружающей среды. Оценка экологического риска на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat, с использованием индексов NDVI значительно сократит время и финансовые расходы на проведение мониторинговых исследований загрязненных труднодоступных заболоченных территорий и позволит разработать план рекультивационных мероприятий для улучшения экологии окружающей среды.

Литература

1. Altunina L.K., Svarovskaya L.I., Alekseeva M.N., Yashchenko I.G. Integrated Assessment of Anthropogenic Contamination of Oil-Producing Territories in Western Siberia // Petroleum Chemistry. – 2014. – Vol. 54. – № 3. P. 234 –238.
2. Altunina L. K., Svarovskaya L. I., Polishchuk Yu. M., and Tokareva O. S. Remediation of the Damaged Environment of Oil Producing Areas // Petroleum Chemistry. – 2011. – Vol. 51. – № 5. – P. 381 – 385.
3. ArcHydro Tools. USA: ESRI, – 2011. – 184 c.
4. Большаков Г.Ф. Инфракрасные спектры насыщенных углеводородов. Часть 1. Алканы. – Новосибирск: Наука, 1986. – 177 с.
5. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: МГУ, 1993. – 230 с.
6. Сваровская Л.И., Алтунина Л.К. Активность почвенной микрофлоры в условиях нефтяных загрязнений // Биотехнология. – 2004. – № 3. – С. 63 – 69.
7. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. – 2009. – № 3. – С. 28 – 32.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)

Ю.А. Юринова

Научные руководители: профессор А.К. Мазуров[1], старший научный сотрудник В.Е. Тумской[2] (МГУ им. М.В. Ломоносова)

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

[2]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

В последнее время все большее внимание уделяется геоэкологическим проблемам и экологическому состоянию природной среды Арктического региона, в основном, в связи с важной экономической ролью данного района не только для России, но и для всех приарктических стран.

Арктический регион занимает 21 млн км^2 и представляет собой область к северу от полярного круга (66°33’ с.ш.), на территории которой проживает более 400 тыс. человек. Потребность ресурсов для экономического развития приводит к все большему вовлечению Арктического региона в хозяйственное освоение, и в первую очередь – морских акваторий, причем добыча полезных ископаемых (нефть, газ) является более значимой, чем транспортная функция и использование биологических ресурсов. Вместе с разработкой нефтегазовых месторождений возникает комплекс геоэкологических проблем (моря Белое и Карское), в перспективе это затронет моря Восточной Арктики (море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), так как зона шельфа в них является самой обширной и мелководной, при этом их изученность является крайне слабой.

Геоэкологическим проблемам Арктического региона посвящено немало исследований (Ильин Г.В., Гордеев В.В., Соколов Ю.И., Дунаев Н.Н., Додин Д.Ю., Соловьянов А.А. и другие), однако большинство из них относится только к континентальной части. Прибрежная и шельфовая зона Восточно-Сибирских Арктических морей заслуживают отдельного внимания с точки зрения изучения геологических и геоэкологических процессов по нескольким причинам:

1. Планируемое использование ресурсов шельфа Восточных Арктических морей (только за 2010 – 2012 гг. нефтедобывающим компаниям выделены лицензионные участки общей площадью более 200 тыс. км^2 в Баренцевом и Карском морях, в меньшей степени – в море Лаптевых [2]). Разработка любых месторождений на арктическом шельфе, особенно углеводородных, в случае возникновения нештатных ситуаций приводит к стремительному и прямому поступлению загрязняющих веществ в донные отложения и океан;
2. Многие крупные населенные пункты и центры промышленности расположены на реках, впадающих в Северный Ледовитый океан, что способствует выносу загрязняющих веществ с речным стоком на территорию арктического шельфа;
3. Геоэкологический мониторинг шельфа необходим для современной оценки геологической среды, а также для выявления влияния геологических процессов на последствия разработки нефтегазовых месторождений и обустройства сопутствующего перерабатывающего комплекса.
4. Одной из специфических особенностей арктического шельфа является распространение на его территории современных и реликтовых мёрзлых толщ

Комплекс геоэкологических проблем, характерных для Восточно-Сибирских Арктических морей, рассмотрим на примере моря Лаптевых, более 25 лет являющегося объектом исследования международных арктических экспедиций, в которых принимают участие Тихоокеанский Океанологический институт (ТОИ ДВО РАН), Московский Государственный университет (МГУ) им. М.В. Ломоносова, а также Томский Политехнический университет (ТПУ). Ширина континентального шельфа моря Лаптевых достигает 600 км, характеризуется слабым уклоном и состоит из мелководных террас, глубина моря в пределах шельфа составляет в среднем 20-50 м, а на бровке – около 100 м. Шельф моря Лаптевых имеет сложное тектоническое строение, в его пределах выделяется несколько крупных подводных долин, являющихся продолжением долин современных крупных рек [6]. Важной особенностью является наличие шельфовой криолитозоны – толщи многолетнемерзлых пород, сформировавшихся благодаря регрессии моря в позднем неоплейстоцене. По различным оценкам мощность шельфовой криолитозоны составляла от первых сотен до 600 – 900 м [4]. В результате голоценовой трансгрессии шельф был затоплен, а толщи мёрзлых пород перешли в субмаринное состояние и в настоящее время находятся в реликтовом состоянии. Предполагается, что они имеют сложное многоярусное строение.

По современным представлениям [5] наблюдается деградация субмариной криолитозоны, одним из значительных последствий которой является продуцирование парниковых газов из захороненного в морских осадках органического вещества. Однако, помимо этого, к геоэкологическим последствиям деградации криолитозоны следует отнести усиление донной и береговой термоабразии, интенсификацию вдольберегового переноса прибрежных отложений, просадки грунтов. Что касается антропогенных источников загрязнения, то для моря Лаптевых они малоизученны. Основными считается сток р. Лена и хозяйственная деятельность морского порта Тикси, влияние речного стока прослеживается на 200 – 300 км от устья (рис. 1). Характерные загрязняющие вещества – нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди и свинца [3]. В донных отложениях приустьевых частях наблюдаются повышенные концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов, которые по желобам поступают к подножию материкового склона. Радиоактивное загрязнение характеризуется как низкое [3], при этом источниками радиоактивных элементов могут служить природные объекты (Анабарское нагорье).

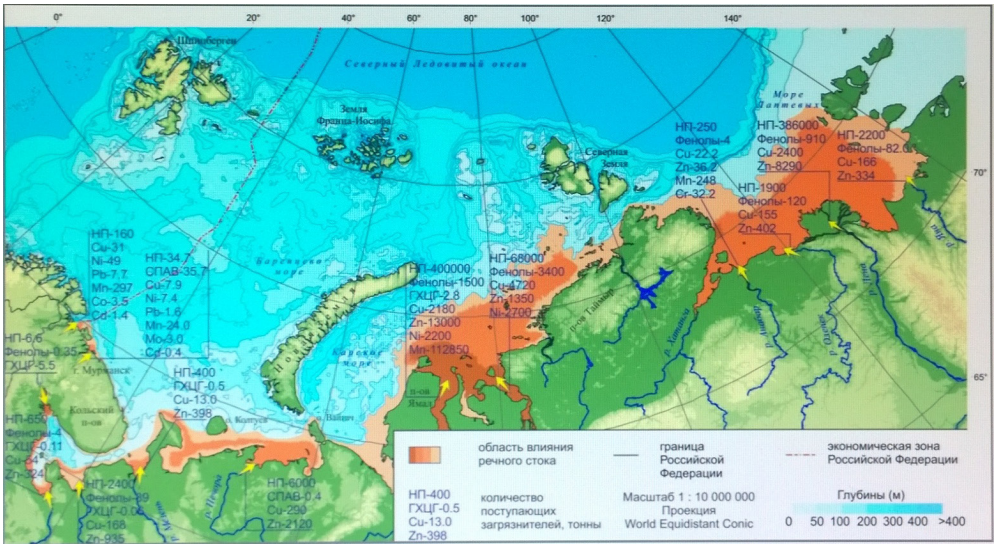


Рис. Области влияния речного стока и распространение загрязняющих веществ в прибрежной зоне арктических морей (по Ильин Г.В. и др., 2009)

Ключевой проблемой в изучении геоэкологии прибрежно-шельфовой зоны Арктических морей можно назвать односторонний подход при оценке геоэкологических последствий, без учета особенностей строения и развития криолитозоны. Любые изменения, будь то внешнее (техногенное) воздействие или проявления природных процессов, неразрывно связаны с криолитозоной и криосферой в целом в виду особенностей климата и распространением многолетнемерзлых пород (ММП). На шельфе толщи ММП имеют разную температуру и глубину залегания кровли мерзлоты, т. е., можно изначально говорить о различных условиях протекания процессов в прибрежно-шельфовой зоне. Именно поэтому одни и те же процессы будут проявляться по-разному, что необходимо учитывать при прогнозе экологической ситуации, особенно в прибрежной зоне, где наблюдаются наиболее контрастные условия (интенсивное прогревание в летний период, промерзание от припайного льда в зимний период).

Определяющим фактором развития как природных, так и техногенных процессов, следует считать деградацию шельфовой криолитозоны, то есть повышение температуры ММП, уменьшение глубины залегания ММП, увеличение мощности сезонно-талого слоя. Даже незначительные повышения температуры могут привести к началу фазовых переходов (при отрицательной температуре воды и осадка в целом), то есть в толще мерзлых пород появятся пленки незамерзшей воды, что способствует высвобождению органического вещества, миграции химических элементов, в том числе – загрязняющих веществ. Таким образом, прогнозирование состояния шельфовой криолитозоны важно для грамотной оценки экологической ситуации.

Для решения проблем геоэкологического прогноза в прибрежно-шельфовой зоне Арктических морей необходимо районирование шельфа, главным показателем для которого следует считать тип и темпы деградации криолитозоны (учитывающие состав и особенности строения пород, их температуру и засоление). Также предлагается совершенствование подходов к геоэкологическому картированию прибрежно-шельфовой зоны. Используемые методы – ландшафтный, литологический, геохимический – не отображают в равной мере континентальную и морскую составляющие [1], а предложенный И.Г. Авенариусом с соавторами морфоструктурный подход (т. е., учитывающий оротектонические элементы ландшафта) не показателен в плане распространения мерзлых пород. Решением проблемы может быть комплексное использование геоморфологического и геокриологического подходов.

Литература

1. Авенариус И.Г., Сорокина Е.П., Львов Л.А. и др. Принципы геоэкологического картографирования прибрежно-шельфовых зон на базе использования материалов дистанционного зондирования // Концептуальные проблемы геоэкологического изучения шельфа / Отв. ред. А.Ю. Опекунов.- СПб. — 2000. — С. 69–77.
2. Богоявленский В.И. Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики // Бурение и нефть, вып. 11, 2012
3. Ильин Г.В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии, вып. 1 – М., Геос, 2009, с. 124 – 164.
4. Романовский Н.Н., Тумской В.Е. Ретроспективный подход к оценке современного распространения и строения шельфовой криолитозоны Восточной Арктики.// – Криосфера Земли, т. 15, № 1.
5. Сергиенко В. И., Лобковский Л. И., Семилетов И. П., Дударев О. В. и др. Деградация подводной мерзлоты и разрушение гидратов шельфа морей Восточной Арктики как возможная причина «метановой катастрофы»: некоторые результаты комплексных исследований 2011 года.// Доклады Академии Наук, 2012, том 446, № 3, - М. Наука, с. 330–335
6. Holmes M.L., Creager Y.S. Holocene history of the Laptev Sea Continental Shelf // Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas, 1974, p. 211-229

СОСТАВ ОТВАЛА БЕЛОКЛЮЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ

Н.В. Юркевич, Ю.Г. Карин, Т.А. Кулешова

Новосибирский государственный технический университет, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Сульфидсодержащие отходы обогащения руд вызывают интерес исследователей в связи с тем, что они являются источником загрязнения окружающей среды и в то же время представляют собой техногенные месторождения [1, 2] с высокими содержаниями цветных металлов. Одним из перспективных подходов к изучению состава хвостохранилищ является применение геофизических методов. Электроразведка позволяет оптимизировать систему мониторинга техногенных систем, сократив число отбираемых проб для геохимических исследований, оценить ресурсы полезных компонентов и оконтурить зоны распространения подземных дренажных потоков [3; 4].

Объект и методы исследования

В данной работе исследовано строение и состав отвала отходов переработки руд Белоключевского медно-колчеданного месторождения геофизическими и геохимическими методами. Месторождение относится к Урской группе, содержит цинк, медь, свинец, барит, серебро, золото, разведано, но не разрабатывается – составляет Государственный резерв. В СЗ направлении от пос. Урск (Кемеровская область) на территории берёзовой рощи

находится небольшой насыпной отвал вскрышных пород Белоключевского месторождения площадью 2000 м^2, высотой 6 м. Сульфидсодержащие отходы контактируют с атмосферными осадками и становятся источниками кислых дренажных потоков за счет окисления основного кислотопродуцирующего минерала - пирита. Кислые поверхностные потоки сжигают траву и кустарники на своём пути, кроме того существует опасность попадания дренажа в грунтовые воды. Поэтому целью данной работы стало оценить состав и объемы техногенного хранилища для разработки рекомендаций по рекультивации нарушенной территории. В ходе полевых работ 2016 года была опробована комплексная геофизико-геохимическая методика экспрессной оценки состава отвала, на основании которой были выбраны точки для дальнейшего детального опробования и анализа на широкий спектр химических элементов. Работы проводились в несколько этапов:

Последовательность работ:

1. На первом этапе предварительно исследуется геоэлектрическая зональность хранилища горнопромышленных отходов, то есть распределение удельного электрического сопротивления (УЭС) по площади и глубине. Используются методы электротомографии и индукционного частотного зондирования. Электротомография осуществлялась с помощью многоэлектродной установки «Скала-48» (разработка ИНГГ СО РАН). Последовательность подключения электродов соответствовала симметричной установке Шлюмберже с максимальным разносом питающей линии АВ до 235 м. При этом, глубинность исследований достигала 45 м. Частотное зондирование проводилось электромагнитным сканером (ЭМС). Вся аппаратура и методы интерпретации данных разработаны в ИНГГ СО РАН. Предварительные геофизические данные используются для выбора оптимальных точек для опробования.

2. Опробование вещества отходов в точках с наименьшими удельными электрическими сопротивлениями (в наиболее проводящих зонах), приготовление паст (суспензий) в соотношении отходы : вода = 2 : 1 по массе. Этот метод хорошо известен в западной литературе [5] и даёт первичную информацию о составе жидкой фазы, контактирующей с веществом отходов. Полевые измерения значений pH, окислительно-восстановительного потенциала паст потенциометрическим методом на портативном иономере Эксперт-001 («Эконикс», Москва) и удельной электрической проводимости (УЭП) паст кондуктометрическим методом при помощи портативного кондуктометра Cond 315i (WTW, США). Полученная информация далее используется для выбора точек опробования и определения химического состава.

3. Анализ твердого вещества рентгенофлюоресцентным (РФА) методом для определения содержаний оксидов силикатной группы и Ba, рентгенофлюоресцентным методом с синхротронным излучением (РФА-СИ на базе ИЯФ СО РАН) и масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой на содержание ряда элементов (Cu, Zn, Cd, Pb, Sn, Ni, Co, Mo, Ag, Au, As, Sb, Bi, Ga, In, Tl, Be). Определение влажности, гранулометрического состава, содержания серы сульфидной и сульфатной методами классической аналитической химии.

Результаты и обсуждение.

Электротомографические исследования позволили определить мощность техногенных отходов около 10 м, предположительно происходит растекание дренажного потока по площади и на глубину по направлению понижения рельефа, что подтверждается данными электрометрических измерений на геоэлектрическом разрезе по профилю длиной 340 м, пересекающем отвал и участок березовой рощи. Обнаружено, что отходы имеют низкие значения УЭС от 2 до 14 Ом·м, насыпь отличается сопротивлениями около 50 Ом·м, коренным породам соответствует сопротивление более 1000 Ом·м. Электромагнитное сканирование позволило оконтурить площадку с наиболее проводящим веществом, перспективным для дальнейшего изучения (рис. 1). В полевых условиях по построенной карте распределения УЭС были выбраны точки для измерения pH, Eh и электропроводности. Значения pH паст находятся в кислой области (1.9-3.0), высокие значения ox-red потенциала (+500+800 мВ) свидетельствуют об интенсивном протекании окислительных процессов, электропроводность варьирует от 500 до 3000 мкСм/см. Зоны с самыми высокими электропроводностями соответствуют зонам с наименьшими значениями pH и они же соотносятся с локальными участками самых низких УЭС по данным электро-магнитного сканирования. Концентрации железа и сульфидной серы в отходах достигает 28 % вес., что указывает на высокий кислотопродуцирующий потенциал отходов. Высоки концентрации меди, цинка (до 490 г/т), золота (1.5 г/т) и элементов первого класса опасности: мышьяка (до 520 г/т) и ртути (до 270 г/т) (табл. 1).

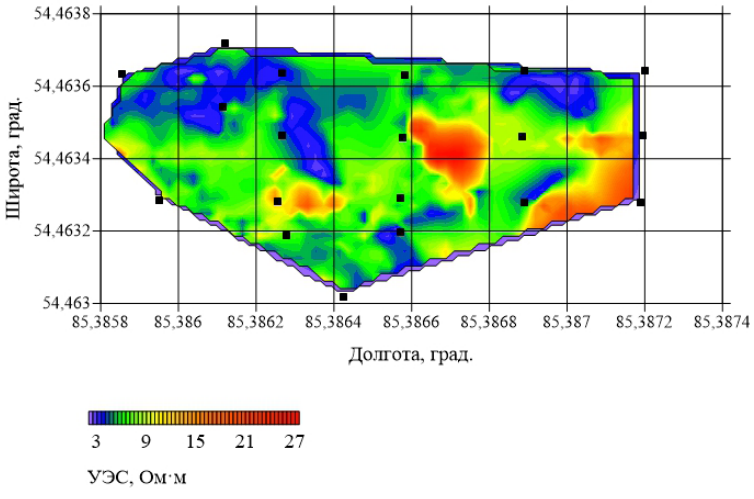


Рис. 1. Карта распределения УЭС по данным электромагнитного сканирования на площадке Белоключевского отвала. Синие области соответствуют высокопроводящим зонам предположительно с высокой концентрацией сульфидов металлов. Черными квадратами показаны точки отбора проб.

Данные об электропроводности, УЭС, значениях pH паст были сопоставлены с результатами химического анализа состава отходов. Были получены значимые положительные коэффициенты корреляции pH и УЭС ($К_{кор}$ = 0.75), установлена их численная взаимосвязь:

$pH = 1.9029 \cdot (УЭС, ом \cdot м)^{0.143}$.

Кроме того, положительна корреляция электропроводности и содержаний сульфидной серы, железа, меди, цинка, мышьяка и ртути. Отрицательна корреляция электропроводности с pH и УЭС по данным электромагнитного сканирования. Не наблюдается корреляция с влажностью или размерностью частиц вещества. Это указывает на преимущественный вклад в проводимость отходов минерального скелета вещества. Корреляционная связь электропроводности, измеренной прямым кондуктометрическим методом в пастах, и УЭС по данным электромагнитного сканирования позволяет использовать электроразведочный метод для экспресс-обнаружения участков техногенных объектов, перспективных для геохимического опробования. Проводимость отходов не обусловлена влажностью или размерностью вещества, а напрямую связана с его химическим составом, что было нами показано в ходе предыдущих исследований на хвостохранилищах Талмовские Пески, Дюков Лог, Урское, Комсомольское (Кемеровская область), Сак-Елга, Новое (Челябинская область) [3, 4].

Таблица

Значения pH, удельной электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала, удельного электрического сопротивления, влажности (W), серы сульфатной и сульфидной, химических элементов в веществе отходов из Белоключевского отвала (n=20)

	pH	УЭП, мкСм/см	Eh, мВ	УЭС, Ом·м	%				г/т				
					W	Сера сульфатная	Сера сульфидная	Fe	Cu	Zn	As	Au	Hg
мин	1.95	500	508	1.4	6.7	0.20	2.2	1.4	18	26	160	0.14	37
макс	5.71	7300	798	130	20	1.2	28	28	420	490	520	1.5	270
среднее	2.82	3900	709	35	12	0.52	8.3	5.4	110	120	270	0.67	100

Выводы.

1. Предложена схема мониторинга хвостохранилищ горнорудного производства с применением геохимических и электроразведочных методов, включающая съемку исследуемой площадки электромагнитным сканированием, определение зон аномальной проводимости, получение профилей микроэлектротомографии, опробование шурфов в наиболее контрастных по сопротивлениям зонах.
2. Обнаружена значимая корреляция электропроводности отходов, измеренной прямым экспресс-методом в пастах в полевых условиях, с их химическим составом: кислотностью, содержанием металлов, сульфатной и сульфидной серы. На основании установленной численной взаимосвязи между pH и УЭС возможно прогнозирование зон распространения кислых дренажных потоков на глубинах, недоступных для опробования, по геоэлектрическим разрезам.
3. Высокие содержания железа и сульфидной серы указывают на кислотопродуцирующий потенциал отходов из Белоключевского отвала. По геофизическим данным общий объем техногенного сырья составляет 200 тыс. $м^3$, высокие концентрации цветных металлов, в том числе и золота, свидетельствуют о целесообразности их извлечения.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда президента РФ (грант № МК-6654.2016.5).

Литература

1. Экология и охрана природы при открытых горных работах / Под. ред. П.И. Томакова. - М.: Изд-во МГГУ, 1994. – 417 с.
2. Птицын, А.Б. Проблемы освоения техногенных месторождений Забайкалья / А.Б. Птицын // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. - №3с-2. – С. 128-130.
3. Bortnikova S., Yurkevich N., Bessonova E., Karin Y., Saeva O. The combination of Geoelectrical Measurements and Hydro-Geochemical Studies for the Evaluation of Groundwater Pollution in Mining Tailings Areas, The Handbook of Environmental Chemistry . Springer Berlin Heidelberg, ISSN: 1867-979X (Print) 1616-864X (Online), DOI: 10.1007/698_2013_234, 2013
4. Yurkevich N.V., Saeva O.P., Karin Y.G. Geochemical anomalies in two sulfide-bearing waste disposal areas: Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, and As in contaminated waters and snow, Kemerovo and Chelyabinsk regions, Russia // Toxicological & Environmental Chemistry. – 2015. - V. 97. - I. 1. – p. 1-14.
5. Smart, R., Skinner, W. M., Levay, G., Gerson, A. R., Thomas, J. E., Sobieraj, H., ... & Stewart, W. A. (2002). ARD test handbook: Project P387, A prediction and kinetic control of acid mine drainage. AMIRA, International Ltd, Ian Wark Research Institute, Melbourne, Australia.

ПЕРЕРАБОТКА ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ИСЧЕРПАЕМЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В.И. Янушевский, М.А. Осипенко
Научный руководитель доцент Е.В. Крышилович, доцент И.И. Курило
Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

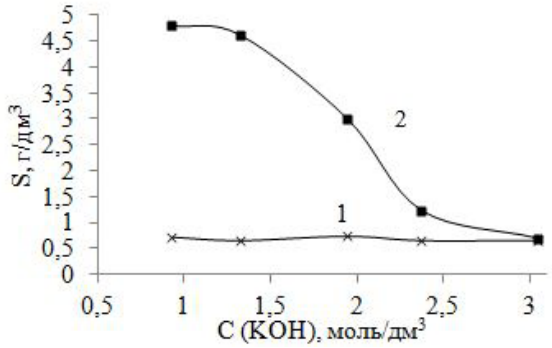
В странах СНГ основным природным сырьем для ванадиевой продукции являются титаномагнетитовые руды Качканарского месторождения (Россия), где концентрация оксида ванадия (V) составляет 0,14–0,17%. Из-за малого содержания ванадия в рудах и концентратах производство ванадия становится рентабельным только при извлечении большинства компонентов. В то же время, потенциальным источником вторичного ванадийсодержащего сырья являются отработанные ванадиевые катализаторы (ОВК) сернокислотного производства, а также твердые продукты сгорания углеводородного сырья на тепловых электростанциях, концентрация ванадия в которых в 10–100 раз превышает его содержание в рудном сырье [5].

При использовании ванадийсодержащих отходов, в частности ОВК, в качестве сырья для извлечения ванадия не требуются затраты на его добычу и обогащение, что необходимо при переработке минерального сырья. Затраты на утилизацию содержащихся в ОВК полезных компонентов в 2–3 раза меньше затрат на их добычу, обогащение минерального сырья и его последующую переработку. Расход топлива снижается на 10–40%, а удельные капиталовложения – на 30–50%. В целом это огромный резерв повышения энергоэффективности.

Для увеличения степени извлечения V_2O_5 из ОВК в процессе выщелачивания и оптимизации условий его перехода в раствор, было проведено исследование растворимости ОВК в водных растворах КОН с концентрацией от 0,92 до 4,23 моль/дм^3. Процесс проводили при постоянном перемешивании и термостатировании при 20 °С в течение 2 ч. Соотношение Т : Ж = 1 : 100.

Необходимо отметить, что свежеприготовленные растворы выщелачивания ОВК имели желто-оранжевую окраску, интенсивность которой зависела от концентрации щелочи. При старении растворов окраска менялась до бледно-зеленой, а со временем исчезала совсем. Это свидетельствует об образовании новых ионизированных форм соединений ванадия (IV).

Результаты гравиметрического и титриметрического методов анализа растворов выщелачивания ОВК представлены на рисунке 1. Гравиметрическим методом определяли общую потерю массы навески и, соответственно, общую растворимость, титриметрическим – содержание V_2O_5 в фильтрате.



1 – V_2O_5; 2 – ОВК
Рис.1. Растворимость ОВК в растворах КОН

Растворимость ОВК в щелочной среде при соотношении Т : Ж = 1 : 100 в 0,92-2М растворах КОН составила 4,6–4,8 г/дм^3. При повышении концентрации щелочи до 3 моль/дм^3 наблюдается уменьшение растворимости, что объясняется образованием малорастворимых основных солей и гидроксидов металлов, входящих в состав ОВК. При концентрациях КОН выше 3 моль/дм^3 наблюдалось взаимодействие кремнезема со щелочью, что приводило к увеличению растворимости ОВК. Содержание соединений ванадия в фильтрате при увеличении концентрации КОН не изменялось и составляло в пересчете на V_2O_5 0,64 г/дм^3. Это соответствует 85–87 мас.% от содержания V_2O_5 в навеске и технологическому вскрытию при данной степени измельчения ОВК.

Однако необходимо отметить, что использование щелочных растворов выщелачивания затрудняет дальнейшее выделение V_2O_5 из электролитов и приводит к существенному расходу реагентов на этой стадии. Поэтому представляется более целесообразным использование кислых растворов выщелачивания.

Известно, что перевод ванадия в другие, более растворимые формы (степень окисления ванадия <5) приводит к интенсификации процесса выщелачивания. С этой целью проводилось изучение восстановительного выщелачивания соединений ванадия из ОВК с использованием различных восстановителей.

Введение восстановителей в растворы выщелачивания (Na_2SO_3, $Na_2S_2O_3$, $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$, $H_2C_2O_4$) в количестве 0,01–1,0 моль/дм^3 приводит к увеличению степени выделения соединений ванадия до 60%. Наиболее предпочтительным восстановителем является сульфит натрия, поскольку его использование рентабельно, экологически безопасно и обеспечивает высокую степень извлечения V_2O_5 из растворов выщелачивания.

На основании анализа установленной гравиметрическим методом зависимости степени восстановления ванадийсодержащих компонентов сульфитом натрия в растворах выщелачивания ОВК от времени взаимодействия (рисунок 2) определено, что окислительно-восстановительный процесс сопровождается протеканием обратимой химической реакции.

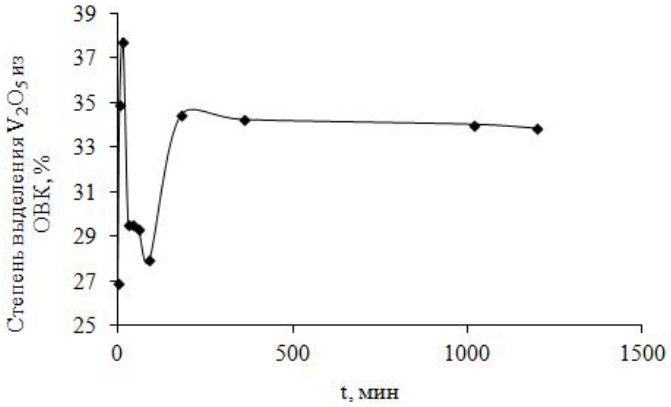


Рис. 2. Зависимость степени выделения ванадийсодержащих соединений из ОВК от времени (t) восстановительного выщелачивания сульфитом натрия

Таблица

Состав твердых остатков после выщелачивания ванадийсодержащих компонентов из ОВК растворами

Концентрация раствора Na_2SO_3, моль/дм^3	Элемент	Мас.%	Соединение	Мас.%
0,01	O	50,74	–	0,00
	V	2,88	V_2O_5	5,14
	K	1,83	K_2O	2,20
	S	3,54	SO_3	5,31
	Si	40,83	SiO_2	87,35
0,05	O	51,53	–	0,00
	V	2,51	V_2O_5	4,87
	K	1,54	K_2O	1,86
	S	3,24	SO_3	4,87
	Si	41,17	SiO_2	87,66
0,5	O	50,18	–	0,00
	V	2,99	V_2O_5	5,91
	K	1,43	K_2O	1,72
	S	3,66	SO_3	5,49
	Na	1,44	Na_2O	1,94
	Si	40,30	SiO_2	84,94

Поскольку в состав ОВК входят сульфаты, то при использовании Na_2SO_3 не добавляется новых веществ, которые могут помешать процессу выделения V_2O_5 из него. Кроме того, сульфит натрия имеет невысокую стоимость, что делает его использование наиболее предпочтительным в процессе переработки ОВК.

На основании полученных экспериментальных данных предложен способ переработки ОВК типа, включающий предварительное измельчение ОВК, выщелачивание ванадийсодержащих соединений с последующим их окислением и выделением из раствора, отличающийся тем, что выщелачивание ванадийсодержащих соединений проводят при соотношении твердой и жидкой фаз Т : Ж = 1 : 5 в две стадии: на первой стадии проводят кислотное выщелачивание H_2SO_4 при pH 1,2–1,3, и наложении ультразвукового поля в течение 5 мин, осадок отфильтровывают и сушат, на второй стадии проводят восстановительное выщелачивание отфильтрованного осадка раствором Na_2SO_3 с концентрацией 0,01 моль/дм^3 при температуре 20–25 ºС в течение 5–15 мин, полученный осадок отфильтровывают и сушат, фильтраты после кислотного и восстановительного выщелачивания объединяют, полученный предгидролизный раствор окисляют H_2O_2 или $(NH_4)_2S_2O_8$ и проводят термогидролитическое выделение ванадийсодержащих соединений. Общая степень извлечения ванадийсодержащих соединений – до 98% [1, 2] .

Литература

1. Жарский. И.М., Орехова С.Е., Курило И.И., Крышилович Е.В. // Свиридовские чтения. 2011. Вып. 7. С. 50–57.
2. 2. Крышилович Е.В., Орехова С.Е., Курило И.И. // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2011. № 3. С. 32–36.

СОДЕРЖАНИЕ

ТОМ I

ПРЕДИСЛОВИЕ 5

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЧУБИК П.С.
НОВЫЕ ЗАДАЧИ И НОВЫЕ РУБЕЖИ. О ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТПУ СРЕДИ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ.....29

ШВАРЦЕВ С. Л.
М.И. КУЧИН – ОСНОВАТЕЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ В СИБИРИ.....32

ОЛЬХОВАТЕНКО В. Е.
РАЗВИТИЕ ИДЕЙ М.И. КУЧИНА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ СИБИРИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....35

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

ОСИПОВА Е.А.
К 115-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....40

БАРБУ Т.Э.
БИОСТРАТИГРАФИЯ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ БЕРРИАС-ГОТЕРИВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИНЫ АНАБАРО-ХАТАНГСКАЯ 3 (СЕВЕР СРЕДНЕЙ СИБИРИ).....42

ГАЛИВЕЦ Ю.Е.
ОТЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА НИЖНЕОЛЕНЁКСКОГО ПОДЪЯРУСА БУХТЫ АБРЕК В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО КОНОДОНТАМ).....43

ГЛУШКОВ С.Ю.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИЦ ВИДА НА ПРИМЕРЕ КОРАЛЛОВ РУГОЗ.....45

КИСЕЛЕВА А.А.
ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ И ИСТОЧНИКОВ ВЕЩЕСТВА УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ.....47

КУХАРИК Е.А.
РАЗВИТИЕ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ.....49

ЛАТИФОВ У.Х., ОДИНАЕВ Ш.А.
ОСНОВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАФИРНИГАНСКОЙ ЗОНЫ ПОДНЯТИЙ И ОСОБЕННОСТИ ЯРУСНОГО СТРОЕНИЯ РЕЛЬЕФА.....51

ЛУЦКОВИЧ О.В., МЕЛЕЖ Т.А.
ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА РУСЛОВОГО АЛЛЮВИЯ СРЕДНИХ И МАЛЫХ РЕК ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....53

МИРОНОВ В.А.
МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЕСТВОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПОЗНАНИИ В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИИ НАРРАТИВА А. ДАНТО.....55

МУХИДИНОВ Ф.А., ОДИНАЕВ Ш.А., НИЁЗОВ О.Х.
НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ТОННЕЛЯ ИСТИКЛОЛ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН).....57

МУХИДИНОВ Ф.А., ОДИНАЕВ Ш.А.
ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧСЕКИЕ СВОЙСТВА ПОРОДЫ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ ПОД ПЕРЕВАЛОМ ЧОРМАГЗАК.....59

НАЗАРОВА А.М.
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕДЕВОНСКОГО РИФОВОГЕННОГО МАССИВА КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ (КАРЬЕР «ЛЕБЕДЯНСКИЙ»).....61

НИЗАМОВА Л.Р., САГДЕЕВА Н.С.
АНАЛИЗ СТАДИЙНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ РЕКИ БАСУ НА ПРИМЕРЕ КУЛМАСОВСКОГО УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА.....63

ОДИНАЕВ Ш.А.
О ВОЗРАСТЕ ВЕРХНИХ ЯРУСОВ ПАЛЕОЗОЯ ЮЖНОГО СКЛОНА ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (НА ПРИМЕРЕ ЗИДДИНСКОЙ ВПАДИНЫ).....64

ОЩЕПКОВА А.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РАСШИФРОВКИ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА-ГОЛОЦЕНА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....66

ПОПОВ Б.М.
ВЕРХНЕДЕВОНСКИЕ ОСТРАКОДЫ ОКРАИН КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА ИЗ РАЗРЕЗОВ НА Р. ЯЯ, Р. ИЗЫЛЫ, Р. ТОМЬ.....69

РЯПОЛОВА Ю.М., ТУРОВА И.В.
ТРАВЕРТИНЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО АЛТАЯ....70
САМОЙЛОВА Е.Ю.
ПРОБЛЕМА ИСТОЧНИКОВ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ – ГОРНОГО ХРУСТАЛЯ НА МЕСТОНАХОЖДЕНИИ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ ВОЛЧЬЯ ГРИВА (БАРАБИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)....72
САТИБЕКОВА С.Б.
ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕНОСНЫХ СВИТ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА....73
СУХОРУКОВА В.А.
НЕКОТОРЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ПАПОРОТНИКИ НАУНАКСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНЯЯ-ВЕРХНЯЯ ЮРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)....75
ТАШЛЫКОВ В.С.
К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ И ВОЗРАСТЕ ДЖИДИНСКОЙ СВИТЫ (ДЖИДИНСКАЯ ЗОНА, ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)....77
ТОЩЕВА Я.С.
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ПЛАСТ Ю4) УСТЬ-ТЕГУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДЕМЬЯНСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН)....79
ТРЕТЬЯКОВА М.И. ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУНАКСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНЯЯ-ВЕРХНЯЯ ЮРА) ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ....80
ТРУБИН Я.С. ИСКОПАЕМЫЕ ОСТАТКИ КОСТИСТЫХ РЫБ СЕМЕЙСТВА SCOMBRIDAE ИЗ ТАВДИНСКОЙ СВИТЫ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ....82
ТУРОВА И.В., РЯПОЛОВА Ю.М., ЛОБОВА Е.Ю.
ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ СЕЙСМОДИСЛОКАЦИИ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЯЛОМАНСКОМ ГРАБЕНЕ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)....84
ФАМ В.Х.
АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДРАКОН....86
ЧЫЛБАК Б.И.
СЛЕДЫ ДРЕВНИХ ПОЖАРОВ В РАЗРЕЗАХ НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ....88

СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

АРТАМОНОВА А.А.
ПЕТРОХИМИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ БАРЫНЬСКОГО МАССИВА (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА)....90
БАБИНЦЕВ Н.А.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛЬТРАМАФИТОВ КАНСКОГО ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)....91
БАЗАРОВА Е.П.
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ОХОТНИЧЬЕЙ (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)....93
БОРОЛДОЕВА В.В.
ГЕОХИМИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ПИКРОБАЗАЛЬТОВ ХРЕБТА ХЭНТЕЙ....95
ВОРОБЬЕВА А.В. .
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ КЫЗЫР-БУРЛЮКСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)....97
ГОРОХОВСКАЯ А.Н.
ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД МАЛОКУЛЬТАЙГИНСКОГО МАССИВА (ГОРНАЯ ШОРИЯ) 98
ЕФИМЕНКО С.В., ЧУРИЛИН В.С., БАДИНА М.В.
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВ И СОСТАВА ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ....100
ЕФИМОВА С.Г.
ТИПОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ....102
ЕФИМОВА С.Г.
ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ....104
ЗЛОБИН А.А.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА, МЕДИ И НИКЕЛЯ В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ ЗАПАДНОЙ И СРЕДНЕЙ СИБИРИ....106
КАРПОВА А.Г.
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБ ОЛОВОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПРАВОУРМИЙСКОЕ»....108
КРАСОТКИНА А.О.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКОНА ИЗ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ИЧЕТЪЮ

(СРЕДНИЙ ТИМАН).....110
КУЗЬМИН В.М., КЕМКИНА Р.А., ТИХАЯ М.А.
РАЗНОВИДНОСТИ КОБАЛЬТИНА В РУДАХ АЛБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....112
КУНГУЛОВА Э.Н., СОКОЛОВА Е.Н.
ТИПОХИМИЗМ ТУРМАЛИНОВ МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ ЛЕСХОЗОВСКОЙ ЖИЛЫ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПАМИР).....114
ЛАШКИВСКАЯ Д.Е., КАШИН А.Д., НЕВЕДОМСКИЙ В.А.
МИНЕРАЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ В ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ ЛАГЕРНОГО САДА (Г. ТОМСК).....116
НАМСАРАЕВА Б.Р. МАЕРКОВ П.О.
ХИМИЗМ ПИРОПОВ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ ИМ. В. ГРИБА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ) И ПИРОПОВ ШЛИХОВОЙ ПРОБЫ Р. МАЯТ (ЯКУТСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ).....118
ОСИПОВА Е.А. НАХОДКИ АУТИГЕННОГО ГИПСА В ДОЛИНЕ Р. КЫЗЫЛ-ЧИН, ГОРНЫЙ АЛТАЙ.....120
ПОПОВ Н.Ю., КЕМКИНА Р.А., КЕМКИН И.В.
НАХОДКА СУЛЬФОАНТИМОНИДА НИКЕЛЯ В РУДАХ АЛБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ).....122
РЕВЕНОК Я.Н.
ФИЛЛОСИЛИКАТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОСАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ РЕПТИЛИЙ ПРИАМУРЬЯ.....124
СУВОРОВА А.Г. ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ КИНГАШСКОГО КОМПЛЕКСА (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА).....126
СУХАНОВА К.Г., АЛЕКСЕЕВ В.И., КОРОЛЕВ Н.М.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Fe^{2+} И Fe^{3+} В СТРУКТУРЕ ТУРМАЛИНОВ ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА.....127
ТАТАРИНОВ В.В., МАКШАКОВ А.С.
ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА АРСЕНОПИРИТА НАТАЛКИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВОГО МИКРОАНАЛИЗА.....129
ШОМУКИМОВ Д.С.
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПАМИРА.....131
ЩЁГОЛЕВА Е.Н.
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ МОНЧЕГОРСКОГО ПЛУТОНА (КАРЕЛИЯ).....133
ЮРИЧЕВ А.Н.
ГРАНАТЫ ИЗ ХРОМИТИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (РЕСПУБЛИКА ТЫВА).....134
ЮРИЧЕВ А.Н.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХРОМШПИНЕЛИДОВ МАССИВОВ СЫУМ-КЕУ И ХАРЧЕРУЗСКИЙ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ).....136
ЮРКОВА М.В.
НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....138

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

АБИЛЬТАЕВА А.З.
МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АКТОГАЙ.....140
БАБЕНКО Т.А.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГЕНЕЗИСА СОЛЯНОЙ ТОЛЩИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИВЕНСКОЕ I (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ).....142
ВЕРХОТУРОВА Е.В.
РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАНИИ ЗОЛОТА УГЛЯМИ НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....144
ГАЛИХАНОВ А.В., СТЕБЛЕЦОВ М.Д.
ИЗУЧЕНИЕ ФРАМБОИДОВ ПИРИТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ООЛИТОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....145
ДОСКАЛИ Н.К., УРУЛБАЕВ Е.А.
ОСОБЕННОСТИ ТИПОВ РУД КУМДЫКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗА.....147
ДОЦЕНКО А.В.
ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕНОСНОСТИ В РАЗРЕЗЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО (ЧЕЧЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА).....149
ИВАСЕНКО Р.Н.
ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ФРОНТ БЕРЕНТАЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ЛЕВО-МЯКИТСКОГО РУДНОГО УЗЛА

(МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....151
ИШБЕРДИН А.Р.
РОЛЬ МЕТАМОРФИЗМА В ОБРАЗОВАНИИ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НА ПРИМЕРЕ ПОДОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....153
КАБИРОВА С.В.
ИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА К12
НА УЧАСТКЕ ТАЛДЫКУДУКСКИЙ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА.....155
КАЛИСТРАТОВ А.С., ЛОПАТКИН М.Ю., КОЛЕСНИКОВ А.Д.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ТАЛМАНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ
(ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ).....157
КАСПЕРСКИЙ С.В.
ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НОВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА ЗОЛОТА В ПРЕДЕЛАХ
ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ).....159
КАЮМАРСИ М, ФАЙЗИЕВ Ф.А.
О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД В ПРЕДЕЛАХ
ЮЖНОГО ГИССАРА (ТАДЖИКИСТАН).....161
КХЛИФ Н., КОРОЛЬКОВ А.Т., САСИМ С.А.
ГЕОДИНАМИКА ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....163
ЛЯЛИК Е.В.
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ MAPINFO ПРИ СОЗДАНИИ КАРТЫ.....164
МАКШАКОВ А.С., КРАВЦОВА Р.Г.
САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РОГОВИК (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ).....166
МАНСУРОВ Р.Х.
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ШЛИХО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА.....168
МИЛОВАНОВА В.А.
МИНЕРАЛО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД УЧАСТКА КУРСАГАШ-1
МЕСТОРОЖДЕНИЯСЕЛЕЗЕНЬ.....170
МИЦЫХ С.Н.
МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОРОД И РУД ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ).....172
ОЙЦЕВА Т.А.
ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ
КАЛБА-НАРЫМСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ПОЯСА.....174
ОКУЛОВ А.В.
ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ЗОЛОТО-СКАРНОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ).....176
РУСТАМЖОНОВ Р.Р., ХОЛИЕРОВ А.Т., ХАМРАЕВ А.Д.
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД ЖЕЛЕЗО-БОР-СКАРНОВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНГБУЛАК (ХРЕБЕТ КОРЖАНТАУ).....178
СЕЛИВАНОВ П.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕШЕЙ ГАММА-РАДИАЦИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ И ОЦЕНКЕ
КОМПЛЕКСНЫХ РЕДКОМЕТАЛЬНО-ИЛЬМЕНИТОВЫХ РОССЫПЕЙ
НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕБАНЕ (МОЗАМБИК).....180
СМИРНОВ П.В.
КОНФИГУРАЦИЯ И ГРАНИЦЫ ЗАУРАЛЬСКОЙ СУБПРОВИНЦИИ
ОПАЛ- КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД.....182
СОРОКИНА А.М.
ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СИДЕРИТА БАКЧАРСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....184
СТЕБЛЕЦОВ М.Д., ГАЛИХАНОВ А.В.
МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ В ТУРОНСКИХ
ОТЛОЖЕНИЯХ БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....186
ФАЙЗИЕВ Ф.А., ФАЙЗИЕВ А.Р., ЯТИМОВ С.
О СЕРЕБРОНОСНОСТИ СКАРНОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАНСАЙСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ (СЕВЕРНЫЙ ТАДЖИКИСТАН).....188
ФЕДОРЕНКО М.И., ОСТРОВСКИЙ Е.С.
ОСОБЕННОСТИ СУЛЬФИДНОГО И БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ
РУД ТАЛНАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....190
ШКОДИН С.Д., САМОХВАЛОВ А.Ю., ДОБРОЛЮБОВ А.И.
ПЕТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ СМЕЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....192
ЯНЧЕНКО О.М. КАРБОНАТЫ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ
МАЛОУШАЙСКОЙ ЗОНЫ.....193

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

АЛИМЕНКО Т.Г.
ФИЗИКО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ПОКРЫШЕК БОРИСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....195
АНДРЕЯНОВ М.О.
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВСКОГО СВОДА.....197
АНИСЬКОВА М.А.
ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ПЕТРИКОВСКО-ЕЛЕЦКОЙ ЗАЛЕЖИ ДАВЫДОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)....198
АНТИПИНА М.И., ДЕГТЯРЕВ Д.С.
НАФТЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С УГЛОВЫМ МАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....200
АФОНИН И.В.
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРФЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА КОВЫКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ).....202
БАХЛЮСТОВ А.И.
ВЫЯВЛЕНИЕ КАНАЛОВ НИЗКОГО ФИЛЬТРАЦИОННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....204
БАХТИНА Е.С., САМОЙЛЕНКО В.В.
ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА НЕФТЕНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ.....206
БЕРКО В.Ю.
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА УГЛЕВОДОРОДОВ И МЕТАЛЛОПОРФИРИНОВ НЕФТЕЙ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНОВ.....208
ВАГАНОВА Е.С., ТИТОВ И.В.
ОРДОВИКСКО-НИЖНЕДЕВОНСКИЕ КАРБОНАТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ В ПЛАНЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ТРЕЩИННОЙ ПРИРОДЫ.....212
ВИКТОРОВА М.А., ШМЕЛЬКОВА Т.В., ШТЫРЛЯЕВА А.А.
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТА $Ю_2$ ВЫНГАПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА.....214
ГАБДРАХМАНОВ Д.Т., НОСОВА О.С., КОСАЧЕВ И.П.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕФТЯХ И БИТУМОИДАХ БЕРЕЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....216
ГАВРИЛОВА К.А.
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЛОГИЯ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ) 218
ГАЙВОРОНСКАЯ А.С., ГОЛОВАНЕВ И.А.
ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ МЕЛОВЫХ И ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕЛИЧАЕВСКО-КОЛОДЕЗНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ 220
ГАЙВОРОНСКАЯ А.С., ГОЛОВАНЕВ И.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ МЕТОДОМ НАСЫЩЕНИЯ КЕРНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИМНЯЯ СТАВКА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ.....222
ГАРСИЯ БАЛЬСА АУРА САМИД
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ПОРОД ФУНДАМЕНТА СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ПО ДАННЫМ КАРОТАЖА.....224
ГАРСИЯ БАЛЬСА, АУРА САМИД, ИЛЬИНА Г.Ф.
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....226
ГОРБУНОВ П.А.
ВЛИЯНИЕ ИНВЕРСИОННОЙ ТЕКТОНИКИ НА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....227
ГОРШКОВ А.М., ЛИ-ВАН-ХЕ О.С.
УСТАНОВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ КАЙМЫСОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА.....228
ГУБИНА Л.В.
ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАКТА ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ И БАРАБИНСКОЙ ПАЧКИ ПО ОБРАЗЦУ КЕРНА (СЕВЕРО-ПОКАЧЕСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....231
ДЕЕВА Е.С.
ПРИРОДА АНОМАЛЬНО ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА.....233

ДЕРГУНОВА А.В.
ОЦЕНКА МИГРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В БИТУМОИДАХ ПОРОД СЕМИЛУКСКОГО ГОРИЗОНТА МАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ....235
ДЖОРАЕВ Д.М.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НЕФТЕНОСНОСТИ ТУРКМЕНСКОЙ ЧАСТИ АМУДАРЬИНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ 237
ДОРОГОВ П.П.
ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ.....239
ДУБОВИК Ю.Н.
СТРОЕНИЕ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯКОВЛЕВСКОЙ СВИТЫ НА ТАГУЛЬСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)....240
ЕВДОКИМОВА А.И.
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В СУРГУТСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РАЙОНЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ....242
ЕРМАК А.Д.
СОЗДАНИЕ СПОСОБА НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ НЕФТИ В МИКРОТРУБКАХ....244
ЖАМСАРАНОВА А.Б., ОСИПОВА Е.Н.
КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТА $АВ_1$ РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА НА СОВЕТСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)....245
ЖАМСАРАНОВА А.Б., ОСИПОВА Е.Н.
ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТА АВ1 РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ) 248
ЖЕРДЕВА А.В., САМОЙЛЕНКО В.В., ВЕКЛИЧ М.А.
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПОРОД БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА РАЗЛИЧНОГО КАТАГЕНЕЗА....250
ЖИЧКО Я.Е.
РОЛЬ ХЕМОКЛИНА И ГАЛОКЛИНА В ОБРАЗОВАНИИ УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦЕВ....252
ЗИЯЕВ Д.Ш., САФАРАЛИЕВ Н.С., ОДИНАЕВ Ш.А.
ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР И РАЗВЕДОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ТАДЖИКИСТАНА....254
ИВАНОВ И.В., СМИРНОВ В.А.
ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЧВОРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ГЕОТЕРМИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ....256
ИШАНОВ М.Х., ИШАНОВ Д.М.
ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ ТАДЖИКИСТАНЕ....258
КАЖУМУХАНОВА М.З.
ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ОБНАЖЕНИЙ МЫСА МУОСТАХ (БЫКОВСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)....260
КАЗАНСКАЯ Д.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯРАКТИНСКОГО ГОРИЗОНТА....263
КАСТИЛЬО Т.С.
НЕФТЕМАТЕРИНСКАЯ ПОРОДА СВИТЫ «ЛА ЛУНА» БАССЕЙНА МАРАКАЙБО, ВЕНЕСУЭЛА....265
КОСТИНА М.С.
ОСНОВНЫЕ ХИМИКО-БИТУМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ 1-ГУДЫРВОЖ....266
КРУГЛОВ Н.Д.
ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ НЕФТИ, МЕТОДЫ И ВЫГОДЫ....268
КУЛЬКОВА С.М.
ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ВАСЮГАНСКОГО ГОРИЗОНТА (ПЛАСТ $Ю_1$) ТРАЙГОРОДСКО-КОНДАКОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)....270
КУРБАНОВ Р.Х.
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ПОДБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ....272
КУРУШИНА Ю.В., ВАЛЕЕВА С.Е., ФАХРУТДИНОВ Э.И.
ПРОГНОЗНЫЙ ПЕРЕСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТА АС5 МАЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ....274

ЛАТИФОВ У.Х., ОДИНАЕВ Ш.А., ЛАТИФОВ Х.З.
ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ВПАДИНЫ 276
ЛОГУНОВ Е.В., СУЛТАНОВ И.А.
СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТИМАНСКОГО ГОРИЗОНТА ЮЖНО-КУТУЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НГП).....278
ЛУЦКОВИЧ О.В.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СТВОЛА СКВАЖИНЫ С ЦЕЛЬЮ ВЫРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НА II БЛОКЕ ПЕТРИКОВСКО-ЕЛЕЦКОЙ ЗАЛЕЖИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....280
ЛЮБИМОВА М.Ю.
ПРИЧИНЫ ПОНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТА $Ю_1^1$ КАТЫЛЬГИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....282
МАЙКОВ К.Ю.
УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТРАССЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....284
МАНАСЯН Ф.Н.
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЮРСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....286
МАНУИЛОВА Е.А.
МЕТОДИК А ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ.....287
МАРКИН В.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ, ОТОБРАННЫХ ИЗ ПЛАСТОВ $БУ_{12}$ И $БУ_{15}$ ПОКУРСКОЙ СВИТЫ (СКВАЖИНА 2020 ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....289
МАРТЫНЕНКОВ М.Э.
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ НА КАЗАНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....291
МЕЛЕДИН А.С.
УТОЧНЕНИЕ МОДЕЛИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ НА ПРИМЕРЕ ЗАЛЕЖЕЙ ПЛАСТОВ $ЮВ_1^2$ И $ЮВ_1^3$ МЕСТОРОЖДЕНИЯ К-Е.....293
НАФИКОВ И.Ф.
ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛДАНО-МАЙСКОЙ ВПАДИНЫ НА ОСНОВЕ БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....295
НГУЕН М.Х.
ФАКТОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ФУНДАМЕНТА ШЕЛЬФА ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА.....297
НУРАБАЕВА А.Б., САРСЕНБАЕВА А.Н.
ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕТЫБАЙ.....299
ОЛЕНЕВ Я.В., ПУГОВКИНА Ю.С.
БИОСЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....300
ОХОТНИКОВ К.В.
ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ МАРОЧНЫХ БЛОКОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К КАТЕГОРИЯМ ЗАПАСОВ НА ВСЕХ СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....302
ПАВЛОВЕЦ Т.А.
ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПЛАСТА М ВОСТОЧНО-ГЕРАСИМОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....304
ПАВЛОВЕЦ Т.А.
ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НАДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ БОЛТНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СКВАЖИНЫ 3).....306
ПАНОВА Е.В.
СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО ШЕЛЬФА.....308
ПЛУГИНА А.В., СКИБА Д.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИН AL 16003 И AL 16014 МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ФАНДЮШКИНСКОЕ ПОЛЕ" АЛЬКАТВААМСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА.....310
ПОЛИЩУК Е.С.
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКЛИНИВАЮЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ГРП.....312
ПОМОЗОВА И.Ю.
ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ VII ПАЧКИ ЗАДОНСКОГО ГОРИЗОНТА РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....314

РЕХОВСКАЯ В.А.
СТРОЕНИЕ ПОДУГОЛЬНОЙ ПАЧКИ НА КАЗАНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....316
РУБАН А.С., ЮРИНОВА Ю.А.
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ.....318
САИТОВ Р.М.
О НЕКОТОРЫХ КРИТЕРИЯХ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА 320
СИЯЗОВ А.К.
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА МХ-III МАЛОХЕТСКОЙ СВИТЫ ТАГУЛЬСКОГО НЕФТЕГАЗКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ).....321
ТРИФОНОВА О.Н.
ТРАССЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ.....323
УГАЙ Е.В.
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....325
УЖЕГОВА Ю.А., КОНОШОНКИН Д.В.
МЕТОДИКА РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ КАРТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ.....327
ФАТКУЛИН М.Р.
ДОМАНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ТАТАРСТАНА КАК НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....330
ЧЕРЕНЕВА К.Р.
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЦЕПЕЙ МАРКОВА 332
ШАТОВА М.Н., ВУ КОНГ ХАНГ
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЛИНОВОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....334
ЮНУСОВА Л.А., ВАГАНОВА Е.С., ИСМАТОВА Л. С.
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ.....336

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО М.М.
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ ГЕОФИЗИКИ (ОБЗОР ДОКЛАДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ).....338
АЗАРОВ А.В.
УСТОЙЧИВОСТЬ АЛГОРИТМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА СЕЙСМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА К ОШИБКАМ В СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ.....339
АЛЕЕВА А.О.
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ВОЛН НА БЕРЕГАХ ТРЕЩИН КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ ПОГЛОЩЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН.....341
АМАНИ М.М., ПАРУБЕНКО И.В.
ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ СТРОЕНИЯ ПАЛЕОЗОЯ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ.....342
АСАБАЙ Е.И.
ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКШАТАУ.....345
АЮПОВ А.Р., ГИЛЬМУТДИНОВ С.Р.
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ ФЛЮИДОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СТВОЛЕ СКВАЖИНЫ.....347
БАЙКЕНЖИНА А.Ж.
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВЫБРОСООПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА.....348
БОРИСОВА Н.Ф.
РАДИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....350
БУРКОВ А. К.
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ....352
ВАСИЛЬЕВА М. А. СЕЙСМИЧНОСТЬ И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ТЕКТОНОСФЕРЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА 354
ВАСИЛЬЕВА М. А.
НОВЫЙ МЕТОД К СЕЙСМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ....355
ВОЛКОВА А. А.
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ И СКВАЖИННЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТРЕЩИНОВАТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ФУНДАМЕНТЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ....356
ГОЛОВ Е.С.
ГЕОФИЗИКА И НЕФТЕНОСНОСТЬ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ АЙ-ПИМСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ....358
ДРАЧУКОВ А.С.
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ КУЗБАССА (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ)....361
ИСЛЯМОВА А.А.
ПРОГНОЗ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ УЧАСТКОВ СКЛОНА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ....363
ИЩУК А.В.
РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ В УГЛЯХ...365
КАЛЕЙЧИК П.А.
МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ И ГРУНТОВ....367
КАРЧЕВСКАЯ Л.Р.
ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ....369
КЛИМОВ С.В.
ВЫДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН НА ЧАЯНДИНСКОМ НЕФГЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ....370
КОБЕН Г.К., ТУРСЫНОВА А.М.
ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО НЕФТЕГАЗОВЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ КАЗАХСТАНА....372
КОПЫТОВ Е.В.
СИГНАЛЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ТОНКОСЛОИСТЫХ И АНИЗОТРОПНЫХ МОДЕЛЕЙ СУБГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНОЙ....375
КОРОБЕЙНИКОВ П.А., СОКОЛОВА А.А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДА ДИПОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ....377
КУЛЕШОВ А.В.
ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЙ ОСОБЕННОСТИ МИЛОГРАДОВСКОГО ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ....379
ЛИТВИЧЕНКО Д.А.
ВЛИЯНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ЗОНДОВ НА ТРАНСФОРМАЦИИ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА....381
МАК Э.Р.Э. КПАТА, ИСЛЯМОВА А.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКОННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ТРАСС....383
МИРОНОВ В.А. ГЕОФИЗИКА КАК ИНТЕРПРЕТАЦИОННАЯ НАУКА....385
МИХЕЕНКО И.С., ОКС Л.С.
СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС ДЛЯ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗОНЫ МАНЫЧСКИХ ПРОГИБОВ И ПРИКУМСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДНЯТИЙ....387
МОСКАЕВ И. А.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИНДУКЦИОННОГО КАРОТАЖА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН....389
НАУМОВА М. В.
ЗАВИСИМОСТЬ АМПЛИТУДЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО СИГНАЛА ОТ ВОЛН-СПУТНИКОВ НА МЕЛКОВОДЬЕ....391
ОЖЕРЕД Ф. А. ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ШИНГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ГЕОФИЗИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ....393
ПАВЛОВА Д.М.
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СКВАЖИННОЙ ГЕОЭЛЕКТРИКИ С УЧЕТОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРИМЕРЕ ЮРСКОГО НЕФТЯНОГО КОЛЛЕКТОРА 395

РОМАНОВСКИЙ Р.В.
ХАРАКТЕРИСТИКА ОСИНСКОГО ГОРИЗОНТА НА ТАЛАКАНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....397
СЕЛЕТКОВ И. А.
ИЗМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧАСТКОВ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ.....399
СЕРДЮКОВ А. С.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЛНОВОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ.....401
СМЕЛОВ А.С., ЧЕРНЫШОВ Г. С.
АЛГОРИТМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ В ОБРАТНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРВЫХ ВСТУПЛЕНИЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН.....403
СТАРЕНКОВА В.В.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ И ЗОЛОТО-ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (КУЗБАСС, КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....405
СТЕПАНОВА С.С., КИРИЛЛИНА М. С., МЕРЕНКОВА А. С.
КАРТА ГЛУБИННОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....407
СТОЦКИЙ В.В., ИСАГАЛИЕВА А. К.
ПРОГНОЗ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ КОЛТОГОРСКОГО МЕЗОПРОГИБА И СТРУКТУР ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ).....409
ТАТАУРОВА А. А.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫХ ПОЯСАХ.....411
ТЕН В. В.
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОРИСТОСТИ ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА.....413
ФЕДОСЕЕВ А.А.
ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГИС В ИНТЕРВАЛАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ.....415
ХОГОЕВА Е.Е.
ОСОБЕННОСТИ ЛУЧЕВЫХ СХЕМ В НЕОДНОРОДНЫХ АЗИМУТАЛЬНО-АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ НА ПРИМЕРЕ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОЙ ЗОНЫ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ.....417
ЧЕРНЫШОВ Г.С., ЯБЛОКОВ А.В., СМЕЛОВ А.С.
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПОСЛОЙНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ.....419
ЧУБАРОВ Д.Л.
РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РОЛИ ПРИЛИВНЫХ СИЛ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.....421
ШАБАЛИН В.А.
СЕЙСМОМИКРОРАЙОНИОВАНИЕ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ.....423
ШАКИРОВ А.Б.
О ПРИРОДЕ АНОМАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ.....425
ШЕСТАКОВ В.В., ПАРУБЕНКО И.В.
ПОСТРОЕНИЕ КУБОВ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ.....427
ЯБЛОКОВ А.В., СЕРДЮКОВ А.С.
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ДАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН.....429

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ПОПОВ В.К.
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИРОДНЫХ ВОД – СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА.....431
АГАРКОВА В.О. ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БАКЫРЧИКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПОСЕЛКА АУЭЗОВ.....432
АЛИЕВА И.А., ОРЛОВА О.Д. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ AUTODESK AUTOCAD 2016.....434
АНГАХАЕВА Н.А.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИИ В ТУНКИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (БУРЯТИЯ).....436

БАХТИЁРИ М.С.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОГО ГИДРОУЗЛА....438
БЕКИРОВА К.В., МОШКИНА А.Г.
О МЕТОДИКАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ «ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА» ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ)....440
БЕЛОБОРОДОВА А.В., НГУЕН ТХЭ КУАГН, ПОПОВА А.И., СЕРЕБРЯКОВА А.С.
ОБРАБОТКА ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSDIMAT (НА ПРИМЕРЕ ОТКАЧКИ ИЗ СКВАЖИНЫ 1Г НА ОЛХИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД)....442
БЕЛОВ К.В., ГОРБАТЕНКО Н.С., ПОНОМАРЕВ А.Д.
РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ДЕПРЕССИОННЫХ КРИВЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИМ РЕШЕНИЕМ И МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ....444
БОГРОВА К.В.
РОВЕДЕНИИ ИЗЫСКАНИЙ НА ШЕЛЬФЕ....447
ВАСИЛЬЕВ Д.И., ПОСКОТИНОВ А.Е.
РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УЧАСТКА ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ (УДАЧНИНИСКИЙ ГОК, РЕСПУБЛИКА ЯКУТИЯ)....448
ГРИДАСОВ А.Г.
МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКА К УГОЛЬНОМЕТАНОВЫМ СКВАЖИНАМ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА 450
ГУДКОВА А.А.
МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГУБКИНСКОГО ПРОМЫСЛА....453
ДЕЕВА Ю.А.
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПОДЗЕМНОМ ВОДОЗАБОРЕ ООО «САНАТОРИЙ СИНИЙ УТЕС»....455
ЕПИФАНОВА Е.А.
НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА НА ПРИМЕРЕ КОЗИНСКОГО ВИАДУКА В ВОСТОЧНОМ САЯНЕ....457
ЗАРУБОВ М.С.
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ ВОСТОЧНОГО РУДНОГО ТЕЛА ТРУБКИ «УДАЧНАЯ»....458
КАРМАНОВА А.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА....460
КОРЖОВА Т.В.
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА....462
КУРУЛЮК И.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПОЛЗНЕВОГО ЯВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЕНУДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ НЕЙРОСЕТЬЮ....464
КЫЙМАТОВ Э.А. С
ХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ИСКИТИМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД....466
ЛОНШАКОВ Г.С.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕДУЩИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ ГОРОДА ИРКУТСКА....468
ЛУНЕГОВА М.С., КОРЯКИНА А.В.
РАЗМЕРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОВЫХ ФОРМ ТЕРРИТОРИИ с. УСТЬ-КИШЕРТЬ ПЕРМСКОГО КРАЯ....470
МАЛЬГИНА Ю.О., ПЕШКОВА Т.А.
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ....472
МЕДВЕДКОВ К.С.
ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ И ПРИНЯТИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ....474
МЕРЗЛЯКОВА М.В.
ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УЧАСТКА НЕФТЕПРОВОДА (КУСТОВОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ХМАО)....477
НЕВЕЧЕРЯ В.В.
СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КИРИЛЛО-БЕЛОЗЕРСКИЙМОНАСТЫРЬ....479

НЕКРАСОВ П.В.
ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВЫЯВЛЕНИИ НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕ-ЧУСОВСКИЕ ГОРОДКИ.....481
ПОСКОТИНОВ А.Е.
ДИНАМИКА ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА «УДАЧНЫЙ».....483
ПРОНИЧЕВА Е.Л.
РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД Г. ПЕРМИ.....486
ПРОСКУРЯКОВА З.В.
РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....488
ПРОЦЕНКО П.И.
АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ.....489
ПРЯНИШНИКОВ Е.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЮЧЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ В БОРТАХ КАРЬЕРА.....491
ПУРГИНА Д.В.
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КЛИМАТА ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД ДЛЯ ПРОГНОЗА ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....493
САГИНГАЛИЕВ Ч.Б.
АКТУАЛИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ БАССЕЙНА Р. ИРГИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ.....495
САМУШЕВА А.А.
РАВНОВЕСИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С КАРБОНАТНЫМИ МИНЕРАЛАМИ.....497
СОТНИКОВ П.В.
ПОДЪЕМ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ЗАСТРАИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА.....499
ТАРЕК С.С.
ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА ПРИ УСИЛЕНИИ ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ В Г. ЛЕНИНСК–КУЗНЕЦКИЙ.....501
ФАДЕЕВА И.И. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ НЕСЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ОТ ИХ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ.....504
ФЕДОРСКИЙ М.С.
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА НАМЫВНЫХ ПЕСКОВ «МЕЛЬНИКОВ ЛУГ», Г. ГОМЕЛЬ).....506
ЧИЛИНГЕР Л.Н.
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ.....508
ШРАМОК А.В.
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ УГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....510
HOANG ANH TUAN, DOAN CONG BIEN, NGUYEN BA DONG, NGUYEN HAI HA
RESEARCH ON CORRELATION BETWEEN COMPRESSION INDEX (Cc) WITH OTHER PROPERTIES OF SOIL FOR GEOTECHNICAL DESIGN IN SIHANOUKVILLE CITY.....511

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

ШВАРЦЕВ С.Л.
ВОДА – СОЗИДАТЕЛЬ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА.....514
АБДУЛЛИНА А.Р., ГАЛЛЯМОВ Р. Р. , КАЛКАМАНОВА З.Г.
ВАРИАЦИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НЕФТЯНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....517
БАТУЕВА Э. М.
МИКРОФЛОРА ОЗЕРА ГУСИНОЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯМ.....519
БЕЛОВ К.В., ЖАРОВА М.В. , АНТОШИНА Е.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВТОРИЧНОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ).....520
БОРИСОВА В. Е., ТОРОПОВА Е. С.
ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ.....522
БРАГИН И. В.
СОДЕРЖАНИЕ, ПОВЕДЕНИЕ И ФОРМЫ МИГРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ПАРАТУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, КАМЧАТКА.....524
ВАСИНА Е. В.
ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В С. ЗЫРЯНСКОЕ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....526

ВОРОБЬЁВА Д. А.
ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЫЩЕННОСТИ ВТОРИЧНЫМИ МИНЕРАЛАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ОЗЕРА ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ).....528
ВОРОЖЕЙКИНА Е. А., ШЕСТАКОВА А.В.
ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТИПИЗАЦИИ РОДНИКОВ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС (ТУВА).....530
ВОРОТОВА Е. В.
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ПОЙМЫ Р. ТОМИ.....532
ГОРБУНОВА А.А.
СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....534
ГРОЗА (ТИМОШЕНКОВА) А. Н.
РОЛЬ КАРБОНАТНЫХ МИНЕРАЛОВ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД МОЛДОВЫ.....536
ДЕМОНОВА А. Ю., САРДОРОВ А.И., КОРЗУН А.В.
ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАМИРА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОДЖА-ОБИ-ГАРМ (ТАДЖИКИСТАН).....538
ДРЕБОТ В.В.
ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РАЙОНА ОЗ. ПОЯНХУ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГРУНТОВЫХ ВОД НИТРАТАМИ.....540
ЕВГРАФОВА В. И., КОЛПАКОВА М.Н.
ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОЛЕНЫХ ОЗЕРАХ КУЛУНДИНСКОЙ РАВНИНЫ С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ.....542
ЕРЕМИНА А. В.
РОДНИКИ ДОЛИНЫ РЕКИ САДОВОЙ ООПТ «СИБИРСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД» (Г. ТОМСК).....544
ЕРЛАН А.
ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ АЛМАТЫ.....546
ЗАРИПОВ М. С.
АНОМАЛИИ БОРА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ В РАЙОНЕ Г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ.....548
ЗИППА Е. В.
ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АЗОТНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ.....550
ЛАПИНА Т. В.
К ВОПРОСУ ОБЪЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БОЛОТ.....552
ЛИКАРОВСКАЯ М. В. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИТЬЕВЫХ ВОД СЕЛА СЕВЕРНОЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....554
МИХАЙЛОВА Е.А.
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....556
МОИСЕЕВА Ю. А.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД С. ПОДГОРНОЕ.....558
НУРГАЛИЕВА А.И., ЧЕПКИЙ Ю. М.
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД МАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА.....560
ПАТРУШЕВ Н. В.
ВЛИЯНИЕ МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА КАЧЕСТВО ГРУНТОВЫХ ВОД ГОРОДА ПЕРМИ.....562
СИТНИКОВА В. А.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АГЛОМЕРАЦИИ ГОРОДА ГОРНО-АЛТАЙСКА.....564
СМЫШЛЯЕВА О. Н.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИД-ИОНА В ВОДАХ ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....565
СОКОЛОВА А.А.
МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД СТАРИЧНЫХ ОЗЁР ПОЙМЫ РЕКИ ТОМЬ (ТОМСКИЙ РАЙОН)....567
СПИРИДОНОВ Т. С.
ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЙМЫСОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....568
ТОРОПОВ А. С.
ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА МЕТОДОМ КАСКАДНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ.....571

ТОРОПОВА Е. С., БОРИСОВА В. Е.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ....572
ЧАН ТХИ ХЫОНГ
ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ПРОВИНЦИИ НГЕАН (ВЬЕТНАМ)....574
ЧЕРНИКОВА А.В.
ЛОКАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОТЛОРСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ....576
ШЕВЧЕНКО Е. А.
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВА ВТОРИЧНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ФАЗЫ,
ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ИЗ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ
УШ-БЕЛДИР (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)....578
ШЕСТАКОВА А. В.
ОЦЕНКА ГЛУБИННЫХ ТЕМПЕРАТУР ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШ-БЕЛДИР (ТУВА)....580

СЕКЦИЯ 8. КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

МАМАНОВ Е.Ж.
ГЕОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА КАРСАКПАЙ-УЛЫТАУСКОЙ ЗОНЫ
ГЕОСУТУР И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НА ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ....582
ПУШКАРЬ А.А.
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СПУТНИКОВЫХ
НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ....584
ЯНКОВ В.Н.
МЕТОДИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ НА НЕФТЬ И ГАЗ
НА ПРИМЕРЕ ТУРОВСКОЙ ДЕПРЕССИИ....586
ЯНКОВИЧ К.С.
МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ
КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ....587

СЕКЦИЯ 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО. НАУКА И ПРАКТИКА

АЛШАИБИ А.Д., ЧЕРНИКОВА Т.Ю.
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ....590
АХРЕМЧИК А.С.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ....592
БОБКОВА Т.А.
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ)
ХОЗЯЙСТВ В МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ....594
ГАЛКИН В.А.
ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В
УКСП «ГОРЕЦКОЕ» ГОРЕЦКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ....595
ГАТИНА Н.В., СТУДЕНОВА К.В.
ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА....597
ГРИНЧЕНКО Т.И.
АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ОАО «АФ ЕКАТЕРИНОСЛАВСКАЯ» ШЕРБАКУЛЬСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА
ОМСКОЙ ОБЛАСТИ....599
ЕГОРОВА Н.В.
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА....601
КАДЕТОВА Т.А.
РАЗВИТИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ПУТЕМ
ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ
В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ....603
КАТАШОВА А.Е.
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА СВАЛОК ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ....605

КАТАШОВА А.Е.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В РАЙОНЕ ДРЕВНЕЙ ПАЛЬМИРЫ (СИРИЯ).....607
КАЧАН А.В.
СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА СРЕДСТВАМИ QGIS.....609
КИСЕЛЕВА А.Е.
ПРОБЛЕМЫ МОНОГОРОДОВ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПРОКОПЬЕВСКА.....611
КИСЕЛЕВА А.Е., ЕРЁМИН Л.Л.
ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ ГОРОДА ТОМСКА.....612
КИСЛИЦИНА Е.Ю.
ДИНАМИКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРАВЕ СОБСТВЕННОСТИ И АРЕНДЫ (ЧЕРНУШИНСКИЙ РАЙОН, ПЕРМСКИЙ КРАЙ).....614
КОБЫЛЯЦКАЯ А.С.
ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В СОСТАВНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА «УСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ» НА ПРИМЕРЕ СПК «ПЛОДОПИТОМНИК ЧЕРЛАКСКИЙ» ЧЕРЛАКСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....616
КОЛОДНАЯ М.И.
ОБОСНОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....618
МАКАРЦОВА Е.С.
РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СНЕЖНЫХ ОТВАЛАХ НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА.....620
МАЛИНИН В.Э., БОГДАНОВ В.Л.
ОПЫТ СОПОСТАВЛЕНИЯ ГРАНИЦ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ РФ.....622
МАРТИНОВИЧ Е.С.
НОРМИРОВАНИЕ И ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ОТДЕЛАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРЕЦКОГО ФИЛИАЛА РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ».....624
МАТУШИНСКАЯ Д.С.
ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ЗОНИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....626
МЕДВЕДЕВА Т.Э.
ЭТАПЫ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРАВ НА НЕДВИЖИМОСТЬ В РОССИИ.....628
ПАРАМОНОВА О.К., ПОПЫТАЕВ И.В.
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА.....630
ПЕТУХ А.В., ПОНОМАРЕВА М.А.
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....632
ПИЧУЕВА Е.С. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ.....634
ПОДРЯДЧИКОВА Е.Д.
ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО И ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ КОМФОРТНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА КАДАСТРОВУЮ СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА.....636
ПОНОМАРЁВА М.А.
ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....638
ПОСТЕРНАК Т.С.
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В РЕГИОНАХ ИНТЕНСИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ.....640
ПРОТАСОВА А.Р.
АНАЛИЗ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ТОМСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ПРОГРАММ.....642
ПРОТАСОВА А.Р.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ТОМСКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА.....644
РОМАНЕНКО М.Ю.
К ВОПРОСУ О ПРОВЕДЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ НА УЧЕТ ЗИМНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....646

РОСТОПША В.В.
СОСТОЯНИЕ РЕЛИКТОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В САНКТ ПЕТЕРБУРГЕ.....647
САВИЦКИЙ Е.М.
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕГИСТРАЦИИ СДЕЛОК С ЗЕМЕЛЬНЫМИ УЧАСТКАМИ В РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ».....650
САФРОНОВА А.А.
ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....652
СЕВЕРЦОВ В.В., ШКРЕДОВА В.В.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩАЮЩИХ (СИНТЕЗИРУЮЩИХ) ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ И НОРМАТИВНОЙ ЦЕНЫ ЗЕМЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....653
СЕМЕНКОВ В.С., ДАВЫДЬКО А.В.
ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ.....655
СТАРИЦЫНА Н.А., СТАРИЦЫНА И.А.
К ВОПРОСУ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОД ИНДИВИДУАЛЬНУЮ ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....657
СУТОЦКИЙ А.М.
АНАЛИЗ РЕГИСТРАЦИИ СДЕЛОК С НЕДВИЖИМОСТЬЮ В ГОРЕЦКОМ ФИЛИАЛЕ РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ».....659
ТАГИЕВ П.Ю.
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА.....660
ТИШКОВИЧ О.В.
РАЗВИТИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ.....663
ТЫРГАНОВА А.А.
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ОТВАЛА «КУМНАГАШ».....665
УСЕИНОВА Э.С.
ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА ТОМСКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....666
ФРОЛКОВА Е.В.
ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ТОМСКОГО РАЙОНА.....668
ЧЕРНИКОВА Т.Ю.
ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ООПТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....670
ШЕЛЁХИНА Я.Е.
АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....672
ЮГИНА Ю.А.
РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС.....674
ЯКУБОВСКАЯ В.В.
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОВОЛЬНОГО ЗАНЯТИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....676

СЕКЦИЯ 10. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

ЯЗИКОВ Е.Г., РИХВАНОВ Л.П.
МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....678
АГЕЕВА Е.В.
СПЕЦИФИКА СОДЕРЖАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКОВ КОМСОМОЛЬСК И УРСК КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....681
АДИЛЬБАЕВА Т.Е.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ТЭЦ-3) ГОРОДА КАРАГАНДЫ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН).....682
АКСЕНОВА Ю.Э.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ.....684
АЛЕКСАНДРОВА С.Н.
ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ПЫЛЕВЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В РАЙОНЕ ОБЬ-ТОМСКОГОМЕЖДУРЕЧЬЯ.....686

АЛИМЕНКО Т.Г.
СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ПРЕДЕЛАХ СОЛИГОРСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГОРАЙОНА....688
АЛИХАНОВ В.С., ИВАНОВ А.П., ЛАПИН А.А
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИОНИРОВАННОЙ ЗОЛЫ УНОСА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КУЗБАССА....690
АНДРУШКО С.В.
ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОГО ПОЛЕСЬЯ....692
АПСАЛИКОВА З.С., ДЖАМБАЕВ М.Т., ЖАКУПОВА Ш.Б., БРАЙТ Ю.Ю.
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ РАДИАЦИОННОГО РИСКА СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА....694
АФАНАСИАДИ К.И.
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МИРНИНСКОГО ГОКА....696
АФАНАСИАДИ К.И., СМИРНОВ Ю.Д.
ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ НАНОСИМОГО ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ОТ МИНЕРАЛИЗОВАНЫХ ВОД ХВОСТОХРАНИЛИЩА АК «АЛРОСА» ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ....698
БАБЕНКО Д.А.
СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА ЮЖНОГО УРАЛА НА ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ....699
БЕЛОШЕЙКИНА А.В., ТАЛОВСКАЯ А.В.
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ СОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ) ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА....701
БИРУЛИНА А.Г.
ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ЭКОСИСТЕМУ....703
БОГДАНОВИЧ Е.А.
СООТНОШЕНИЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ И ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ БЕРЕЗЫ ВОКРУГ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА....705
БОЕВ В.В.
ИЗМЕНЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)....707
БОЖЕНКО Н.П.
БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПИФИТНЫХ МХОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ....709
БОНДАРЧУК А.А. .
ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, ХРОМ В ПОЧВАХ Г. СТРЕЖЕВОЙ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)....711
БРОДТ Л.В.
ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ (УРЕНГОЙСКОЕ НГКМ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА....712
БЫКОВА О.А.
СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА «ОГЛАХТЫ» ГПЗ «ХАКАССКИЙ» (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)....714
ВОЛОДИНА Д. А.
МИНЕРАЛЬНО-ФАЗОВЫЙ И МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА Г. ТОПКИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ....715
ВОРОТИЛО М. К.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ....717
ГАЛУШКИНА Д.Н.
РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ БАРГУЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЗАКАЗНИКА «ФРОЛИХИНСКИЙ»....719
ГОВОРУХА В.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МХОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РТУТЬЮ....720
ГУБИНА К. А.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОМСКА ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОБ ПОЧВ И ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ....722
ДАНИЛОВ А.С.
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНАХ СО СЛОЖНЫМИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ 724
ДЕРИГЛАЗОВА М. А.
ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА Г. НОРИЛЬСКА ПО ДАННЫМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГОАНАЛИЗА....726

ДЖАМБАЕВ М.Т., СЕРИКХАНОВА Ш.
МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К БЫВШЕМУ СЕМИПАЛАТИСНКОМУ ЯДЕРНОМУ ПОЛИГОНУ.....728
ДОРОНИНА В.Д.
СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ ВБЛИЗИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ТОМСКА.....730
ДОРОХОВА Л.А., ТУРСУНАЛИЕВА Е.М.
СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПОЧВЕ И ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА И ЕГО ПРИГОРОДА.....732
ЖАКУПОВА Ш.Б., КОЛБИН В.В., ГЕРАСИМОВ Д.А.
РАДОН КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛА КАЛАЧИ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....734
ЗАМОРЕЕВА Т.А. .
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА.....736
ЗЕЛЕНКОВСКИЙ П.С., ПОДЛИПСКИЙ И.И., ТЕРЕХОВА А.В., ЗЕРНОВ О.И., ГУЗЕВ В.Е., КОПЫЛОВА В.И., ЕФРЕМОВА У.С.
СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ».....738
ЗИНЕДИНОВ Д. Т., САРСЕНБАЕВА А.Н.
ЭКОЛОГИЯ АЛМАТЫ.....740
ЗЛОБИНА А.Н.
ЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПОВЫШЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ.....742
ИСУПОВА А.А.
ЛИШАЙНИКИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МЕЖДУРЕЧЕНСКА).....744
КАРАГАТЕЕВА Г., НУРЖАНОВА Ж.
ОЦЕНКА СОСТОЯТНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ (ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ ОВЕЦ И МОЛОКО КРС).....746
КАРПЕНКО Ю.А., МЕХОВНИКОВ С.А.
ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ (V, Cr, Co, Ni) В КОРЕ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ (L. dahurica Turcz.) И ЯГЕЛЕ (Cladonia rangiferina) НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РЕСПУБЛИКА САХА).....748
КИРСАНОВА Д. И., ТАЛОВСКАЯ А.В.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....750
КЛЫШИНА Е. Р
АСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА.....752
КОНСТАНТИНОВА Е.Ю.
РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОРОДА ТЮМЕНИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....754
КОТЕЛЬНИКОВА Н.В.
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NDVI ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ В ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТЯМКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....756
КРУКОВСКАЯ О.Ю.
ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ (Г. МИНСК, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....758
КУДРЯВЦЕВА М.Г.
РТУТНАЯ НАГРУЗКА НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРА НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....759
КУЗЬМИНА Е. Г.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ Г. ОМСКА.....762
ЛАЗАРЕНКО Е.Н.
ТЕХНОГЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....764
ЛАШУК В.О.
ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....766
ЛЕВИЦКАЯ Т.А.
ЭКОГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЛИГОНА ВУЗОВ СИБИРИ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ).....768
ЛОБОТРОСОВА С.А.
ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СЛАБОЗАКРЕПЛЕННЫХ ПЕСКАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р.НАДЫМ.....769
ЛОНЧАКОВА А.Д.
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ЯМОЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....771
МАКАРЕНКО Т.В.
ЛИСТЬЯ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ КАК БИОИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....773
МАКСИМОВА А.Ю.
СПЕЦИФИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РЯСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....775
МАКСИМОВА Д.В.
ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА.....777
МАЧОМБЕ А.Ф.Б.
КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РЮСТЕНБУРГ (ЮАР).....779
МАЮРОВА А.С., БЫКОВСКАЯ Е.А.
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ.....780
МЕЛЬНИКОВИЧ Е.А.
ЭКОМИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ УГОЛЬНОЙ ТЭЦ.....781
МЕХ А.А.
ИЗУЧЕНИЕ БУРОВОГО ШЛАМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....784
МИШАНЬКИН А. Ю.
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЧИСТКЕ ПОЧВ ОТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....785
МОИСЕЕНКО Е. Д.
МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....787
МУРОДОВ Б.З.
РЕСУРСЫ И РЕСУРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....789
МУРОДОВ Б.З.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....791
НИКОЛАЕНКО А.Н.
ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА.....793
НИКУЛИНА Е.А.
ПЫЛЕВАЯ НАГРУЗКА НА ТЕРРИТОРИЮ Г. ЮРГА ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....795
НОВОСЕЛОВ А.А.
НАТЕЧНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ НАБЕРЕЖНОЙ РЕКИ ТУРЫ: ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ.....797
ОМЕЛЬЧЕНКО О.В. ВЛИЯНИЕ ПАВОДКОВЫХ СИТУАЦИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ АПШЕРОНСКОГО РАЙОНА.....799
ПАСТУХОВА В.А., ПОДЛИПСКИЙ И.И.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИНЕРАЛЬНО-МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....801
ПЕРЕСЕДОВА А.В., СТЕПАНЦОВА К.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА УГЛЕВОДОРОДОВ В ЧИСТЫХ И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДЕ И ТОРФЕ МАЛОИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....803
ПЕРМИНОВА Т.А.
ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА ИХ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ.....805
ПИЧУЕВА Е.С.
ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....807
РАЖАББОЕВ И.М., МИЗОМОВ Л.С.
ОЦЕНКА СУММАРНОЙ АЛЬФА, БЕТА-АКТИВНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОИЗОТОПОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ КЫЗЫЛКУМСКОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА.....809
РАМАЗАНОВ А.Р. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕЛЬЕФ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ НА ПРИМЕРЕ Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКА.....810
РОМАНКЕВИЧ Ю.А.
РЕТРОСПЕКТИВНАЯ КАРТА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. НЕСВИЖА (БЕЛАРУСЬ) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ.....812
САЕВА О.П., ЮРКЕВИЧ Н.В., ТУЛИСОВА К.Ю.
ОСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ КИСЛОГО ДРЕНАЖНОГО РАСТВОРА

ПРИ ПОМОЩИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ....814
СИЛЕНКО Ю.Е.
ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ
В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРАНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА....816
СКРИПНИК М., БЕЛЯНОВСКАЯ А.
МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ОРГАНОВ СВИНЬИ ДОМАШНЕЙ
ДЛЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ....818
СУРАКИЙ И.М.
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ....819
ТЕРОВСКАЯ Т.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОДЗЕМНОМ
ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ....821
ТОРОПОВ А.С.
ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДЕ НА ОСНОВЕ
МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ....823
ТРУС И.Н., ГОМЕЛЯ Н.Д., ИВАНЕНКО Е.И., ВОРОБЬЕВА В.И., ФЛЕЙШЕР А.Ю.
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ
МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД....825
ТУРСУНАЛИЕВА Е.М., МАТВИЕНКО Я.С.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. НОВОСИБИРСКА
ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ....827
УСОНОВ А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ
АК-ТЮЗСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА И ОЦЕНКА
ИХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ....829
ФОМЕНКО А.В., ПЕРЕМИТИНА Т.О., ЯЩЕНКО И.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ TERRA-MODIS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ....831
ФОМЕНКО А.В., ДНЕПРОВСКАЯ В.П., ЯЩЕНКО И.Г.
ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗИ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ЛАНДШАФТ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT....833
ЦАЛКО М.В.
ЭКОЛОГО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБОЛАНДШАФТОВ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ГОМЕЛЯ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)....835
ЦЫРЕНОВ Т.Г., БАРАБАШЕВА Е.Е.
ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА КРИОЛИТОЗОНУ
В ПРЕДЕЛАХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ....837
ЧЕРНЫХ В.Н.
НАЛЕДИ НА МАЛЫХ РЕКАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ....839
ЧЕРНЫХ Т.М.
ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА НА ТЕРРИТОРИИ
ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ СНЕЖНОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)....841
ЧУПИНА Д.А.
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА
ЛАНДШАФТОВ БАРАБЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ПРИ ИССУШЕНИИ/УВЛАЖНЕНИИ КЛИМАТА....843
ШАХОВА Т.С., ТАЛОВСКАЯ А.В.
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТИ АЧИНСКОГО
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА....845
ШВОРНЕВА Е.В.
СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ХВОЕ НА ТЕРРИТОРИИ
СИБИРСКОГО РЕГИОНА....847
ЩЕРБАКОВА А.Г., СВАРОВСКАЯ Л.И., ЯЩЕНКО И.Г.
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ МАСШТАБА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ
ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА....849
ЮРИНОВА Ю.А.
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ
(НА ПРИМЕРЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)....851
ЮРКЕВИЧ Н.В., КАРИН Ю.Г., КУЛЕШОВА Т.А.
СОСТАВ ОТВАЛА БЕЛОКЛЮЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ....853
ЯНУШЕВСКИЙ В.И., ОСИПЕНКО М.А.
ПЕРЕРАБОТКА ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ
ИСЧЕРПАЕМЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ....856

Научное издание

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

I Том

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка
И.В. Павлова, А.А. Боброва

Дизайн обложки
ИП Мазенков Олег Вениаминович

Подписано к печати 15.06.2017 г. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка» 80 г/м.кв.
Печать CANON. Уч.-изд.л.
Тираж 200 экз.

ИП Мазенков Олег Вениаминович
634049 г. Томск, ул. И.Черных, д.1, кв. 99
Тел/факс (3822) 55-63-76, 55-51-64