

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

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

*Труды XX Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых
учёных, посвященного 120-летию со дня основания
Томского политехнического университета*

Том I

Томск 2016

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 **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. Том I / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 821 с.

ISBN 978-5-4387-0690-8 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-0689-2

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, геотектонических 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 XX Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

УДК 504(063)
ББК 20.1л0

Редакционная коллегия

Главный редактор – А.Ю. Дмитриев, директор ИПР

Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.

Ответственные редакторы секций:

Секция 1 – С.В. Серяков, 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 – Ю.В. Колмаков, доцент, к.г.-м.н.

Секция 6 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.

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

Секция 8 – А.А. Поцелуев, профессор, д.г.-м.н.

Секция 9 – О.А. Пасько, профессор, д.с.-х.н.

Секция 10 – Е.Г. Языков, профессор, д.г.-м.н.

Секция 11 – О.С. Чернова, доцент, к.г.-м.н.

Секция 12 – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.

Секция 12 (по дсекция 1) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.

Секция 12 (по дсекция 2) – В.В. Коробочкин, профессор, д.т.н.

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

Секция 14 – А.Ю. Дмитриев, доцент, к.т.н.

Секция 15 – Е.Н. Пашков, доцент, к.т.н.

Секция 15 – Л.А. Саруев, профессор, д.т.н.

Секция 16 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.

Секция 17 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.

Секция 18 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.

Технический редактор – А.В. Епихин, старший преподаватель.

Технический редактор – О.Г. Токаренко, доцент, к.г.-м.н.

ISBN 978-5-4387-0690-8 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-0689-2

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2016

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

SPE STUDENT CHAPTER



TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY

PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

*Proceedings of the 20th International Scientific Symposium
of students, postgraduates and young scientists devoted to the
120th Anniversary of the founding of Tomsk Polytechnic University*

Part I

Tomsk 2016

UDC 504(063)
BBC 20.1.10
P78

Problems of Geology and Subsurface Development : Proceedings of the 20th International Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 120th Anniversary of the founding of Tomsk Polytechnic University. Part I / Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2016. – 821 p.

ISBN 978-5-4387-0690-8 (p. 1)
ISBN 978-5-4387-0689-2

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 20th 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)
BBC 20.1.10

Editor-in-chief – A. Yu. Dmitriev, director
Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor
Panels' executive editors:
Panel 1 – S.V. Seryakov, 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 – Yu.V. Kolmacov, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 6 – V.K. Popov, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 7 – S.L. Shvartzev, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 8 – A.A. Potseluev, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 9 – O.A. Pasko, Professor, Dsc (Agricultural Sciences)
Panel 10 – Ye.G. Yazikov, Professor, Dsc (in Mineralogy)
Panel 11 – O.S. Chernova, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)
Panel 12 – V.I. Yerofeyev, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)
Panel 12 (1) – Ye.D. Ivanchina, Professor, Dsc (Engineering Sciences)
Panel 12 (2) – V.V. Korobochkin, Professor, Dsc (Engineering Sciences)
Panel 13 – V.I. Vereshchagin, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 14 – A. Yu. Dmitriyev, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 15 – E.N. Pashkov, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 15 – L.A. Saruyev, Professor, Dsc (Engineering Sciences)
Panel 16 – A.V. Rudachenko, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)
Panel 17 – G.Yu. Boyarko, Professor, Dsc (Economic Sciences)
Panel 18 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor, PhD (Philological Sciences)
Technical editor – O.G. Tokarenko, Associate Professor PhD (in Mineralogy)
Technical editor – A.V. Epikhin, Senior Teacher

ISBN 978-5-4387-0690-8 (p. 1)
ISBN 978-5-4387-0689-2

© FSAEI HE TPU, 2016

**ПРИВЕТСТВИЕ РЕКТОРА НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТОМСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА УЧАСТНИКАМ И ГОСТЯМ
XX МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО СИМПОЗИУМА СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.А. УСОВА**

Дорогие друзья!

Нынешний, 20-й по счету, научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, посвященный проблемам геологии и освоения недр, проводится в рамках празднования юбилея Томского политехнического университета – 120-летия со дня основания. Именно в нашем вузе в первые годы XX века начала формироваться знаменитая Сибирская горно-геологическая научная школа, у истоков которой стояли будущие академики АН СССР Владимир Афанасьевич Обручев и его ученик Михаил Антонович Усов. Большое видится на расстоянии. Сегодня особенно отчетливо видно, какую огромную работу проделали основоположники сибирской геологии по организации исследования недр Сибири, решению фундаментальных и прикладных вопросов геологической науки, созданию системы подготовки горных инженеров и геологов. Главное – была обеспечена преемственность поколений, необходимое условие развития любой научной школы, когда учителя сменяет ученик, который впоследствии сам становится учителем. Сегодня имена родоначальников сибирской геологии стоят в одном ряду с их последователями. И эта традиция продолжается. Профессора и преподаватели, выпускники, аспиранты и студенты Института природных ресурсов ТПУ в XXI веке продолжают начатое их великими предшественниками, заполняя новые страницы летописи свершений геологической школы Томского политехнического.

Практика регулярного проведения молодежных научных форумов, конференций, симпозиумов также является одной из традиций ТПУ. Ежегодно, начиная с 1972 года, на базе Томского политехнического университета проводились сначала Всесоюзная, затем Всероссийская научная студенческая геологическая конференция. С 1996 года проводится Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова. В нем каждый раз принимают участие до 1500 человек, представляющих не менее 40 различных регионов России, а также страны СНГ и дальнего зарубежья. Симпозиум является авторитетной площадкой, на которой для молодых исследователей в самых разных областях геологической науки всегда есть возможность поделиться результатами научной работы, заявить о себе, своих новых идеях и проектах, обменяться мнениями, установить полезные контакты.

Желаю участникам юбилейного симпозиума эффективной и плодотворной работы, интересных дискуссий, успехов и достижений, и, конечно, новых открытий!

Ректор Национального исследовательского Томского политехнического университета, профессор П.С. Чубик.

ПРЕДИСЛОВИЕ

4-8 апреля 2016 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся юбилейный Двадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 120-летию основания Томского политехнического университета.

Организация и проведение Двадцатого Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука), 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 18 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.** Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений; **11** секция, подсекция 1 - Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности; **12.** Современные технологии подготовки освоения и переработка природных ресурсов; **12** секция, подсекция 1 – Переработка углеводородного сырья; **12** секция, подсекция 2 – Переработка минерального сырья; **13** Комплексное использование и переработка минерального сырья; **14.** Современные технологии и техника бурения скважин; **15.** Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых; **16.** Современные технологии и техника транспортировки и хранения нефти и газа; **17.** Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право; **18.** Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках); **Круглый стол:** «Наука. Образование. Молодежь. Проблемы. Перспективы».

Двадцатый Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Заявки для участия в симпозиуме подали 1450 студентов и молодых ученых России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили 1188 докладов, из которых 263 доклада заявили иногородние участники.

Это представители дальнего зарубежья – 18 участников с 10 докладами из 9 ВУЗов, научных и производственных организаций 8 стран дальнего зарубежья. Страны СНГ представили 62 доклада 78 участников из 35 ВУЗов, научных и производственных организаций 16 городов. Россия была представлена 860 докладами 1350 участников, из них 263 иногородними участниками из 76 ВУЗов, научных и производственных организаций 50 городов. Томичи представили 802 доклада. С докладами на английском и немецком языках выступило 54 человека с 47 докладами.

Из 1188 докладов доклады студентов и магистрантов составили – 844, доклады аспирантов и молодых ученых – 243 и 4 – школьников.

Наибольшее число докладов было представлено на секциях: «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии» – 128 докладов 152 авторов (председатель секции Язиков Е.Г., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ГЭГХ ИПР ТПУ и сопредседатель секции Рихванов Л.П., д.г.-м.н., профессор кафедры ГЭГХ ИПР ТПУ); на секции «Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья» – 86 докладов 105 авторов (председатель секции – Недоликов Н.М., к.г.-м.н., доцент кафедры ГРПИ ИПР ТПУ).

Дальнее зарубежье было представлено 10 докладами из 8 стран: Германии, США, Нидерландов, Мексики, Китая, Вьетнама, Индии, Камеруна.

Ближнее зарубежье (страны СНГ) представило 62 доклада из 7 стран: Белоруссии, Украины, Казахстана, Молдовы, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана.

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), Политехнический институт (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), 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 «Саноатгеоконттехназорат» (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 «Мангазeya 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 «Газпрононефть-Ноябрьскнефтегазгеофизика» (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 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-строительного университета (г. Томск), Института химии нефти СО РАН (г. Томск), Томского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа, ООО «НПО ЭГН – «Циклон» (г. Томск).

Работа симпозиума проходит в течение четырех дней одновременно по 18 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 полезных ископаемых, 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 научные кадры 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 выступают ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 18 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 XX Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» 2016 г. демонстрируют владение самыми современными методами научных исследований.

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

Выставка исторических материалов: «К 120-летию основания Томского политехнического университета».

Выставка «Научные достижения ученых и выпускников ИПР ТПУ по созданию минерально-сырьевой базы страны» (1901 – 2016 гг.).

Выставка исторических материалов «К 20-летию Международного симпозиума им. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» и 45-летию Усовских конференций».

Во время работы XX Международного симпозиума будет проведен конкурс лучших научных докладов. Лауреаты конкурса лучших докладов по всем 18 научным направлениям (секциям) традиционно награждаются дипломами и призами. Всем участникам симпозиума выдаются сертификаты. Награждение проводится в торжественной обстановке в Международном культурном центре ТПУ, организуется 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 хранилище 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.

В рамках XX Международного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» будет 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».

Конкурсные комиссии секций симпозиума рекомендуют лучшие доклады для публикации в журнале «Известия ТПУ» (журнале из перечня ВАК).

По итогам симпозиума лучшие 100 статей будут подготовлены и опубликованы в специальном выпуске журнала, индексируемом в базе SCOPUS «Науки о Земле и защита окружающей среды» (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science). Материалы и итоги симпозиума размещены на сайте симпозиума: <http://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 связанной плазмой, метод лазерного микроанализа и т.п. Тематика докладов в этом году весьма обширна. Прежде всего, в докладах рассматриваются результаты фундаментальных исследований – гипотезы об образовании магнитного поля Земли, расчеты напряженно-деформационного состояния земной коры, оценка влияния приливных сил на процессы подготовки землетрясений и др.

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.

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-II по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава отдельных отходов с целью прогноза возможности их использования в целях переработки на извлечение минералов платиновой группы, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газовой-жидких включений, Ag-метод для определения абсолютного возраста отложений и метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов, микротермометрический метод с использованием микрокриотермостоллика THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного слайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей, трехмерное моделирование, методы многомерной статистики, дешифрование космо- и аэрофотоснимков и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. В представленных докладах отражены новые методики оценки экологического состояния территорий и отражена возможность применения биогеохимии для оценки уровня техногенного загрязнения. Представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в базальтоидах, по которым была расшифрована геохимическая специализация и обстановки формирования пород, что позволяет применять эти данные при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены технологии компьютерного моделирования месторождений урана и рудных тел. Впервые была предложена методика разделения существенно радиевых и существенно урановых ореолов внутри одного рудного тела. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по постановке поисково-прогнозных работ и рационально использовать природные ресурсы. Авторами разработаны новые методики оценки перспективных рудных полей на обнаружение месторождений урана, золота, железа, а также кварцевого сырья. В представленных докладах получены новые данные относительно минералогии уранового месторождения «Инкай», проведено фациальное расчленение Бакчарского железорудного месторождения. Авторами даны новые данные по химическому составу гранатов, биотитов, турмалинов из гранитов и пегматитов, перспективных на промышленную редкометалльную минерализацию. В части докладов освещены термобарогеохимические условия образования месторождений. Атомно-абсорбционный метод, позволяющий определить около 70 химических элементов. Рентген-флуоресцентный метод, применяемый для исследования химического состава минералов. Сканирующая электронная микроскопия, позволяющая получить изображение поверхности исследуемого объекта с разрешением около 30 нанометров, а также количественный химический состав исследуемого вещества. Широко используются поляризационные микроскопы с подключенной термокамерой, которые позволяют определить основные характеристики флюидных включений и генетические условия образования минералов. Метод инфракрасной спектроскопии, позволяющий изучить молекулярные спектры поглощения, испускания и отражения, а также по характеристическому спектру определять минерал. В докладах Н.Р. Джумаян и О.А. Ивановой, А.М. Логвиновой представлены новые данные о типоморфных особенностях минералов-индикаторов кимберлитов Якутии и Канады. Доклад А.С. Капанова, М.И. Джумашев представляет исследования по изучению патогенных биоминеральных образований в организме человека. Доклад Д.А. Черданцевой и М.В. Юрковой предлагает с помощью палеомагнитного метода ориентировки зерна, основанного на явлениях остаточной намагниченности в породах различного генезиса, решать актуальные задачи выявления неоднородностей коллекторов и учитывать их влияние при разработке месторождений. Интересны и другие доклады. В другой части докладов приведены способы дегазации метана в угольных шахтах, что снижает возможность риска аварийных ситуаций в шахтах Кузбасса. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значительным количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа.

Широко используются новейшие современные методики. Доклады выполнены на высоком современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области

поисковой геологии, геохимии, минералогии и геоинформационных систем. В представленных докладах отражены разработанные авторами новые методики оценки перспективности рудных полей на обнаружение месторождений урана, золота, железа, а также, кварцевого сырья. Получены новые данные относительно минералогии благороднометаллических, редкометаллических, урановых, железорудных, каменноугольных и других месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены особенности рудоносности Алтая, Дальнего Востока, Чукотки, Красноярского края. В докладе Р.А. Леденгского представлены данные по выявлению и анализу закономерностей, возможностей и перспектив использования методов гамма-спектрометрии для выделения слабомагнитных алмазоносных кимберлитов. Д.К. Макат, Д.К. Макашов и Т.А. Телеутай представляют новую информацию о крупном месторождении медно-порфирового типа «Нурказган», выявленном на территории Центрального Казахстана в последние годы. Доклад В.И. Наидко позволяет оценить перспективность источников германиевого сырья Каской впадины Красноярского края. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рациональному использованию природных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа: рентген-флуоресцентный, электронная микроскопия, трехмерное моделирование, методы многомерной и математическая статистики и др.

Доклады, представленные на конференции, отличались достаточно высоким научным уровнем. В основу большинства докладов были положены данные собственных исследований авторов по научным темам, актуальность которых была несомненна. В докладах рассматривались научные и практические проблемы в области гидрогеохимии, формирования химического состава, комплексного использования и охраны водных ресурсов, мониторинга водных объектов и систем водоснабжения, моделирования процессов в компонентах природы, расчету деформаций русел рек и др. 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, моделирования восстановительных условий формирования в озере Поянху, исследования химического состава подземных вод Вьетнама, поступления загрязняющих веществ в водные объекты с водосборной площади, формирования гидрогеохимических аномалий в составе подземных вод под влиянием сейсмичности на территории восточной Камчатки, торфообразования и др. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. Многие доклады отличались хорошей проработкой материала.

Научный и практический интерес представляют материалы секции 6 «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). В этой связи большая часть исследований ММП посвящена формированию естественных ресурсов подземных вод (ассистент В.В. Гребнев), утилизации дренажных вод, в частности карьера кимберлитовой трубки «Нюрбинская» (студент А.А. Баранова), анализу опасных инженерно-геологических процессов и их развитию при проектировании и эксплуатации линейных сооружений (аспиранты А.В. Ермолаева, Д.В. Пургина, Н.В. Торговкин и др.), исследованию деформационных свойств ММП при испытаниях сваями (студенты В.Н. Волкова, А.Г. Мошкина). Seriously обсуждены техногенно-природные факторы развития геодинамических явлений и процессов на урбанизированных территориях России: Томской области (студенты К.М. Ломакина, С.А. Дмитриева, И.Н. Алимova, В.В. Малыгина, Ю.А. Деева), центральной части Волго-Ахтубинской плиты (инженер-исследователь А.В. Белогородов), территории Красноярского края (студент О.Э. Горбенко), горного обрамления Тунжинской впадины (студенты И.А. Денисенко, А.Н. Горбунов), на лавиноопасных участках трассы БАМ (аспирант Д.В. Пургина), оползневые процессы на территории Кыргызской республики (студент К.Р. Русланова) и методы предотвращения карста на территории г. Уфы (студенты А.И. Фазлыева, А.С. Патрук). Научно-практический интерес представляют результаты научных исследований, связанных с различными аспектами водопользования, проектирования и эксплуатации водохозяйственных систем. асс. Тюменского ГНУ Ю.В. Беспалова оценила естественную защищенность бассейна стока подземных вод Западно-Сибирского мегабассейна, студенты В.В. Вербовская, О.В. Омельченко проанализировали гидродинамические особенности зоны гипергенеза южного Предуралья, аспирант А.Г. Гридасов схематизировал гидродинамические условия месторождений угля Кузбасса, маг. М.С. Воротынцев, инженер К.К. Кузеванов подсчитали эксплуатационные запасы месторождения подземных вод. В докладе аспиранта Е.Г. Прянишникова представлен инженерно-геологический прогноз условий разработки открытым способом Айнского золоторудного месторождения и оценена устойчивость бортов карьера. Аспирант Л.Ф. Януко (Академия наук Молдовы) обосновал методические аспекты расчета инфильтрационного питания грунтовых вод. Участники конференции представили разнообразные творческие схемы моделирования гидрогеологических и инженерно-геологических условий (докладчики К.А. Самойлич, А.О. Станчев, Днепрпетровский университет, Украина), студент М.С. Микитенко (ТПУ), студент М.С. Зарубов, А.Е. Поскотинов (ТПУ), инженер А.А. Жошкин (г. Красноярск), аспирант Е.В. Дробинина (Пермский ГНИУ). Традиционно представлены доклады по гидрогеохимии месторождений углей и углеводородов. В докладе студента М.В. Мерзляковой (ТПУ) рассмотрены теоретические аспекты формирования вертикальной гидрогеохимической зональности Советского нефтяного месторождения Томской области. Аспирант Е.В. Радук

представила гидрогеологические последствия катагенеза угленосных отложений Кузбасса. Особо необходимо отметить серию докладов, посвященных исследованию физико-механических, деформационных и фильтрационно-емкостных свойств пород и их нормированию для разнообразных целей в различных научно-производственных организациях: - ТПУ – доклад студента Е.С. Василенко, студентов В.Н. Волкова и А.Г. Мошкина, студента А.С. Ефстифеева, студентов А.В. Огаркова и Ф.А. Гришаева, студента А.П. Хорошко; Кубанский ГУ – студента О.В. Волобуева; Пермский ГНИУ – студентов И.А. Зверева и Д.С. Лобова; Карагандинский ГГУ (Казахстан) – магистрантов А.Ж. Ахметова и А.А. Жакулина, доцента Р.Н. Елиусизова. Заслуживают внимания доклады, в которых исследованы и предложены конкретные мероприятия по управлению водопользованием на урбанизированных территориях (ст. Ю.Ю. Надеждина) и на полуострове Крым (студенты Е.А. Ворожейкина и В.В. Дребот), по экологизации кадастровой оценки водосборных территорий (магистрант Л.Н. Чилингер), а также предложены схемы эффективной утилизации железосодержащих осадков, образующихся на станциях водоподготовки (студент А.В. Карманова). Не обойдена вниманием и сейсмическая активность территории Сибири и Дальнего Востока, которая рассмотрена на примере южного Приангарья по результатам исследования объемной активности радона в подземных водах – доклад аспиранта А.К. Семинского (СО РАН, г. Иркутск). В докладе магистранта К.О. Шилова (ТПУ) оценена радоноопасность некоторых территорий застройки в Чешской республике и России. Полученные детальные данные о содержании таких классов соединений как сесквитерпены и стероиды для торфов Западной Сибири получены впервые. Было выявлено, что рН среды торфа снижается по мере отложения залежи древесно-травяного торфа и возрастает для осокового торфа, что оказывает существенное влияние на трансформацию органического вещества торфяной залежи. Интересны и другие доклады.

Традиционно большое количество докладов на секции 7 «Гидрогеохимия и гидрогеоэкология Земли...» было посвящено исследованию химического состава вод различных регионов не только России, но и зарубежных стран, а также оценке экологического состояния водных объектов. Также были представлены доклады по анализу качества питьевых вод, используемых в Сибирском регионе, и исследованиям распространённости и формам миграции химических элементов. Значительное количество докладов секции «Гидрог...» было посвящено изучению различных аспектов функционирования и формирования гидротермальных систем. В докладе Малышевой К.С. приведены результаты физико-химического моделирования процессов взаимодействия вод с горными породами в гидротермальных системах с использованием программного продукта Селектор. Доклад магистрантки Зиппа Е.В. посвящен исследованию химического состава углекислых и азотных терм провинции Цзянси (Китай), где автором показана зависимость поведения химических элементов от параметров геохимической среды и температуры, на основе чего сделаны выводы об источниках поступления основных ионов в рассматриваемые воды. Анализ формирования температурного режима гидротермальных систем приведен в докладе Шестаковой А.В. Объектами исследования в докладах секции были природные воды, сточные воды, грунты, а также торфяные залежи. Так, исследования залежей торфа, приуроченных к различным природным зонам, выполненные Дучко М.А., позволили установить, что на набор и содержание органических соединений в торфах оказывает влияние не только ботанический состав образца торфа и степень его разложения, но и, видимо, весь видовой состав растительного сообщества, отложившего торфа на данной глубине залежи, а также миграция органических веществ, вызванная горизонтальной и вертикальной фильтрацией болотных вод.

При исследованиях в области геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений широко использовались методы компьютерного моделирования геологического строения и процессов разработки нефтяных месторождений с помощью программы Eclipse Шлюмберге и других современных программных средств (для построения трехмерной модели месторождений, для оценки запасов нефти, для установления положения водонефтяного контакта, для статистического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, SURFER и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий, также использовались космоснимки при прогнозировании ловушек нефти структурного типа. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия, атомно-адсорбционный анализ, газовая хроматография, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, люминесцентная микроскопия, ртутная порометрия 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. В представленных молодыми учеными и студентами докладах рассмотрены вопросы геологического строения и нефтегазоносности Западно-Сибирской, Днепровско-Припятской, Прикаспийской, Волго-Уральской, акватории северных морей и других нефтегазоносных провинций. Авторами проведена оценка перспектив нефтегазоносности новых территорий – востока Томской области, акваторий северных морей, в том числе Арктического шельфа (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых) и глубоководных горизонтов Западной Сибири.

Среди молодых ученых следует отметить интересный доклад «Природа нефтей Лугинецкого месторождения на основании геохимических данных» Бахтиной Е.С., м.н.с. Томского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа. В нем изложены новые материалы, свидетельствующие о том, что нефть и газ в залежах Лугинецкого месторождения имеют различную природу, а поступление углеводородных флюидов осуществлялось как в результате вертикальной, так и латеральной (из

впадин, примыкающих к Лугинецкой площади) миграции. Интересным по содержанию был также доклад «О новой классификации запасов нефти в России и ее интеграции с мировыми аналогами» А.Ф. Сафарова, м.н.с. Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (г. Бугульма). Он обосновал необходимость введения новой классификации, близкой к западным аналогам, и на примере подсчета запасов по новым требованиям на условном месторождении «Х» попытался выявить недостатки и достоинства новой классификации, в результате чего пришел к выводу, что «первостепенная задача смены классификации запасов состоит не в формальной смене категорий, а в принятии новой парадигмы отношения к запасам – как к величине, отражающей реальное национальное богатство страны». Среди докладов аспирантов познавателен доклад А.А. Штырляевой, аспиранта Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург) «Исследование литологических типов коллекторов пласта Ю₁ средней части Западно-Сибирского нефтегазосного бассейна методом компьютерной микротомографии». Автором на основе генетического подхода выделены и охарактеризованы структурно-генетические типы коллекторов, по результатам томографии установлено, что фациальные условия формирования отложений в значительной степени определяют их фильтрационно-емкостные свойства. Среди работ студентов следует отметить доклад А.В. Янышевского, студента Национального исследовательского Томского политехнического университета «Влияние пиритизации на параметры ГИС в юрских коллекторах нефтяных месторождений юго-востока Западной Сибири». Автором показано, что определения нефтенасыщения низкомоных коллекторов, содержащих электропроводящие минералы, по всем видам каротажа сопротивления не всегда являются достоверными. В связи с этим необходимо рассмотреть возможность применения гамма-гамма каротажа по плотности, учитывающего наличие электропроводящих минералов и позволяющее выявить интервалы нефтенасыщения при низких значениях удельного сопротивления. Интересен также доклад П.А. Горбунова, магистранта Тюменского государственного нефтегазового университета, г. Тюмень, «Методика прогноза пластовых давлений в отложениях основных нефтегазосных комплексов северной части Западной Сибири», который предложил методику, на основе которой выявил закономерности изменения гидростатических и аномально высоких пластовых давлений и показал, что учет этих закономерностей позволит проводить обоснование параметров буровых растворов, обеспечивающих вскрытие продуктивных пластов на равновесии при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ в пределах территории ЯНАО.

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 докладе студента Гусева (г. Новосибирск), «Промежуточные озера водосборного бассейна озера Чаны» - В.А. Гусев (студент), С. В. Жилич, научный руководитель д.г.-м.н. Кривоногов С.К. Новосибирский государственный университет и Институт археологии и этнографии СО РАН (г. Новосибирск, Россия) рассматриваются проблемы одного из самых больших озер Сибири (оз. Чаны). Проведены самые современные измерения с использованием GPS-навигации, что позволило дешифрировать контуры берегов. Проведено радиоуглеродное датирование осадков озера, дана динамика его изменения в будущем, проведено геолого-геоморфологическое исследование других 19 котловин. Подробно расшифрована история жизни озера в голоцене за последние 8 тыс лет., восстановлена история похолодания в голоцене (грант РФФИ № 15-05-00678). В аналогичном докладе этой же научной группы «Климатостратиграфия позднего голоцена на юго-востоке Западной Сибири по материалам микропалеонтологического изучения озерных отложений» молодого ученого С.В. Жилича (научный руководитель - С.К. Кривоногов) эти же проблемы рассматриваются на основе комплекса методов микропалеонтологии (палинологический, хириномидный, остракодный, диатомовый и др.). Исследование отличается высоким уровнем применяемых методов и детальной реконструкцией климата голоцена Западной Сибири. Оба исследования выполнены на высоком научном уровне.

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 рассматриваются новые находки млекопитающих найденных в 2011-2015 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 проведенных комплексных исследований являются несомненным вкладом в мировую палеонтологическую науку. В докладе студента ТПУ Стержановой У.А. «Палеогеографические и литолого-фашиальные условия формирования средне-верхнеюрских отложений юго-востока Западной Сибири (Томская область)» (научные руководители - доценты М.И. Шамина, И.В. Рычкова) проведено комплексное исследование палеогеографических реконструкций и успешного прогнозирования природных коллекторов нефти и газа на основе изучения керна с использованием биостратиграфического, литолого-петрографического, геохимического, люминесцентно-микроскопического и рентгеноструктурного методов, а также интерпретация материалов геофизических исследований Средне-верхнеюрские отложения юго-востока Западной Сибири, которые являются перспективными для обнаружения месторождений нефти и газа на площадях Снежная и Майская. Выявлены породы разного фашиального генезиса: прибрежно-морских (алевролиты, алевро-песчаники), озерно-болотных (алевро-аргиллиты, аргиллиты), озерно-аллювиальных (алевро-песчаники, песчаники) и русловых фаций (песчаники). Дан прогноз развития коллекторов этого района. Студенты, работающие в группе доцента ТГУ С.В. Лещинского, 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 Нововодобровское (предварительные результаты работ 2015 г.)» (студенты Д.В. Туманцева, Е.Ю. Самойлова), «Особенности геологического строения и условий формирования местонахождения мамонтовой фауны Нововодобровское» (студент А.С. Семиряков), «Тафономический и морфологический анализы остатков лошадей местонахождения Нововодобровское и Волчья грива (предварительные результаты работ 2015 г.)» (студент Н.Я. Федяев). Данные работы проводятся ежегодно и постоянно пополняются новыми находками и данными по тафonomии крупной фауны млекопитающих четвертичного периода. Все работы выполнены на средства гранта (8.1.22.2015; 8.1.13.2015 С) Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2015 – 2016 гг. Интересны и другие доклады по данному научному направлению секции I.

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, линейный анализ, методы улучшения, классификации и предискретизации растровых изображений. Работу секции, как правило, открывает профессор ИПР ТПУ А.А. Поцелуев, и доценты Ю.С. Ананьев, В.Г. Жидков интересным докладом «Дистанционные технологии геологических исследований и управления природными ресурсами». Актуально и интересно сообщение студента А.Д. Аненко и магистранта Ж.Е. Мусагалиева «Технология обработки радарных космических снимков SMALLBASELINES в модуле SARSCAPE (Карагандинский государственный технический университет и Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан), интересен также доклад студентов Д.И. Гуляева и А.А. Модорова «Возможность дешифрования элементов ротационной динамики на многозональных космических снимках Земли» (Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск), а также доклады студентов ТПУ Е.А. Мельниковича, Р.М. Мигранова, В.В. Киналь «Космические методы в океанологии». 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 ООН 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 изменения их площадей, но и выделил основные причины. Если зарастание, деградация, перевод земель из одной категории в другую и в России, и в Ираке совпали, то такой фактор, как военное положение, применение мелиорации в засушливый период проявил региональную специфику.

Для мониторинга земель американские студенты широко используют ГИС-технологии (доклад проф. Э. Дикин). 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. Польшкой 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 высокообводненных скважин, оригинальный метод фотонной корреляционной спектроскопии в исследовании дисперсных систем, применен вибрационный метод для измерения свойств нефтяных систем в области водонефтяного контакта, метод спектрометрического импульсного нейтронного гамма-каротажа, волоконно-оптического геотехнического мониторинга и др. Молодыми учеными использованы современные методы математического моделирования процессов движения жидкости и газа в пласте, проведено решение теоретических задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участником 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 гидроразрывной перфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.); 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокompозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокompозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов.

В одном из лучших докладов по данному направлению Нурмакина А.В., сотрудника Тюменского государственного нефтегазового университета: «Повышение эффективности исследований газовых скважин на поздней стадии разработки» отмечено, что на месторождениях, находящихся на стадии падающей добычи часто приходится сталкиваться с проблемами эксплуатации скважин, обусловленными их обводнением и разрушением призабойной зоны. Автор отмечает, что в период падающей добычи на качество газодинамических исследований влияет ряд факторов. К ним относятся: наличие большого количества жидкости поступающей вместе с продукцией, ухудшение состояния забоя скважины, увеличение депрессии, падение пластового давления, наличие механических примесей в составе продукции, значительные гидродинамические потери. В связи с этим необходимы методы для предотвращения столь негативных фактов. Интересны и многие другие доклады.

В области исследования 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 «OFTE». 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 прифилтровой зоны технологических скважин. В ряде докладов представлены результаты бурения твердых горных пород при приложении внецентренных ударных импульсов. Особое внимание молодыми учеными было уделено буровым промывочным и тампонажным растворам, проблемам профилактики и ликвидации осложнений и аварий в бурении, моделированию процессов бурения, рассмотрены новые подходы к повышению механической скорости бурения путем контроля давления в скважине.

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

Студентами кафедры бурения ИПР ТПУ подготовлен и продемонстрирован лабораторный стенд для проверки и отработки нового способа бурения – гидро-мониторно-абразивного с применением гидромониторного долота эжекторного типа. Ими разработаны также уникальные методики и лабораторные установки и стенды, например, установка, позволяющая оценивать влияние различных технологических жидкостей, используемых для бурения и крепления скважин, на проницаемость пласта в условиях, соответствующих условиям залегания продуктивных пластов нефтегазовых скважин и уникальный стенд для гидроабразивного бурения с циркуляцией в призабойной зоне абразивного порошка рэлта. Значительная часть представленных докладов по данному направлению ориентирована на разработку, либо совершенствование 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.

Большой интерес вызвал доклад аспиранта Национального исследовательского Томского политехнического университета Горшкова А.М. и Мезенцева Д.Н., ведущего инженера ОАО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» на тему: «Исследование восстановления проницаемости модели призабойной зоны пласта при многоцикловом глушении». В докладе представлены результаты исследования влияния различных жидкостей глушения проницаемость терригенных коллекторов Томской области. В исследовании рассмотрены 4 месторождения Томской области и 4 рецептуры жидкостей глушения. Доказано, что выбор рецептуры жидкости глушения является индивидуальным процессом проектирования для каждого отдельного горно-геологических условий. Это обусловлено особенностями минерального состава и структуры порового пространства месторождений; выяснение этого является предметом для дальнейших исследований. По результатам исследования доказана важность правильного подбора рецептуры жидкости глушения как залог сохранения естественной проницаемости продуктивного пласта. Из студенческих работ интересна работы Мельникова В.В., Барцайкина В.В. и Цербачева Р.Э., студентов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, посвященные исследованию устойчивости эластомеров винтовых забойных двигателей в присутствии различных буровых растворов.

Интерес представляют также доклады под руководством Ковалева А.В., старшего преподавателя 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 буровой колонны для сооружения скважин методом шароструйного бурения. Приведены результаты экспериментальных исследований, описывающие сравнение эффективности применения различных компоновок низа буровой колонны при бурении образцов мрамора шароструйным методом. Научную и практическую значимость имеют доклады и других участников секции 14.

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 Пазяка А.А., аспиранта кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» Тюменского государственного нефтегазового университета представлена методика расчета нагрузочной способности прецессирующей передачи с многопарным зацеплением зубьев по величине крутящего момента и с учетом максимального контактного напряжения материала, из которых изготавливаются колеса и шестерни. Интересны также доклады студентов Национального исследовательского Томского политехнического университета Чехлова А.Н.: «Опасность статистического электричества при хранении нефти и методы ее устранения», Пашенко А.П. «Применение наноструктурированных материалов в нефтегазовой промышленности». Интересны и другие доклады участников секции.

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 катоднозащитной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации; удалось смоделировать напряженно-деформированное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS® Workbench Simulation; рассмотрена возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах.

В представленных докладах отражены разработанные авторами методики оценки состояния объектов магистральных трубопроводов и рекомендации по их применению.

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

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 частности, интерес представляет доклад Васенина С.С., аспиранта Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Совершенствование конструкции нового резьбового ниппельного соединения бурильных труб». Авторами усовершенствована конструкция ниппельного соединения, позволяющая повысить надежность работы бурильной колонны, улучшить условия выноса шлама из скважины и автоматизировать процесс свинчивания-развинчивания колонны. При этом увеличение коэффициента передачи энергии удара по колонне труб происходит за счет уменьшения жесткости соединительного элемента (ниппеля) при одновременном увеличении контактной жесткости соединений бурильных труб. 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, теплопереноса во внутренних системах (трубах и каналах), экспериментальных и теоретических методов исследования гомогенных и гетерогенных потоков, реологии вязких сред и теплофизики. В 2016 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 теплообмена 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 tecniics; численное моделирование мелкомасштабных процессов в рамках низкорейнольдсовых течений и с неньютоновской реологией. В процессе исследования авторами использованы современные сведения по комплексному физико-математическому моделированию процессов переноса импульса, тепла и массы в реологически сложных системах, основанных на привлечении феноменологической и статистической теорий турбулентности, данных бесконтактных средств регистрации изменений пульсационных полей скорости, температуры и концентрации как в гомогенных, так и в гетерогенных средах. В численных исследованиях сложных процессов течения и тепломассообмена в трубопроводах выделяются эффективные и быстродействующие алгоритмы со сквозным расчетом характеристик течения непосредственно со стенки, включая ламинарный подслои и буферную зону. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред, при действии сосредоточенных и распределительных нагрузок на трубопроводы, проложенных на местности со сложным рельефом и климатическими условиями. Прогноз аварийных ситуаций функционирования трубопроводов и оптимизация режимов их работы, как правило, выполнены по многопараметрическим моделям турбулентности, опирающимся на полные дифференциальные уравнения Лоя, компоненты для полного тензора напряжений Рейнольдса, удельных скалярных потоков тепла и массы. Все методики оригинальны и до настоящего времени редко используются в практике прикладных расчетов гидродинамики и тепломассообмена из-за слабой апробированности на технических системах. В ряде докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных потоков напряжений и деформаций. Показаны результаты апробации редко используемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Представленные исследования могут служить материалом, подтверждающим большие потенциальные возможности используемых моделей и методов в расчетах сложных сопряженных процессов в природе и технике.

Тематика докладов фокусировалась на проблемах, рассматриваемых в МНОЛ и 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, центростремительных и электромагнитных), переходов вихревой,

тепловой и химической природы, осложненных фазовыми процессами, химическими реакциями, сепарацией и фльтрацией. 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. Заметными в работе секции стали результаты и рекомендации в практику прикладных исследований таких студентов, как Нго Тхань Тхао, А.А. Ефанов, Дедеев П.О. и др. В частности, в описании механизмов пенообразования в задачах бурения интересными представляются результаты Нго Тхань Тхао. Оценка роли электрогидравлического эффекта в диагностике насосно-компрессорных труб посвящены результаты А.А. Ефанова. Высокий уровень уяснения особенностей снижения трения, моделирования ламинаризации в сложных сдвиговых потоках с полимерными добавками продемонстрирован в докладе Дедеева П.О. Его результаты по изменению интегральных параметров течения могут служить основой для построения и тестирования полуэмпирических моделей турбулентности.

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 хроматографии, 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 промышленной подготовки нефти, газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование); 6) освещены вопросы совершенствования процессов переработки тяжелой смолы пиролиза в ценные химические продукты, а также получения 2-этилгексановой кислоты, как основного компонента при производстве металлокомплексных катализаторов и других веществ; 7) представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем; 8) показана актуальность повышения ресурсоэффективности переработки различных видов углеводородного сырья в продукты с высокой добавленной стоимостью – высокооктановые моторные топлива и добавки к ним, полуфабрикаты синтетических моющих средств – линейные алкилбензолы, тяжелая смола пиролиза – сырье для производства саж и технического углерода, 2-этилгексановой кислоты для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленной отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области цеолитного катализа и его применения в нефте- и газохимии, рационального природопользования, особенно легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов, эффективного использования побочных продуктов пиролиза для синтеза нефтеполимерных смол. 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 гетерополиосоединениями Мо и W. Показано, что введение гетерополиосоединений Мо и W приводит к повышению выхода высокооктановых бензинов из газового конденсата и ароматических углеводородов из газообразных насыщенных углеводородов. Рассмотрены технико-экономические показатели этих новых процессов и показана перспективность их практического применения. Другая часть докладов была посвящена новым способам и процессам использования жидких продуктов термического пиролиза углеводородных фракций и получению на их основе новых эффективных

нефтеполимерных смол. Показано, что модификация ароматических нефтеполимерных смол комплексами 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 углеводородов, 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 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 °С.

В докладе магистранта Национального исследовательского Томского государственного университета Н.Д. Власовой и магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета Нажису представлены результаты термогравиметрических исследований отработанных цеолитных катализаторов, модифицированных гетерополисидами W-Bi-Co, в процессе превращения прямогонных бензинов в высокооктановые бензины. Показано, что коксовые отложения с закоксованных катализаторов выгорают в двух областях температур: в области 200-400 °С и 400-650 °С. Интересны также доклады: А.Н. Волюнкиной, В.И. Зайковского, Л.Н. Восмериковой, сотрудников Института химии нефти СО РАН г. Томск «Синтез, физико-химические и каталитические свойства элементоалюмосиликатов в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды», А.Н. Очердько, С.В. Кудряшова, А.Ю. Рябова, сотрудников Института химии нефти СО РАН Томск «Использование неравновесной плазмы барьерного разряда для получения окиси пропилена и других ценных оксигенатов», А.А. Степанова, Л.Л. Коробицкой, А.В. Восмерикова, сотрудников Института химии нефти СО РАН г. Томск «Особенности неокислительной конверсии метана в ароматические углеводороды на Мо-содержащем цеолитном катализаторе», бакалавра Д.С. Мигачевой, аспиранта В.В. Хасанова, В.И. Ерофеева, сотрудников Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета «Влияние добавок оксида цинка на каталитическую активность цеолитных катализаторов в процессе конверсии пропан-бутановой фракции попутных нефтяных газов», Г.О. Эзинкво, А.М. Илолова, Р.М. Тальшинского, В.Ф. Третьякова, сотрудников Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва «Каталитическое превращение смесей низших спиртов в бутадиев-1,3 и изопрен». Также интересны доклады Н.А. Филипповой, Д.Ф. Ишбульдина, Н.Г. Григорьевой, сотрудников Института нефтехимии и катализа РАН г. Уфа и Уфимского государственного нефтяного технического университета «Микро- и микро-мезо-макропористые цеолиты в синтезе дигидрохинолинов». Также представляют интерес доклады Д.В. Фисенко, А.А. Мананковой, В.Г. Бондалетова, сотрудников Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета «Модификация циклопентадиеновых нефтеполимерных смол пероксидом водорода». Также были интересны и другие доклады по данному направлению.

По направлению «Моделирование процессов переработки углеводородного сырья» представлены новые способы улучшения реологических свойств высоковязкие и высокостазывающие 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 управления 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 ресурсоэффективности 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 термоллизе 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 СО и Н₂ (К.А. Малых). Оценены ресурсы и возможности получения ванадиевых концентратов из тяжелых нефтей в процессах их обогащения 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 определения группового состава сырья и продуктов процесса каталитического крекинга при переработке вакуумного дистиллята из смеси Казахской и Западно-Сибирской нефти, на основании которых выполнено математическое 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 имитационная динамическая модель 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 аппаратуры 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 магниевых материалов на основе диоксидного и серпентинитового сырья, показаны возможности увеличения поглотительной способности глины 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 обогащительных

фабрик. Аспирантом У.М. Павловой показано, что измельчение с применением механохимоактивации в среде аминокислотной 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 рентгенофлуоресцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексный термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия, электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ, дилатометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциально-термический анализ и др. Доклады секции выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены разработанные 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 теплоэнергетических 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 пеностекляного 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. В частности, практическую значимость имеет доклад Шульженко А.С., студента Института физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Кислотоупорные материалы на основе минерального сырья». В докладе представлены результаты исследования глинистого сырья Нижне-Увельского месторождения и фельзитовой породы в технологии кислотоупорной керамики. Кислотоустойкость всех исследуемых образцов, обожженных при различных температурах, находится в пределах 97,1-97,3 %. Полученные данные согласно ГОСТ 474-90 кирпич кислотоупорный, являются приемлемыми для кирпича класса В. Интересны также и другие доклады по данному направлению. Так, интерес представляет научная работа Коночук О.О., аспиранта Национального минерально-сырьевого университета «Горный»: «Разработка технологии экологически чистых топливных брикетов топливных брикетов на основе использования отходов

углеобогащения, лигосульфонов и гидроалюминатов кальция». Данная работа открывает перспективу создания технологических модулей, которые, в зависимости от сырьевой базы, обеспечивают получение связующего и отвердителя и возможность брикетирования любых типов углей как непосредственно на месторождении, так и на любом промышленном предприятии. Интересны и другие доклады 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 нефтегазовых промыслов. В представленных докладах отражены новые подходы к созданию автономных источников энергоснабжения, электрических систем и сетей управления, систем безопасности (в том числе пожарной) для объектов нефтегазовых промыслов 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 Velocimetry», «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 энергетической инфраструктурой, и зачастую оптимальным способом энергоснабжения удаленных 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 удаленного 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) – «Определение характеристик надежности мини-ТЭС с замкнутым циклом пара». 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: Валиев Т.Т. «Исследование эксплуатационных режимов электростанции», Новгородов О.В. «Электроснабжение приобского месторождения ООО «РН-ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ». Следует также отметить интересные доклады, посвященные разработке концепции интеллектуального управления при разработке месторождения, на основе системы автоматического (автоматизированного) управления операциями по добыче нефти и газа, а также пожаровзрывобезопасности. Особого внимания заслуживают два направления: 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 создание 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: Антонов Д.В. «Численное исследование температурных и концентрационных следов большой совокупности и массива (конгломерата) капель в пламени с применением пакета математического моделирования (Ansys)», Борисова А.Г., Пискунов М.В., Рыбацкий К.А. «Испарение суспензий графита на основе воды в высокотемпературной газовой среде отхода переработки углей и нефтей», Няшина Г.С. «Эффективность применения тонкораспыленной воды в условиях функционирования автоматизированных систем пожаротушения на объектах нефтяной отрасли». Основные фундаментальные и прикладные исследования проводятся на базе лаборатории моделирования процессов тепломассопереноса кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов Энергетического института ТПУ под руководством зав. каф., д.ф.-м.н., доцента Стрижака П.А. Отмеченные выше 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. 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 спектроскопия 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 четырем направлениям: 1) общие геоэкологические проблемы территорий; 2) общие экологические проблемы и биотехнологии; 3) эколого-геохимические проблемы; 4) радиоэкология; 5) охрана и инженерная защита окружающей среды. Получены новые данные по содержанию редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях на территории г. Усть-Каменогорска и г. Павлодара (Республика Казахстан), г. Омска и района Томской области, г. Казани, г. Краноярска, г. Кемерово. В некоторых докладах представлены новые данные, отражающие геохимические особенности почв урбанизированных территорий и зоны расположения полигона ТБО. Особый интерес уделен исследованию поведения такого токсического элемента как ртуть и тяжелых металлов в почвах на территории различных городов России, Казахстана, Вьетнама. 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 Скрипник М.И., и Абикеевой Ж., студентов Павлодарского государственного педагогического института «Сравнительная оценка содержания высокотоксичного элемента (цинк) в волосах детей, проживающих на территории Павлодарской и Кировоградской областей». Показывается сравнительный анализ содержания цинка в волосах детей, проживающих в различных городах России, Казахстана и Украины. Доклад Дериглазовой М.П., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Отражение экологических условий окружающей среды в минералогическо-геохимических особенностях зольного остатка организма человека города Норильск». Сделан вывод, что зольный остаток организма человека г.Норильск отличается повышенной концентрацией редкоземельных и радиоактивных элементов (Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu U, Th и др) на фоне других городов России. Большой интерес по данному направлению вызывает доклад Перминовой Т.А., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Специфика накопления брома в организме человека». Где автор раскрывает результаты исследования накопления брома в различных органах человеческого организма на примере Томского района Томской области. Отмечается, что повышенные содержания брома зафиксировано в головном мозге, в печени села Кафтанчиково, а также в щитовидной железе, сердце, легких, селезенке и мышцах обеих территорий. Особое внимание привлекает содержание брома в аорте, которое почти в 15 раз выше в селе Кафтанчиково и в 10 раз - в деревне Лоскутово по сравнению с литературными показателями. Другая часть докладов посвящена проблеме радиационной обстановке на различных территориях. По этому направлению научный и практически интерес вызывает доклад Ключниковой Ю.О., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Анализ возможных факторов, обуславливающих возникновение «Сонной болезни» в с.Калачи» (Республика Казахстан). Хотелось бы отметить, что над этой проблемой в селе Акмолинской области работают несколько лет Казахстанские ученые совместно с российскими. Автор же доклада пытается по полученным результатам, согласовав их с результатами ранее проведенных исследований специалистами «Научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга» Казахстана выявить наиболее вероятные причины возникновения этой болезни в с.Калачи. Еще одну проблему Казахстана о следствии эксплуатации объектов атомной энергетики освещает доклад Торопова А.С., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Формы нахождения трансурановых радионуклидов в природных водах площадки «Дегелен» Семипалатинского испытательного полигона». Изучено миграция трансурановых радионуклидов – плутония и америция в водных объектах Семипалатинского полигона. А также определены формы их нахождения. Исследования проблемы последствия эксплуатации Семипалатинского полигона отражены в докладе Джамбаева М.Т., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета; Жакуповой Ш.Б., Брайт Ю.Ю., младших научных сотрудников Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Уран в питьевой воде и крови человека в зоне влияния Семипалатинского ядерного полигона». 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. Доклад Есильканова Г.М., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Элементы токсиканты в воде объектов водопользования, расположенных на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона»; Злобиной А.Н., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Естественная природная радиоактивность почв как фактор риска для здоровья человека», в которых также отражаются актуальные проблемы радиэкологии. По проблемам аэрозольного загрязнения атмосферы на различных территории России и Казахстана интересней доклад представлен Капустиной А.А., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Минеральный состав твердого осадка снега в зоне потенциального влияния газоконденсаторной станции» с применением современного оборудования – дифрактометра для рентгеноструктурного анализа, и растрового электронного микроскопа. Весьма интересный доклад по новизне исследуемой территории Адильбаевой Т.Е., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Уровень загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния теплостанции города Караганды по данным снегогеохимической съемки». Автор исследует пробы на содержание химических элементов, пылевую нагрузку на исследуемой территории, по результатам которых определено, что высокие показатели пылевой нагрузки приходится на зону воздействия ТЭЦ-3 г. Караганды, также в зоне воздействия ТЭЦ-3, жилой зоне и пос.Доскей (Победа) выявлены высокие концентрации токсичных и редкоземельных элементов, предполагая, что может возникнуть рост заболеваемости населения на данной территории. В то же время высокий уровень исследований показан в докладах Поликановой С.А., магистранта Института природных ресурсов Национального

исследовательского Томского политехнического университета: «Формы нахождения химических элементов в снеговом покрове в окрестностях алюминиевого завода (на примере г. Красноярска)»; Галлямова Р.Р., Зотина К.Э., студентов; Курьянов Н.А., инженера Казанского (Приволжского) федерального университета из г.Казань: «Особенности состава снегового покрова г.Казани». По направлению информационных технологий в геоэкологии можно отметить доклад Просекина С.Н., аспиранта Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, (г. Иркутск): «Современные методы оценки техногенного загрязнения с помощью геоинформационных систем и термодинамических моделей воздействия газопылевых аэрозолей на окружающую среду (на примере ИРКАЗ)»; Михалева А.О., аспиранта Иркутского национального исследовательского технического университета, Гребенщикова В.И. (г. Иркутск): «Разработка ВЕБ-ГИС системы для информирования общественности о результатах научной и учебной геоэкологической деятельности»; Шуковой К.Б., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Информационная система для решения прикладных задач ландшафтной экологии с использованием картографических ВЕБ -сервисов». В области экологии водных систем интересен доклад Фатиховой Н.И., магистранта Уфимского государственного нефтяного технического университета, (г. Уфа), Кузнецовой Г.М.: «Использование водорослей для очистки сточных вод от фенольных соединений». Перспективные идеи открывает доклад Егоровой Е.В. магистранта Национального минерально-сырьевого университета «Горный», (г. Санкт-Петербург): «Исследование потенциала сорбента на основе торфа при очистке сточных вод от ионов цветных металлов». Также актуальна работа Мишуниной А.С., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Характеристика и оценка опасности компонентов модельного бурового раствора с использованием водорослей *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER». В области проблем отходов нефтепродуктов и возможности безотходного производства интересный доклад Арслановой И.И., магистранта Уфимского государственного нефтяного технического университета, (г. Уфа), Насыровой Л.А.: «Разработка комплексной ресурсосберегающей технологии производства биотоплива из культур, используемых для фито-мелиорации нефтезагрязненных почв». В области региональных экологических проблем привлек внимание доклад Прокофьевой Е.В., аспиранта Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, (г. Саратов): «Загрязнение почв особо охраняемых природных территории соединениями тяжелых металлов (на территории города Саратова)». В направлении геоэкологических аспектов устойчивого развития территорий, экологических рисков на хорошем уровне выполнены доклады Нгуен Чунг Киена, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Ртуть в почвах на территории г. Ханоя (Вьетнам)»; Николаенко А.Н., магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Экологические риски в районах размещения угольных предприятий». Также интерес вызвал доклад Круковской О.Ю., научного сотрудника Института природопользования НАН Беларуси (г. Минск, Республика Беларусь): «Динамика поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта в регионах Беларуси». Также в секции Геоэкологии рассмотрен интересный доклад Данилова А.С., аспиранта Национального минерально-сырьевого университета «Горный», (г. Санкт-Петербург): «Использование биологических закрепителей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса», в котором автор предлагает в качестве эффективного средозащитного мероприятия – закрепление пляжей хвостохранилища АО «Апатит» универсальным биологическим клеем. По словам автора, предложенный вариант пылеподавления удовлетворительно прошел испытания в субарктических климатических условиях. Весьма интересным и актуальным из рассмотренных докладов был Юриновой Ю.А., аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Геоэкологические последствия деградации субмаринных мерзлых толщ на шельфе восточно-арктических морей», со слов автора, дальнейшее исследование в этой области может рассматриваться как новое направление в геоэкологии.

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 и многие другие современные методы анализа с использованием новейшего оборудования.

На секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное 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 горного права. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Результаты исследований молодых ученых показали возможность использования энергетической рентабельности для оценки эффективности работы энергоёмких отраслей ТЭК; экономического обоснования оптимизации фонда скважин с методикой оценки работы фонда бездействующих скважин, позволяющих эффективно управлять проблемным фондом скважин; новые идеи организации технико-внедренческих зон для России, практику использования метропольрегионов в Германии. В представленных докладах был проведен экономический анализ истощения углеводородных ресурсов Томской области, обоснован критерий энергоресурсов – энергетическая рентабельность, представлена

перспективная методика их оценки с применением этого критерия, выделены инновационные аспекты альтернативных энергоресурсов и дана оценка их экономической эффективности, рассмотрены проблемы мультикультурных факторов в нефтедобывающей отрасли и проблемы утилизации попутного нефтяного газа, исследованы особенности применения СVP-анализа деятельности нефтегазовой компании. В некоторых докладах представлены данные по оценке сырьевой базы углеводородов на территории Томской области и Западно-Сибирской нефтяной провинции, масштаб их освоения. Озвучены проблемы организации производственной деятельности: дана управленческая оценка организации производства через аутсорсинг, оптимизации промышленных компаний. Среди представленных докладов наибольший интерес и значимость в современных экономических условиях представляют работы, посвящённые проблемам: повышения ресурсоэффективности отрасли и энергоэффективности экономики России в целом; изучения экономического опыта других государств и развития сотрудничества России в нефтегазовой сфере; совершенствования законодательной базы рационального природопользования и налогообложения недропользователей; поиска и применения нетрадиционных энергоресурсов; повышения эффективности управления финансовой и производственной деятельностью отечественных и зарубежных предприятий-недропользователей.

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

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

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

Лучшими статьями секции являются: 1) «Оценка перспектив декарбонизации экономики – экологический аспект», Селенчук Ж.О. (ТПУ), в которой отражена ориентация хозяйственных систем на использование традиционных энергоносителей на фоне сокращения запасов последних, роста потребностей общества и обострения экологических проблем обуславливает настоятельность выявления новых и трансформации существующих подходов к организации хозяйствования. Инструментом решения данной проблемы является декарбонизация хозяйства, предполагающая становление и развитие «зеленой экономики» к концу XXI века – согласно прогнозам уже к 2050 г. как минимум половина, а возможно и 70% электроэнергии в мире будет производиться с использованием возобновляемых источников энергии). 2) Статья «Анализ экономической эффективности прокладки газопровода с упруго – пластичными элементами в районах с высокой сейсмичностью», авторы Саввин В.В., Павлов М.Н. (ТПУ), в которой проанализированы существующие методы строительства и проектирования подземных магистральных трубопроводов, которые прокладывают в сейсмоопасных). 3) «Финансовое планирование как инструмент финансовой политики нефтегазовых компаний на примере ОАО «Сургутнефтегаз», авторы А.Н. Карякина, В.Б. Романюк. В статье отражено бюджетирование – процесс построения и исполнения бюджета компании на основе бюджетов отдельных подразделений. Применение данного метода обусловлено рядом его преимуществ по сравнению с другими методами. В отличие от них бюджетирование включает распределение ресурсов согласно бюджетам по центрам ответственности, специальную систему контроля исполнения бюджетов, а также систему взаимосвязи финансовых планов с операционными и инвестиционными бюджетами).

К лучшим статьям молодых ученых относятся: «Использование индексов Solomon и Нельсона для анализа эффективности нефтеперерабатывающих предприятий», автор магистрант П.Г. Петкова, в которой проводится комплексное сравнение состояния отдельных НПЗ и динамика их развития за последние 25 лет осуществляется компанией HSB Solomon Associated (SA), LLC. Обследование Solomon-а охватывает более 85% НПЗ в мире и тем самым обеспечивает достоверную и надёжную информацию); интересна также статья «Золото как инструмент хеджирования рисков», автор аспирант Д. В. Жилкин (аспирант). В статье рассмотрен исторический аспект проблемы. Изучены колебания стоимости золота как реакция рынка на возникновение новых финансовых активов или существенное изменение статуса старых, ведущее к временному состоянию неопределённости.

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 70 докладов. На открытии данной секции выступил представитель Британского Совета Harriot-Watt University. 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, 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 межкультурной 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 межкультурного 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 межкультурного общения, в том числе, в профессиональной и научной сферах, современные подходы, позволяющие овладеть этим средством, также являются предметом анализа многих докладов. Межкультурная 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 беспокойном 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 сопровождалось показом фильмов собственного производства.

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

Ученый секретарь XX симпозиума, к.г.-м.н., доцент Г.М. Иванова

**ПОСВЯЩАЕТСЯ
120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ
ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ
НАСТОЯЩЕГО**

**А.Ю. Дмитриев, директор Института природных ресурсов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Институт природных ресурсов был создан в 2010 году, объединив старейшие отделения Томского политехнического университета – горное и химико-технологическое — образованные более 100 лет назад. Основателями Института считаются выдающийся российский геолог академик Владимир Афанасьевич Обручев и первый в Сибири академик АН СССР Михаил Антонович Усов, создавшие Сибирскую горно-геологическую школу. Большое участие в создании Института, его химического отделения, принял Дмитрий Иванович Менделеев. Среди выпускников Института — более 450 первооткрывателей месторождений, 15 академиков и членов-корреспондентов АН СССР (РАН), более 250 докторов и более 1600 кандидатов наук.

Институт гордится не только своим прошлым, но и настоящим, и создает все условия для того, чтобы специалисты, вышедшие из его стен, на высоком уровне решали поставленные перед ними задачи. Институт природных ресурсов сегодня — это три направления: нефтегазовое, горно-геологическое и химико-технологическое, и самые востребованные специальности для передовых отраслей экономики.

Заложенные более века назад традиции успешно развиваются сегодня в рамках крупных научных школ, получивших признание и в России, и за рубежом. Среди них – Сибирская гидрогеохимическая школа (профессор Шварцев С.Л.), Школа геологии и геохимии благородных металлов (профессор Коробейников А.Ф.), Сибирская научная школа в области бурения геологоразведочных скважин (профессор Чубик П.С.), Сибирская научная школа в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (профессор Ерофеев Л.Я.), Сибирская радиогеохимическая школа (профессор Рихванов Л. П.), Школа химической технологии нефти и газа (профессор Иванчина Э.Д.) и другие.

В Институте 15 кафедр, которые ведут подготовку специалистов в различных областях геологии, нефтегазового дела, экономики природных ресурсов и нефтехимии; 10 центров по наиболее актуальным и перспективным научным направлениям в сфере минерально-сырьевого комплекса, например, международный научно-образовательный центр «Переработка органического сырья с применением нанотехнологий», научно-производственный центр «Вода», инновационный научно-образовательный центр «Золото-платина», научно-инновационный центр «Космогеология», Центр учебных геологических практик в республике Хакасия, Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела «Heriot-Watt»; 26 лабораторий – исследовательских, научных, международных и инновационных.

Кадровый состав Института насчитывает 300 научно-педагогических работников, 220 из которых – кандидаты и доктора наук, 35 – академики и члены-корреспонденты общественных академий. Институт – это 3900 студентов, которые обучаются по специальностям, охватывающим все сферы от разведки месторождения до переработки любого полезного ископаемого. Студенты Института награждаются медалями РАН и другими знаками отличия, становятся стипендиатами Президента и Правительства, предприятий минерально-сырьевого комплекса (ОАО «Газпром», ОАО «АК «Транснефть», ООО «Газпром Трансгаз Томск», ОАО «Центрсибнефтепровод» и пр.), других организаций и ведомств, а также лауреатами престижных конкурсов.

В области подготовки кадров Институт природных ресурсов сотрудничает с ведущими академическими и отраслевыми институтами России, ближнего и дальнего зарубежья, со многими российскими и зарубежными компаниями. ТПУ является опорным ВУЗом ПАО «Газпром», АО «Росгеология», активно взаимодействует с НК «Роснефть», ОАО «Газпром нефть», ООО «Газпром трансгаз Томск», НПО «Полюс», ОАО «Урангео», ОАО «Транснефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ЗАО «СИБУР Холдинг», АО «Ф-Фарм», АК «Алроса». Институт активно работает с зарубежными компаниями, такими как: «Shell», «Schlumberger», «Baker», «Hughes», «ExxonMobil», «Exxon Neftgas», «Nord Imperial», «BHP-Billiton», «Sakhalin Energy», «Imperial Energy», «WEUS Holding», «MISWACO», «NAC KAZATOMPROM» и др. Совместные НИОКР и образовательные программы реализуются совместно с Heriot-Watt University (UK), Тихоокеанским океанологическим институтом ДВО РАН, Университетом Аляски (США), Институтом катализа СО РАН (г. Новосибирск), МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва), Центром Нанонауки и Нанотехнологии Университета Мексика (Энсенада, Мексика) и др.

Сегодня основными направлениями развития образовательных и научно-исследовательских работ являются:

- ресурсоэффективное недропользование: увеличение эффективности используемых ресурсов, в том числе сланцевой нефти и газа, управление разработкой месторождений на шельфе, освоение нетрадиционных источников сырья;

- комплексное исследование Арктики: исследование сибирского арктического шельфа как источника парниковых газов планетарной значимости, количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий для планеты;
- интеллектуальная нефтепереработка: разработка концепции модернизации промышленных российских установок каталитической переработки тяжелого нефтяного сырья, основанная на применении новых математических моделей процессов переработки, повышение ресурсоэффективности нефтеперерабатывающих заводов России;
- зеленая химия: получение новых функциональных материалов на основе переработки углеводородного и растительного сырья, в том числе из отходов производств, с применением нетоксичных веществ и соединений, создание Smart материалов для сенсорных технологий;
- водные ресурсы и охрана окружающей среды: сохранение и улучшение здоровья населения планеты, изучение биогеохимического действия нормируемых в питьевых водах химических элементов и обоснование процессов и механизмов их накопления в природных водах разных ландшафтно-геохимических обстановок.

За прошедший год у Института много достижений. Среди них – первый выпуск магистров совместной с Университетом Ньюкасла (Великобритания) программы подготовки магистров по профилю «Управление разработкой месторождений нефти и газа на шельфе»; старт на европейской платформе массового открытого онлайн-курса по минералогии «Myths And Facts About Rocks» («Мифы и реальность камня»), на который зарегистрировались более 1200 слушателей из 17 стран мира. Недавно курс стал доступен и на русском языке. Был восстановлен Центр учебных геологических практик в Хакасии, пострадавший в результате весенних пожаров 2015 года. Мы отметили 85-летний юбилей кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии, впереди нас ждет 70-летний юбилей кафедры геофизики. Реализуется проект «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости» (рук. проф. И.П. Семилетов). Арктическая научно-исследовательская экспедиция (18 марта – 3 апреля 2015 г.) прошла с участием наших аспирантов.

Среди выпускников Института 2015 года – «Лучший выпускник России» и «Лучший выпускник мира». Наши магистранты стали обладателями звания «Золотой наследник» Мирового нефтяного совета и медали Российской академии наук – одной из самых высоких наград для научной молодежи в масштабах страны. Студенты и сотрудники Института стали лауреатами творческих конкурсов и победителями спортивных состязаний. Старшеклассники, обучающиеся в Школе юных геологов ТПУ, победили на Всероссийской полевой олимпиаде юных геологов в Тюмени.

Сегодняшние студенты, молодые ученые и выпускники объединены одной целью – инновационно-практическим решением задач недропользования, экологии и переработки полезных ископаемых и достойно продолжают историю и традиции старейших факультетов. Это позволяет нашим выпускникам смело смотреть в будущее, а нашему Институту заслуженно считаться одним из лидирующих в своей отрасли.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ КАК ОБЪЕКТ ГЕОЛОГИИ

С.Л. Шварцев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Окружающий мир непрерывно изменяется. Почему? Ответ на этот вопрос ищет и геология. Долгое время считалось, что мир не меняется или меняется только под влиянием катастроф. Но постепенно благодаря трудам многих геологов, стало очевидным, что все-таки изменения в окружающей среде происходят, но процессы и механизмы, которые ведут к этим изменениям, остаются неизменными. Это базовое положение принципа актуализма (униформизма), которое достаточно долго применялось в геологии. Наконец, только в середине XX в. на смену униформизма в литологии, а позже и других геологических науках пришло фундаментальное учение об эволюции геологических процессов – «перспективное как с мировоззренческой, так и с практической точки зрения» [9].

Но в геологии как в России, так и за рубежом, под геологической эволюцией понимаются изменения, протекающие под действием внешних факторов, таких как снижение во времени интенсивности мантийного теплового потока, увеличение массы континентальной коры, сокращение площадей с мобильным тектоническим режимом за счет расширения участков со стабильной корой, эволюция жизни, нарастание интенсивности окислительных процессов, изменение состава атмосферы, гидросферы и т. д. При таком подходе остаются неясными механизмы эволюции, их внутренняя природа, даже ее наличие ставится под сомнение, не ясна связь геологической эволюции с биологической (есть ли она вообще?). Поэтому каждая из этих форм эволюции существует независимо одна от другой. Все это тормозит развитие науки, затрудняет решение многих биологических и геологических проблем. Но так ли это на самом деле?

Чтобы ответить на этот непростой вопрос, мы в течение многих лет занимаемся проблемой взаимодействия воды с горными породами, в первую очередь с алюмосиликатами [1, 5]. В результате нам удалось выяснить, что система вода - горная порода обладает свойствами диссипативных структур и способна к геологически длительной эволюции, поскольку вода всегда неравновесна с магматическими минералами, которые она непрерывно растворяет, и равновесна с теми вторичными минералами, которые она образует. Более того, в природе имеются минералы, с которыми установление равновесия между ними и водным раствором в принципе невозможно и оно действительно в природных условиях не наблюдается. Оказалось, что к таким

минералам относятся силикаты и алюмосиликаты Ca, Mg и Fe - основные минералы базальтов, изначально образовавшие нашу планету.

Факт невозможности установления равновесия в системе вода - базальт имеет исключительно важное значение, т.к. отражает главное противоречие, положившее начало механизмам глобальной эволюции, которая началась в системе вода-порода, а позже продолжилась в системе вода - органическое вещество [7].

Причина этого явления состоит в том, что поступающие из базальтов в раствор химические элементы связываются новыми минеральными соединениями, формирующимися в этой системе: оксидами, гидроксидами, глинами, карбонатами, цеолитами и т.д. Перечисленные вторичные минералы выступают геохимическими барьерами на пути установления равновесия подземных вод с первичными минералами базальтов. Поэтому вода всегда неравновесна с минералами базальтов, которые она непрерывно растворяет и формирует новые и новые образования, ассоциирующие со строго определенным геохимическим типом воды.

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 [4].

Главной движущей силой такой эволюции выступает постоянная неравновесность воды с ведущими минералами пород эндогенного генезиса. Эта неравновесность определяет изменение состава раствора, а значит и вторичных минералов, поскольку изменение состава воды со временем ведет к изменению и состава вторичных минеральных комплексов. Состав же воды определяется временем взаимодействия воды с горными породами. Поэтому оказалось, что время является главным фактором, определяющим состав вторичных образований [8].

Благодаря этому в верхней части земной коры, там, где находится жидкая вода, развивается один из наиболее масштабных процессов мобилизации водой химических элементов, преобразования одних горных пород в другие, непрерывного формирования новых геохимических типов воды, новых минералов и гидрогенно-минеральных комплексов. Все это в конечном итоге ведет к грандиозному изменению минерального вещества и состава воды, изначально сформировавших нашу планету. Следовательно, вода с горными породами формирует уникальную систему, которая способна к длительной геологической эволюции даже без участия живой материи.

Независимость от внешних факторов взаимодействия воды с горными породами наличие в рассматриваемой системе механизмов внутренней эволюции обеспечивают единое целое системы, ее внутреннюю обособленность от внешней среды в условиях притока вещества и энергии, поскольку мы имеем дело со стационарной системой. Благодаря наличию таких внутренних механизмов, система самостоятельно развивается в соответствии с законами термодинамики, контролирует направленность своей эволюции, скорость, последовательность и стадийность образования новых вторичных продуктов, их состав, соотношение элементов в растворе и твердой фазе, смену одного продукта другим и т.д.

Важно подчеркнуть, что формируемые в процессе гидролиза базальтов вторичные минералы по основным своим параметрам - составу, структуре, консистенции, твердости, удельному весу и т.д. - принципиально отличаются от минералов, растворяемых водой [6]. Они являются продуктом эволюции раствора, т.е. сформированы водой из элементов, которые поступили в раствор из различных минералов магматического генезиса по механизму гидролиза (табл.).

Таким образом, между базальтами и водой существует глубокое противоречие, которое приводит к непрерывному растворению этих пород и образованию принципиально иных. Иначе говоря, между водой и породой всегда имеет место энергетический барьер, благодаря которому порода всегда растворяется. Сам факт помещения горной породы в водный раствор приводит к ее растворению. Следовательно, растворение – это сила, которая обеспечивает непрерывность эволюции. Тем самым мы считаем, что найдена сила, которую искал еще Ж.-Б. Ламарк и называл ее жизненной силой. Такой силой оказалось растворение, поскольку вода обеспечивает разрыв связей между ионами и молекулами в твердом теле и переход их в раствор [7].

После появления жизни на нашей планете началась биологическая эволюция, которая унаследовала основные черты абиогенной, особенно все то, что связано с водой. Так, появившись в результате фотосинтеза, молекулы растительного происхождения оказались в той или иной водной среде, в которой уже шло образование минеральных соединений. Сформированная ранее динамически стабильная и термодинамически устойчивая среда при появлении, хотя и простых органических молекул типа CH_2O , получила возможность формировать более сложные и более устойчивые в конкретных условиях среды органические образования. Так появление фотосинтеза запустило новый гигантский процесс формирования растительности, состоящей в основном из целлюлозы, синтез которой вероятно был одним из наиболее ранних.

Такие процессы протекают в условиях равновесно – неравновесного состояния системы вода – органическое вещество, которая развивается в области, далекой от равновесия. Таким путем обеспечивается синтез в водном растворе сложных органических соединений, что гарантирует их стабильность в строго определенных биохимических средах. Следовательно, растения получают солнечную энергию в процессе фотосинтеза, а питательные вещества из воды, которая в свою очередь берет их из горных пород или атмосферы. Так организуется взаимодействие всех основных компонентов окружающего мира: воды, породы, газов и органических соединений. Но и здесь вода остается главным фактором внутренней эволюции, так как она контролирует состав образующихся соединений, характер среды, энергетическое состояние системы, направленность эволюции, растворение одних органических соединений и синтез не только новых образований, но и целых органов [6].

Таблица

Перечень ведущих минералов Ca, Mg и Fe, растворяемых и формируемых водой

Элемент	Минералы, непрерывно растворяемые водой	Минералы, непрерывно формируемые водой	
		Название	Формула
Кальций	Анортит	Кальцит	CaCO_3
	Битовнит	Доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
	Лабрадор	Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Геденбергит	Флюорит	CaF_2
	Диопсид	Са-монтмориллонит	$\text{Ca}_{0,17}\text{Al}_{2,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
		Ломонтит и др.	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
		Шабазит	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Магний	Форстерит	Магнезит	MgCO_3
	Энстатит	Доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
		Mg-монтмориллонит	$\text{Mg}_{0,17}\text{Al}_{2,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
		Тальк	$\text{Mg}_6\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
		Хлорит	$\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Железо	Фаялит Ферросилит	Гетит	FeOOH
		Лимонит	$\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
		Гематит	Fe_2O_3
		Магнетит	Fe_3O_4
		Сидерит	FeCO_3
		Ферроглаукофан	$\text{Na}_2\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
		Дафнит	$\text{Fe}_4\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

Животные, в отличие от растений питаются не только водой, но и растительной и мясной пищей, которая неравновесна со средой живого организма и не может усваиваться без предварительного перевода ее в растворенное состояние. Для этого у животных имеется специальная система – желудочно – кишечный тракт. Только в растворённом состоянии ионы и молекулы поступают непосредственно в организм, у теплокровных животных - в кровь. В конечном счете, любой живой организм непрерывно получает пищу в растворённом виде. Увеличение концентрации в водной среде организма разных соединений обеспечивает образование зародышей многочисленных сложнейших органических веществ в строгом соответствии с законами термодинамики. Здесь главным фактором опять же выступает состав раствора, а все формирующиеся вторичные соединения равновесны со средой, в которой рождаются, и потому остаются устойчивыми в течение достаточно длительного времени. Именно эти соединения выступают строительным материалом для отдельных органов, резко отличающихся один от другого не только по составу, но и по морфологии, структуре, формам организации, упорядоченности и т.д.

Итак, каждая из трёх природных систем (царств), включая человека, создаётся водой путём взаимодействия с горными породами, газами и органическим веществом. Именно водный раствор в силу особых свойств представляет собой уникальную физико – химическую и биологическую среду, в которой ионы, молекулы, клетки получают возможность формировать новые, ранее не существовавшие на Земле твёрдые соединения, которые по мере усложнения состава раствора в ходе его эволюции в открытых, неравновесных, нелинейных и необратимых системах становятся всё более сложными (рис.).

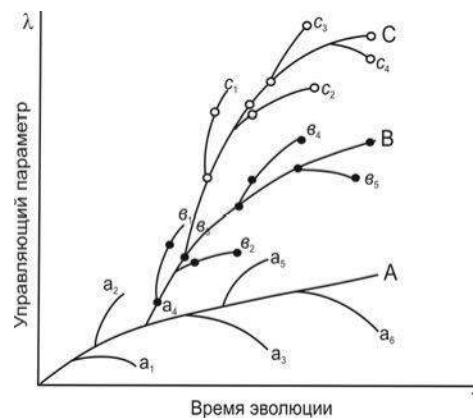


Рис. Схема последовательного усложнения состава водного раствора в ходе глобальной эволюции
Материнские системы: А – вода – порода; В – вода – растения; С – вода – животные
Дочерние системы: а₁- а₅-ветви А; b₁- b₅-ветви В; с₁- с₄-ветви С

При этом эволюцию водного раствора можно разделить на три этапа: на первом усложнение происходит за счёт растворения горных пород (на рисунке ветвь А), на втором добавляется взаимодействие с продуктами фотосинтеза (ветвь В), на третьем – процесс растворения поступающей в организм животного и человека пищи (ветвь С). Таков, по нашему мнению, основной механизм глобальной эволюции, включая геологическую ветвь. Без воды никакое усложнение невозможно, следовательно, эволюция вещества на Земле является результатом непрерывного усложнения состава водной среды и отдельных вторичных продуктов, строительным материалом для которых первоначально выступают вода, горные породы и газы (CO₂, N₂, O₂ и др.), а затем – органическое вещество.

Эволюция базируется на тесном гидродинамическом и химическом взаимодействии всех компонентов системы В.И. Вернадского: воды, породы, газа и органического вещества [2]. 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», выделенная 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 растворимые. Поскольку вода пронизывает все геологические и биологические образования, граница живого с неживым не может прочерчиваться столь резко, как это было сделано Ж.Б. Ламарком. Также нельзя согласиться с представлением об эволюции как случайном и уникальном событии, поскольку выявленная сила эволюции - фундаментальное и неотъемлемое свойство водных растворов, проявляющееся всегда и везде. В природе нет сил, которые могли бы лишить воду способности растворить 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. В соответствии с законами синергетики он протекает от простого к сложному [3].

Из всего сказанного, очевидно, что геологическая эволюция не просто является частью глобальной, она эту эволюцию породила благодаря особым свойствам воды. Позже вода явилась основой эволюции биологической. Более того она же связала эволюцию косной материи с живой и является главным веществом обоих этих образований.

Литература

1. 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 вода-порода т.1. Система вода-порода в земной коре: в взаимодействии, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2005. – 244с.
2. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 2003. – 751с.
3. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 431с.
4. Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН, 2012, №3, – С.242-251.
5. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А., Дутова Е.М., Кондратьева И.А., Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода. т.2. Система вода - порода в условиях зоны гипергенеза. – Новосибирск: Изд. СО РАН. 2007. – 389с.
6. Шварцев С.Л. Как образуются сложности? //Вестник РАН, 2014, т. 84, № 7, с. 618-628
7. Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН, 2015, том 85, № 7. – с.632–642.
8. Шварцев С.Л. С чего началась глобальная эволюция? //Вестник РАН, 2010, №3. – С.235-244
9. Яншин А.Л. Возникновение проблемы эволюции геологических процессов //Эволюция геологических процессов в истории земли. – М.: Наука, 1993. –С.9-20.

**20 ЛЕТ МЕЖДУНАРОДНОМУ СИМПОЗИУМУ ИМ. АКАДЕМИКА М.А. УСОВА.
УСОВСКИМ КОНФЕРЕНЦИЯМ И СИМПОЗИУМУ – 45 ЛЕТ**

Г.М. Иванова, доцент

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



***Рис. 1. Михаил Антонович Усов –
бывший студент ТПУ (ТТИ),
профессор, первый академик в Сибири,
основатель Сибгеолкома, геологической
службы и горнодобывающей
промышленности в Сибири***

Система воспитания творческого высококлассного специалиста была заложена ещё 120 лет назад основателем геологоразведочного факультета (ныне Института природных ресурсов) Томского политехнического университета – талантливыми учеными, педагогами, организаторами – академиками В.А. Обручевым и М.А. Усовым. С их именами связано создание Сибирской горно-геологической школы, организация подготовки инженерных кадров за Уралом и становление горнодобывающей промышленности в Сибири. Эти выдающиеся ученые-педагоги заложили подготовку специалистов в тесной взаимосвязи: наука – учебный процесс – производство. Последующие поколения их учеников и последователей бережно сохранило и развило традиции своих учителей вплоть до сегодняшних дней XXI века.

В Институте природных ресурсов (ранее ГРФ, ИГНД) уже в начале прошлого века стали проводиться научные студенческие конференции, которые приобрели ежегодный Всероссийский, а затем и Международный статус, сыгравшие большую роль в воспитании творческих специалистов. С годами они переросли помимо конференций и «круглых столов» в крупные научные симпозиумы и Форумы, включавшие в себя конкурсы научных работ, выставки, сопровождающиеся изданием сборников научных трудов. Такие конференции и симпозиумы сыграли большую роль в развитии НИРС, популяризации престижа научной деятельности среди молодёжи, подготовке

высококвалифицированных специалистов и воспитании творческой личности. Студенческие, а затем молодежные симпозиумы были посвящены памяти академика М.А. Усова.

Михаил Антонович Усов – бывший студент ТПУ (ТТИ), ученик профессора В.А. Обручева. Это первый академик в Сибири, основатель Сибгеолкома, геологической службы и горнодобывающей промышленности в Сибири, сыгравший большую роль в становлении Сибирской горно-геологической школы и в формировании и развитии горно-геологического образования в Сибири, в частности в ТПУ (ТТИ).

Первая научная студенческая геологическая конференция была организована и проведена в 1946 г.



Рис. 2. Первый корпус ТПУ (горно-геологический) с памятником М.А. Усову



Рис. 3. 1966 г. Л.П. Рихванов – студент II курса ГРФ, выступает с докладом на Всесоюзной студенческой конференции им. М.А. Усова. В настоящее время он – д.г.-м.н., профессор ИПР ТПУ, Заслуженный деятель науки и техники РФ



Рис. 4. 1971 г. Е.В. Черняев – студент II курса ГРФ, выступает с докладом на Всесоюзной студенческой конференции. В настоящее время он – к.г.-м.н., директор и создатель Геоцентра Томской области



Рис. 5. 1974 г. А.К. Мазуров, студент 5 курса ГРФ, готовится к выступлению на научной студенческой конференции. В настоящее время он – д.г.-м.н., профессор, Почетный разведчик недр РФ и Республики Казахстан, Заслуженный деятель науки и техники РФ, первый проректор ТПУ

В 1950-70гг. почти ежегодно проходили факультетские научные студенческие геологические конференции. С 1971 по 1974 гг. проводятся ежегодно научные студенческие Всесоюзные геологические конференции.



Рис. 6. 1976 г. Открытие Всесоюзной научной студенческой конференции имени М.А. Усова. В Президиуме: профессор Д.С. Миков, зав. кафедрой геофизики; В.В. Хитров, студент V курса ГРФ, лауреат медали АН СССР за НИР; Е.Г. Язиков, председатель Студенческого Совета НИРС ГРФ; выступает Г.М. Иванова, доцент, зам. декана по НИРС



Рис. 7. Е.Г. Язиков – студент, Председатель студенческого Совета НИРС, с 1974 -1977 гг. – организатор Всесоюзных студенческих конференций. В настоящее время – д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ГЭГХ ИПР ТПУ

С 1971 по 1996 гг. уже ежегодно проводилась Всесоюзная научная студенческая конференция. Ей присвоено имя академика М.А. Усова.

С 1971 по 1992 гг. Всероссийскую студенческую геологическую конференцию имени академика М.А.Усова организовывал Студенческий Совет НИРС. Преподаватели выполняли только обязанности научных руководителей. Пленарные и секционные заседания вели студенты.

Студенты-организаторы устанавливали связи с геологическими вузами СССР. Распространяли среди студентов ГРФ ТПУ (ТПИ), ТГУ, ТГАСУ информацию о конференции по радио в общежитиях, в газетах, делали объявления. Организовывали встречи с иногородними студентами, экскурсии для них. Шествовали над приезжими студентами, организовали концерт для участников конференции. Организовывали награждения лучших докладчиков дипломами, подарками и сувенирами. Студенты ГРФ организовывали после окончания конференции Вечера встречи со студентами других вузов в ДК ТПИ.

В 1992-1996 гг. после разрушения СССР и ликвидации в ВУЗах и в стране организационных структур НИРС на Ученом Совете ГРФ ТПУ (ТПИ) было принято решение продолжать проводить ежегодно традиционные научные студенческие конференции им. М. А. Усова. На ГРФ ТПУ (ТПИ), несмотря на все сложности в стране, разрыва в проведении Усовских конференций никогда не было. Конференция продолжала проходить ежегодно.

В 1996 г., после разрушения структур по организации научной деятельности в стране, медленно начала возрождаться молодежная наука в вузах. В 1996 г. в г. Москва прошел Первый научный конгресс, для участия в котором был приглашен Томский политехнический университет как крупный научный центр, созданный в советское время и сохраненный в разрушительные 90-ые годы.

В 1996 г. на базе ИПР ТПУ (ГРФ ТПИ) был организован первый в стране **Международный научный симпозиум им. М.А. Усова "Молодежь и проблемы геологии"** в рамках **Международного конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь и наука – третье тысячелетие"**.

9–12 декабря 1996 г. – I Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр" был посвящен 100-летию



Рис. 8. 1979 год. Председатель Студенческого Совета НИРС Е. Бауэр и член Студенческого Совета НИРС А. Адакаев за подготовкой к Всероссийской студенческой конференции. Помогает им зам. декана ГРФ по НИРС доцент Г.М. Иванова



Рис. 9. 1996 год. Открывает I Международный симпозиум им академика М.А. Усова проректор ТПУ В.Я. Ушаков; председатель симпозиума – декан ГРФ Б.И. Спиридонов



Рис. 10. 1996 год – На открытии I Международного симпозиума им. М.А. Усова, который сопровождался выставкой научных достижений молодежи

основания ТПУ (ТПИ). В нем приняли участие 27 ВУЗов, научных и производственных организаций России и стран СНГ, представители Китая и США. Был проведен круглый стол по теме: «Молодежь. Наука. Проблемы».

С 1996 г. – по настоящее время:

1. Ежегодно издается сборник научных трудов Международного симпозиума студентов и молодых ученых им академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр».
2. Организацию и проведение симпозиумов возглавили преподаватели и сотрудники Института (факультета) – ИПР (ГРФ).
3. В рамках симпозиума проводятся традиционные выставки научных достижений студентов и молодых ученых.
4. В рамках симпозиума проводятся конкурсы на «Лучший научный доклад».
5. Каждый симпозиум посвящается Юбилейным датам ТПУ и ИПР и выдающимся ученым-выпускникам ИПР.

В дальнейшем международный симпозиум развился и приобрел следующие качества:

6. Сборник трудов международного симпозиума им. М.А. Усова входит в базу РИНЦ.
7. Для интересных научных проектов, доложенных на симпозиуме, проводится первый тур федерального конкурса грантов «У.М.Н.И.К.».
8. Ежегодно Международный симпозиум уже на протяжении 10 лет поддерживается Российским фондом фундаментальных исследований.
9. Три последних года лучшие статьи симпозиума публикуются в специальном выпуске журнала, индексируемом Scopus (Великобритания).

7-10 апреля 1997 года – был проведен II Международный научный симпозиум им. академика М. А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр". Увеличивается количество участников симпозиума. Заслушано 302 доклада 337 авторов-представителей ВУЗов, научных и производственных организаций. Подключаются молодые ученые академических институтов Российской академии наук и ее филиалов из 23 городов России и др. стран СНГ, а также представители Норвегии, Сирии, Китая, Марокко.

13–25 апреля 1999 года проводится III Международный научный симпозиум им академика А. М. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", который проходил в рамках российской научно-социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее». Посвящен он был 100-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, бывшего студента, выпускника ГРФ, академика и создателя Казахской академии наук. 1999 год – по решению ЮНЕСКО при организации ООН данный год был объявлен годом академика К. И. Сатпаева. На симпозиуме было заслушано 428 докладов из 34 городов России и стран СНГ. Работало



Рис. 11. 1996 год. Участники I Международного симпозиума им. М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов

одновременно 9 секций и 5 подсекций.



Рис. 12. 1997 год. Награждение лауреатов на закрытии II Международного симпозиума им. М.А Усова

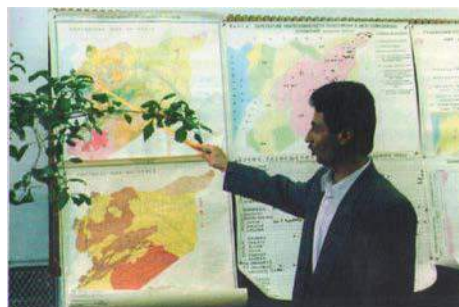


Рис. 13. 1998 год. Муса Кхалаф (Сирия) выступает с докладом на II Международном симпозиуме им. М.А Усова

3-7 апреля 2000 г. был проведен IV Международный научный симпозиум им. академика М. А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию со дня открытия ТПУ. Заслушано 503 доклада 628 авторов из 36 городов России и стран СНГ, а также из Германии, Китая, Судана.



Рис. 14. 1999 год. Вручение наград студентам и молодым ученым за лучшие доклады на III Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова (1999 год). Вручает награду зав. кафедрой БНГС П.С. Чубик (ныне ректор ТПУ) аспиранту А.Ю. Дмитриеву (ныне директор ИПР). В президиуме – зам. декана по НИРС, доцент Г.М. Иванова и декан ГНФ Б.И. Спиридонов



Рис. 15. 2000 год. Работа секции «Палеонтология, стратиграфия и региональная геология» на IV Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова

9 – 13 апреля 2001 года проводится V Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию горно-геологического образования в Сибири. Заслушан 341 доклад 359 авторов. Представлено 140 стендовых докладов. На симпозиум приехали представители 19 городов России и стран СНГ, а также из Германии, Алжира и Китая.



Рис. 16. 2001 год. Закрытие V Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. Награждение лауреатов симпозиума.



Рис. 17. 2002 год. Открывает VI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова директор ИГНД, профессор Кривошеев В.В. В президиуме: проректор по НРиИ, профессор В.А. Власов и зам. директора ИГНД по НИРСиМУ, доцент Г.М. Иванова.

1–5 апреля 2002 года проводится VI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники Л. Л. Халфина и 30-летию проведения молодежных научных конференций имени академика М.А. Усова. Заслушаны 497 докладов 513 авторов из 17 городов России и стран СНГ, а также из Германии и Китая.



Рис. 18. 2002 год. Участники VI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений молодежи ИГНД



Рис. 19. 2002 год. Работа секции «Современная нефтегазопромысловая техника и её совершенствование» на VI Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 20. 2003 год. Заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор С.С. Сулакишин беседует со студентами Санкт-Петербургского государственного горного университета на VII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 21. 2003 год. Работа VII Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова

14 – 18 апреля 2003 года проводится VII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 140-летию со дня рождения лауреата Ленинской премии и Государственной премии СССР академика В. А. Обручева. Заслушаны 621 доклад 642 авторов. Участвовали представители 48 ВУЗов и научных институтов России, в том числе РАН. Участники прибыли из 23 городов России и стран СНГ.

5 – 9 апреля 2004 года состоялся VIII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 400-летию г. Томска. В работе приняли участие 590 авторов и 571 доклад из 49 ВУЗов и НИИ России и стран СНГ, а также из Вьетнама, Кипра и США.



Рис. 22. 2004 год. Открывает VIII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова проректор ТПУ (ныне ректор ТПУ) П.С. Чубик. В президиуме проректор ТПУ по НРИИ В.А. Власов, зам. директора ИГНД по НИРСиМУ Г.М. Иванова и зам. мэра г. Томска



Рис. 23. 2005 год. Работа секции «Геоэкология» на IX Международном симпозиуме им. академика М.А. Усова

11 – 15 апреля 2005 года проходит IX Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 60-летию победы Советского народа над фашизмом в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Заслушаны 586 доклад 598 авторов. Приняли участие 48 ВУЗов и НИИ, а также представители из Вьетнама и Кипра.



Рис. 24. 2005 год. Награждает профессор, заведующий кафедрой БС Евсеев В.Д. лауреатов IX Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова в Международном культурном центре ТПУ

3 – 8 апреля 2006 года состоялся X Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию первого выпуска сибирских инженеров и 100-летию основания ТПУ. Заслушаны 590 доклад 510 авторов из 44 городов России и стран СНГ, а также из Вьетнама и США.

9 – 14 апреля 2007 был проведен XI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 80-летию академика, Президента Международного горного конгресса, Лауреата государственной премии СССР М. И. Шадова. Заслушаны 698 докладов 730 авторов из 38 городов России и стран СНГ, 45 ВУЗов и НИИ, а также из Вьетнама, США, Германии.



Рис. 25. 2006 год. X Международный симпозиум им. академика М.А. Усова открывает директор ИГНД, профессор А.К. Мазуров, в президиуме – проректор ТПУ и Г.М. Иванова, зам. директора ИГНД по НИРСиМУ



Рис. 26. 2006 год. Участники X Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов ИГНД. На первом плане – профессор, Заслуженный деятель науки и техники России В.Г. Лукьянов



Рис. 27. 2006 год. Работа секции «Геология и нефтегазовое дело» на английском языке на X Международном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 28. 2006 год. Закрытие X Международного симпозиума им. академика М.А. Усова в Международном культурном центре ТПУ



Рис. 29. 2007 год. На закрытии XI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова. На первом плане – Почетный профессор ТПУ, Заслуженный деятель науки и техники РФ С.С. Сулакишин



Рис. 30. 2008 год. Ректор ТПУ, профессор Ю.С. Похолков открывает XII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова



Рис. 31. 2008 год. Участники XII Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов в ИГНД (2008 год)



Рис. 32. 2008 год. Выступление с докладом на секции «Геология нефти и газа» на XII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 33. 2008 год. Закрытие XII Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. На первом плане – профессор, Заслуженный геолог России Кучеренко И.В.

14 – 17 апреля 2008 года состоялся XII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 90-летию созданию Сибгеолкома России и 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. Заслушаны 700 докладов 745 авторов. Участвовали 47 ВУЗов и НИИ из 42 городов России и стран СНГ, а также из Венгрии, Чехии, Вьетнама, Германии.



Рис. 34. 2009 год. Ректор ТПУ П.С. Чубик, профессор, Почетный разведчик недр РФ, академик Российской академии естественных наук, открывает XIII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова



Рис. 35. 2009 год. Работа секции «Горное дело» на XII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова. На первом плане профессор Л.А. Саруев, член-корреспондент РАН

6 – 11 апреля 2009 года прошел VIII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня рождения профессора, Лауреата

Государственной премии СССР К.В. Радугина. Заслушаны 698 докладов 758 авторов. Участвовали представители 46 ВУЗов и НИИ, а также РАН из 35 городов России и стран СНГ, а также из Венгрии, Чехии, Вьетнама, Германии, США, Франции.

5 – 9 апреля 2010 года был проведен XIV Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 65-летию Победы Советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Заслушаны 886 докладов 983 авторов. Участвовали представители 50 ВУЗов и НИИ, а также РАН и ее филиалов. Представители дальнего зарубежья – Вьетнама, Чехии, Венгрии, Германии, США, Франции.



Рис. 36. 2010 год. Открытие XIV Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. В президиуме – Заслуженные профессора ТПУ



Рис. 37. 2010 год. Студенты на выставке научных достижений молодежи ИПР. XIV Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова



Рис. 38. 2010 год. Лауреаты секции «Геоэкология» после награждения на XIV Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова. В центре – профессор Л.П. Рихванов, Заслуженный деятель науки и техники РФ



Рис. 39. 2011 год. XV Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова открывает проректор-директор ИПР А.К. Мазуров



Рис. 40. 2011 год. Студенты из Индии Камал Гандра и Виджй Кумар на XV Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова

4 – 8 апреля 2011 года прошел XV Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. Заслушаны 978 докладов 970 авторов из 48 ВУЗов и НИИ из городов России и стран СНГ, а также Индии, Германии, Венгрии, Чехии, Вьетнама, США, Китая, Франции.



Рис. 41. 2011 год. Студентка Зайцева Д.К. – Лауреат XV Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова на секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право», Лучшая студентка ТПУ и Лучший выпускник России по своей специальности.



Рис. 42. 2011 год. Праздничный концерт на закрытии XV Международного симпозиума им. академика М.А. Усова

2–7 апреля 2012 года состоялся юбилейный XVI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники России Л.Л. Халфина и 40-летию научных молодежных симпозиумов академика им. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». Заявлено 989 докладов 1020 авторов из 52 ВУЗов и НИИ и представителей РАН из городов России и стран СНГ, а также из Англии, Индии, Германии, Венгрии, Чехии, США, Франции. Работала 21 секция и круглый стол.



Рис. 43. Награждение лауреатов XVI Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова (2012 г.)



Рис. 44. 2012 год. Лауреаты секции «Месторождения полезных ископаемых. Методика поисков и разведки МПИ». XVI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова. В центре – первый проректор ТПУ А.К. Мазуров

1 – 6 апреля 2013 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся Семнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы.

Заявки для участия в симпозиуме подали 1400 студентов и молодых ученых России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили 1300 докладов, из которых 410 докладов заявили иногородние участники. Это представители дальнего зарубежья - 36 участников из 18 ВУЗов, научных и производственных организаций 16 городов. Страны СНГ представили 64 участника из 32 ВУЗов, научных и производственных организаций 21 города. Россия была представлена 310 иногородними участниками из 80 ВУЗов, научных и производственных организаций, 49 городов. С докладами на английском и немецком языках выступило 100 человек.

Во время работы симпозиума на заседаниях 21 секции и Круглого стола из **1300 представленных докладов** было заслушано **990 докладов**. Стендовых докладов было рассмотрено – **260**. Активное участие в работе симпозиума приняли иногородние участники, которые выступили со **150 докладами**.

Статус участников симпозиума, из представивших **1300 докладов**, следующий: студентов – **832**, аспирантов – **280**, научных сотрудников – **92**, инженеров – **60**, молодых преподавателей – **28**, школьников – **8**.

По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из ВУЗов – **1175**, из РАН – **42**, НАН – **10**, из отраслевых НИИ – **40**, из производственных организаций – **25**, из школ – **8**.

Из **990** заслушанных докладов доклады студентов и магистрантов составили – **760**, доклады аспирантов и молодых ученых – **222** и **8** – школьников. Заседания симпозиума по 21 секции в течение 4-х дней посетило **2050 человек**.

Дальнее зарубежье было представлено **36 докладами из 9 стран**: Германии, Франции, Китая, Великобритании, Италии, Польши, Эквадора, Вьетнама и Монголии.

Ближнее зарубежье (страны СНГ) представили **64 доклада из 8 стран**: из Национальных Академий наук и вузов Украины, Белоруссии, Казахстана, Латвии, Азербайджана, Армении, Узбекистана, Киргизии.



Рис. 45. 2013 г. XVII Международный симпозиум им. академика М.А. Усова открывает директор ИПР А.Ю. Дмитриев, член-корреспондент Западно-Сибирского отделения РАН



Рис. 46. 2013 г. Наталья Владимировна Обручева, внучка академика В.А. Обручева, выступает на открытии XVII Международного симпозиума им. М.А. Усова

7 – 11 апреля 2014 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся Восемнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 115-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР профессора Ф.И. Шахова.

Восемнадцатый Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Заявки для участия в симпозиуме подали **1195 студентов и молодых ученых** России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили **970 докладов**, из которых **293** доклада заявили иногородние участники. Это представители дальнего зарубежья – **32 участника из 16 ВУЗов, научных и производственных организаций 12 городов**. Страны СНГ представили **58 участников из 30 ВУЗов, научных и производственных организаций 20 городов**. Россия была представлена **206 иногородними участниками из 78 ВУЗов, научных и производственных организаций, 48 городов**. Томичи представили **677 докладов**. С докладами на английском и немецком языках выступило **73 человека**.

Во время работы симпозиума на заседаниях 21 секции и Круглого стола, из **970 представленных докладов** было заслушано **827 докладов** (из ТПУ – **677**). Стендовых докладов было рассмотрено – **143**. Активное участие в работе симпозиума приняли **иногородние участники**, которые выступили со **150 докладами**.

Статус участников симпозиума, из представивших **970 докладов**, следующий: студентов – **655**, аспирантов – **180**, научных сотрудников – **82**, инженеров – **30**, молодых преподавателей – **18**, школьников – **5**.

По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из ВУЗов – **607**, из РАН – **22**, НАН – **8**, из отраслевых НИИ – **18**, из производственных организаций – **10**, из школ – **5**.

Из **827** заслушанных докладов (из ТПУ – **677**) доклады студентов и магистрантов составили – **547** (из ТПУ – **490**), доклады аспирантов и молодых ученых – **130** (из ТПУ – **80**) и **5 школьников**. Заседания симпозиума по 21 секции в течение 4-х дней посетило **2010 человек**.

Наибольшее число докладов было представлено на секциях: «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии» – **78 докладов, 89 авторов**; «Современные технологии подготовки освоения и переработки минерального и углеводородного сырья» – **83 доклада, 149 авторов**; «Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья» – **70 докладов, 81 автора**.

Дальнее зарубежье было представлено 32 докладами из 9 стран: Германии, Франции, Китая, Италии, Польши, Эквадора, Ирака, Вьетнама и Монголии.

Ближнее зарубежье (страны СНГ) представили 58 докладов из 9 стран: из Национальных Академий наук и вузов Украины, Белоруссии, Казахстана, Латвии, Азербайджана, Армении, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана.



Рис. 47. 2013 г. Работает секция «Геология, горное и нефтегазовое дело на английском языке».

*XVII Международный симпозиум
им. академика М.А. Усова*



Рис. 48. 2013 г. Лауреато в XVII Международного симпозиума им. академика М.А. Усова награждает профессор, академик РАЕН С.Н. Харламов

6-10 апреля 2015 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся **Девятнадцатый Международный научный симпозиум** имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией.

Девятнадцатый Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Заявки для участия в симпозиуме подали 1250 студентов и молодых ученых России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили 1020 докладов, из которых 262 доклада заявили иногородние участники.

Это представители дальнего зарубежья – 22 участника из 16 ВУЗов, научных и производственных организаций 12 городов. Страны СНГ представили 30 участников из 30 ВУЗов, научных и производственных организаций 15 городов. Россия была представлена 968 участниками, из них 210 иногородними участниками из 78 ВУЗов, научных и производственных организаций 48 городов. Томичи представили 758 докладов (из них ТПУ 710). С докладами на английском и немецком языках выступило 54 человека с 47 докладами.

Во время работы симпозиума на заседаниях 21 секции и Круглого стола, **из 1020 представленных докладов было заслушано 810 докладов** (из ТПУ – 690). Стендовых докладов было рассмотрено – 210. Активное участие в работе симпозиума приняли иногородние участники, которые выступили со 110 докладами.

Статус участников симпозиума, из представивших 1020 докладов, следующий: студентов – 694, аспирантов – 190, научных сотрудников – 80, инженеров – 32, молодых преподавателей – 20, школьников – 4.

По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из ВУЗов – 954, из РАН – 24, НАН – 7, из отраслевых НИИ – 20, из производственных организаций – 11, из школ – 4.

Из 810 заслушанных докладов (из ТПУ – 690) доклады студентов и магистрантов составили – 646 (из ТПУ – 608), доклады аспирантов и молодых ученых – 160 (из ТПУ – 82) и 4 школьников. Заседания симпозиума по 21 секции в течение 4-х дней посетило 1900 человек.

Дальнее зарубежье было представлено 22 докладами из 12 стран: Германии, Великобритании, Нидерландов, Швейцарии, Мексики, Франции, Китая, Италии, Вьетнама, Монголии, Новой Зеландии и Нигерии.

Ближнее зарубежье (страны СНГ) представило 30 докладов из 7 стран: из Национальных Академий наук и вузов Белоруссии, Казахстана, Латвии, Армении, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана.

Сегодня Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» представляет собой крупный научный геологический молодежный Форум, имеющий немалый авторитет в стране.

Уникальность симпозиума состоит в том, что он многопрофильный в науках о Земле и, включая также все, что связано не только с исследованием недр Земли, но и их освоением.

Научные направления 21 секций охватывает сегодня важнейшие проблемы и новейшие достижения стратиграфии, палеонтологии, тектоники, исторической и региональной геологии, кристаллографии, минералогии, геохимии, петрографии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии и инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, геоинформационных систем в науках о Земле, нефтегазопромышленного оборудования, современной техники и технологии разведки месторождений полезных ископаемых, добычи, технологии и техники транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. В следующем году планируем ввести ещё одно

направление «Космогеология». Кроме того, планируется проведение некоторых секций с использованием залов 3-D визуализации с зарубежными участниками.



Рис. 48. 2014 г. XVIII Международный симпозиум и.м. М.А. Усова. Работает секция «Гидрогеология и инженерная геология»



Рис. 49. 2014 г. XVIII Международный научный симпозиум и.м. академика М.А. Усова. Выступает студент на секции «Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений»

Симпозиум проходит по всем фундаментальным и прикладным направлениям геологического профиля. На каждой из научных направлений симпозиума выступают ведущие специалисты и ученые по проблемным вопросам геологии и недр Земли в XXI веке.

Участвуют в симпозиуме лучшие студенты и молодые научные кадры России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещаются достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижений с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

На Международных научных симпозиумах имени академика А.М. Усова традиционно отмечается активное участие молодых ученых из академических институтов РАН и НАН стран СНГ, а также отраслевых научно-исследовательских институтов. Научный уровень многих докладов на всех секциях симпозиумов отмечается как очень высокий, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей. 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 соискание ученых степеней. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Авторы научных работ продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В процессе работы симпозиума на секциях используются современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», проектор Nec-595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видеостена 3D-визуализации, плазменный экран, а также используются для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождаются показом фильмов собственного производства.

Кроме работы секций почти ежегодно последние годы работает «Круглый стол», на котором ведутся дискуссии по наиболее назревшим темам таким, как «Научно-исследовательская работа молодежи в условиях современного образовательного процесса в вузах России: опыт, традиции, новые формы, проблемы, перспективы», «Профессиональная коммуникация и проблемы преподавания профессионального иностранного языка в области природных ресурсов недр Земли» или «Наука Образование. Молодежь. Проблемы. Перспективы» и др.

В день открытия Международных симпозиумов имени академика М.А. Усова традиционно организуются и работают, как правило, три выставки. Такие как – научные достижения студентов и молодых ученых ИПР (ИГНД), а также выставки с историческими материалами, посвященные юбилейным датам института и университета, а также выдающимся ученым – выпускникам ИПР, иногда одна из выставок освещает новейшую литературу по теме наук о Земле.

В период работы симпозиумов для участников организуется интересная культурная программа. Проводятся экскурсии по городу; в Сибирский ботанический сад (в отдел тропической и субтропической растительности); в музей редких и древних книг; в музей истории Томского политехнического университета; в выставочный центр современных научных достижений ТПУ; в музей-кабинет академиков В.А. Обручева и М.А. Усова; в библиотеку Томского политехнического университета; в Центр подготовки магистров в области нефтяного инжиниринга, созданного на базе Эдинбургского университета «Хериот-Ватт» (Великобритания) и Томского политехнического университета, в современное автоматизированное ядерно-аналитическое лабораторно-аналитическим центром. Гости симпозиума знакомятся с учебными корпусами и лабораториями ИПР ТПУ, с инновационными научно-образовательными центрами ИПР («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), оснащенными новейшим современным оборудованием на уровне мировых стандартов; с

минералогическим и палеонтологическим музеями Томского политехнического университета; с научно-исследовательским ядерным реактором ТПУ и т.д. Для гостей демонстрируется фильм об истории, традициях и научных достижениях ИПР ТПУ.



Рис. 50. 2015 г. Награждение Лауреатов XIX Международного симпозиума им. М.А. Усова. Лауреатов поздравляет директор ИПР А.Ю. Дмитриев



Рис. 51. 2015 г. Лауреаты секции «Геология нефти и газа» XIX Международного симпозиума им. М.А. Усова

В период работы симпозиума на каждой секции работают конкурсные комиссии, которые определяют лауреатов лучших научных работ по каждому из своих направлений. Все победители награждаются дипломами и ценными призами, всем участникам вручаются сертификаты и сувениры.

Награждения лауреатов проходят, как правило, в торжественной и праздничной обстановке в Международном культурном центре Томского политехнического университета. Для участников симпозиума дается праздничный концерт.

Главными рабочими языками на симпозиуме являются русский, английский и немецкий. Поскольку часть докладов участниками делается на английском и немецком языках, то для них работают специальные секции «Геология и нефтегазовое дело», на которых бывает представлено до 120 докладов. На открытии данной секции в этом году выступил представитель Британского Совета – Harriot-Watt University.

В рамках Международных научных симпозиумов им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения» последних лет проводится Федеральный молодежный конкурс «У.М.Н.И.К.», молодежный научно-инновационный конкурс грантов на научные исследования в размере 400 тыс. руб. на 2 года.

По итогам работы симпозиумов ежегодно издается сборник научных трудов симпозиума, компьютерная копия которого в виде CD-диска выдается участникам симпозиума. Объем сборника издается в виде монографии и составляет, как правило, 1300-1500 страниц (усл. печ. листов - 120.50, размер шрифта Times New Roman 9) в двух томах, тиражом – 300 экземпляров, в твердом переплете с глянцево-коркой.

Электронная версия сборника трудов выставляется на сайте <http://usovma.tpu.ru>.

Симпозиум, его ход, содержание и значимость широко освещается в средствах массовой информации (на областном телевидении, в журнале «Недра Сибири», в областной печати, в газете ТПУ «За кадры» и т.д.) и имеет высокие отзывы от участников и научных сообществ различных городов.

Последние 10 лет, Международные научные симпозиумы им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» осуществляются при информационной поддержке образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

Сборник трудов Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» входит в базу РИНЦ, лучшие статьи публикуются в специальном выпуске журнала, индексируемом Scopus (Великобритания), а также в журнале «Известия ТПУ» ВАК. Интересные проекты, доложенные на симпозиуме, рекомендуются для участия в Федеральном конкурсе грантов «У.М.Н.И.К.».

Надеемся, что полувековая прекрасная традиция Института природных ресурсов Томского политехнического университетов в дальнейшем не исчезнет и будет продолжаться дальше.

**ТРАДИЦИИ, ЗАЛОЖЕННЫЕ В.А. ОБРУЧЕВЫМ В ПОДГОТОВКЕ
ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ, УСПЕШНО РАЗВИВАЮТСЯ
В ИНСТИТУТЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.**

(К 120-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Г.М. Иванова, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия



**Фото 1. Академик В.А. Обручев –
основатель горно-геологического
образования в ТПИ (ТПУ) и Сибири**

Сегодня, в XXI веке, как и в прошлом столетии, наука и образование являются одной из наиболее эффективных производительных сил общества и ускорителем его социально-экономического развития и прогресса. Это выдвинуло повышенные требования к подготовке специалистов в сегодняшних жестких условиях конкуренции на мировом рынке интеллектуального труда.

Методом реализации столь сложной задачи всегда являлся и является НИРС и УИРС как важнейшая основа учебно-научно-воспитательного процесса, дающая возможность успешного внедрения развивающих технологий обучения. Они включают в себя создание в процессе обучения условий для раскрытия и реализации личностных творческих способностей молодежи, обучение студентов методологии научных исследований и эксперимента, формирование и развития у обучающегося способности к быстрой адаптации в сегодняшних изменяющихся условиях, приложения своих знаний и умений и поддержания научно-конструкторско-изобретательской деятельности. Осуществить это можно тогда, когда учебно-научно-воспитательный процесс будет построен таким образом, что студенту (обучаемому) предоставляется возможность творить самому в процессе обучения. Наиболее эффективно это достигается, когда студент включается в творческий процесс научно-исследовательского коллектива. Большую роль при этом играет бережная индивидуальная работа со студентами педагога-творца.

Подобная система воспитания творческой личности складывалась и развивалась в Институте природных ресурсов (ранее ИГФ, ГРФ и ИГНД) годами и является одной из лучших традиций ИПР, бережно сохраняемой и развивающейся и по сей день. Истоки такой системы воспитания идут от основателей факультета (сейчас Института) – талантливых педагогов, ученых-академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. Примером может служить сам В.А. Обручев, который нашел и воспитал, как своих сыновей, талантливого ученика М.А. Усова, выпускника первого выпуска горных инженеров в Сибири, ставшим первым из сибиряков академиком, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири. Примером служит и сам М.А. Усов, который, подобно В.А. Обручеву, нашел в степях одаренного казахского юношу – К.И. Сатпаева, растил и учил его, как сына. М.А. Усов брал его с собой в экспедиции, чем и сыграл огромную роль в судьбе будущего академика К.И. Сатпаева – основателя Академии Наук Казахстана. Такое бережное отношение к одаренной молодежи было воспитано и у других учеников М.А. Усова. С 1984 г. в ИПР существует Фонд наследия профессора К.В. Радугина – ученика М.А. Усова, лауреата Сталинской и Государственной премий. К.В. Радугин в завещании после своей смерти передал все свои личные денежные сбережения талантливой молодежи ИПР для поощрения их творческой научной деятельности. Эта связь поколений не прекращается в ИПР уже более 120 лет. Пройдя научную школу в Институте (факультете) и впитав его традиции, его лучшие выпускники, как правило, не прерывают связь с ИПР и учителями, становясь проводниками научных идей сибирской геологической школы, основанной академиками В.А. Обручевым и М.А. Усовым, и помогая в дальнейшем родному институту и вузу.

Учебно-научно-воспитательный процесс, заложенный основателями ИПР, продолжается. Так, из 35 тыс. выпускников института более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 250 – докторами и более 1600 – кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии наук, 5 Героев социалистического труда. ИПР дал стране и миру выдающихся ученых и организаторов геологической службы и горнодобывающей промышленности СССР и России – это В.А. Обручев и М.А. Усов, Ю.А. Кузнецов и К.И. Сатпаев, Н.Н. Урванцев и М.К. Коровин, П.П. Гудков, Ф.Н. Шахов и др.

Каждый этап в истории развития ИПР укреплял эти добрые традиции, развивая их в соответствии с задачами и требованиями, которые ставили время и научно-технический прогресс, продолжая готовить высокопрофессиональных специалистов и по сей день.

Традиции НИРС и УИРС были заложены еще в дореволюционный период, когда все студенты Томского технологического института и Горного факультета должны были выполнять, кроме обычного дипломного проекта, еще и научно-исследовательскую дипломную работу, в основе которой лежали научные исследования автора. Первый научный кружок в ТПУ возник на горном факультете в 1909 году. Руководил им В.А. Обручев. В этом кружке, еще студентом, занимался выдающийся ученый, основатель Сибирской школы геологов, будущий академик М.А. Усов. В 30-х годах при поддержке М.А. Усова на факультете создается



Фото 2. 1976 г. Руководитель НИРС ГРФ (ИПР) доцент Г.М.Иванова с членами Студенческого Совета НИРС - студентами группы 2311 А.Черезовым и К. Старыгиным (1976 г.). В настоящее время А.Черезов – кандидат геолого-минералогических наук, руководитель отдела Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН

объединений лежит единство научных школ института, научных академических институтов и производства.

На факультете традиционно всегда были тесно взаимосвязаны наука и учебный процесс. Учебно-исследовательскую работу студентов, введенную в учебную программу, впервые в ТПУ начал практиковать профессор ГРФ ТПИ Л.Л. Халфин. В 1942 году на занятиях по палеонтологии студенты получали индивидуальные научные задания. По расписанию на эти занятия отводилось до 30 часов учебного времени. Таков был первый опыт введения НИРС в учебный процесс в вузах Сибири и Дальнего Востока. Позднее лабораторные практикумы с элементами научных исследований получили широкое развитие. Особенно на ГРФ удачно сочетались научные и учебные занятия во время летних полевых геологических практик. Дипломные и курсовые работы, выполненные студентами по материалам, собранным на производстве или в исследовательских экспедициях, имели уже реальную научную и практическую значимость, также как это делалось при В.А. Обручеве и М.А. Усове, которые постоянно брали с собой в экспедиции студентов. Профессор С.С. Сулакшин впервые в ТПУ ввел курс «Основы научных исследований» на кафедре техники разведки в 1966-1967 гг. (разработчик курса доцент В.П. Рожков). Данный курс, а также курс «Основы научного эксперимента» (разработчик – профессор П.С. Чубик, ныне ректор ТПУ), получили развитие почти на всех кафедрах факультета в университете в советское время. В настоящее время такие курсы успешно ведутся на кафедрах бурения скважин, кафедре геохимии и геоэкологии, гидрогеологии и инженерной геологии и др. Данные лекционные курсы сопровождаются практикумами и лабораторными занятиями научно-исследовательского характера и методически обеспечены.

К началу 50-х годов на факультете сформировалась стройная система организации НИРС. Появились студенческие и преподавательские Советы НИРС, занимающиеся организацией научно-исследовательской работы студентов. В настоящее время в соответствии с новыми требованиями в ИПР организован и работает отдел по организации НИРС студентов и молодых ученых (до 35 лет). Теперь он назван Центром научной карьеры. Сегодня наиболее тесно осуществляется связь кафедр с академическими и отраслевыми научными институтами. Многие студенты сейчас исполняют обязанности инженеров-исследователей, лаборантов в научных учреждениях, совмещая учебу и научную деятельность. Уже с 70-х годов регулярно проводились конкурсы по НИРС и олимпиады различного уровня по геологическим дисциплинам и специальностям. На ГРФ (ИПР) была разработана и введена система оценки работы кафедр по НИРС. Проводился конкурс на лучшую кафедру по НИРС, лучшую учебную группу по НИРС, лучшее научное студенческое объединение (СКБ, СНИЛ, СНО, СНК и др.), лучшего научного руководителя студентов, лучшего студента по НИРС, которому присваивалось

научно-техническое общество. В 30-40-х годах педагоги факультета уделяли большое внимание индивидуальной работе с одаренной молодежью, привлекая ее к научной деятельности, в этот период работало несколько научных студенческих кружков и объединений.

В дальнейшем, особенно в 70-х годах, на факультете активно работали научные кружки и появились первые молодежные научные объединения, студенческие конструкторские бюро (СКБ), студенческие научно-исследовательские лаборатории (СНИЛ). Постепенно с годами они развивались и изменялись, совершенствовались. На основе многолетнего опыта и традиций НИРС в ИПР сегодня мы имеем действующие молодежные студенческие научные объединения, более разнообразие и сложные по структуре организации, чем прежние, появились в современных условиях и многочисленные малые научно-производственные предприятия, организованные и возглавляемые самими студентами. В некоторые года их количество достигало 14. В основе таких научных молодежных



Фото 3. 1976 г. Открытие Всесоюзной научной студенческой конференции в 1976 г. на базе ГРФ ТПИ. Выступает зам. декана по НИРС доцент Г.М.Иванова. В президиуме (слева направо) – председатель Студенческого Совета НИРС студент гр. 2620 Е.Г.Язиков (ныне профессор, зав. кафедрой ГЭГХ ИПР ТПУ); Лауреат медали Академии наук СССР студент гр. 2360 В.В.Хитров (ныне крупнейший специалист по морской геологии Дальнево-сточных морей России); Заслуженный деятель науки и техники, профессор Д.С. Миков, основатель Сибирской геофизической школы.



Фото 4. 2003 г. Студенты ВУУЛ – Лауреаты конкурса на звание «Лучший студент ТПУ – 2003». Слева направо: студентки О.В.Лысова, О.Е.Петрова (Лепокурова), А.В.Таловская; научный руководитель, доцент Ю.Г.Копылова, первый проректор ТПУ, профессор П.С.Чубик (ныне – ректор ТПУ) и руководитель НИРС и МУ ИГНД (ИПР) Г.М.Иванова на ректорском приеме.

преподавателей и научных сотрудников факультета. С 1971-1972 годов года на факультете стала ежегодно проводиться межвузовская научная студенческая конференция, которая в 1974 года получила статус Всероссийской, а с 1976 года – Всесоюзной. Конференции, а затем симпозиумы получили имя академика М.А. Усова. Благодаря этому ИПР установил тесные связи со всеми геологическими вузами страны. Последние 20 лет труды участников конференций публикуются в специальных сборниках. В 1996 году на базе ИПР был организован первый в стране Международный научный симпозиум «Молодежь и проблемы геологии» в рамках Международного научного конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука – третье тысячелетие». Организация и проведение ежегодных теперь уже Международных научных молодежных симпозиумов «Проблемы геологии и освоения недр» явились новой традицией института. Подобные научные симпозиумы ИПР проводит ежегодно. В 2006 г. был проведен юбилейный X Международный молодежный научный симпозиум имени академика М.А. Усова. В 2013 году традиционный XVII Международный симпозиум был посвящен 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М.А. Усова. В этом году мы отмечаем 20-летний юбилей Международного научного молодежного симпозиума им. М.А. Усова и 45-летний юбилей проведения Усовских научных молодежных конференций. В таких научных форумах принимают участие до 1400 молодых ученых и лучших студентов России, стран СНГ, и представителей дальнего зарубежья – США, Германии, Великобритании, Китая и других.

Еще одна традиция 70-х – ежегодное проведение Дня науки, которому посвящались выставки научных достижений студентов, проводился торжественный общефакультетский вечер, на котором подводились итоги и достижения НИРС за год, награждались за НИР лучшие студенты и научные руководители. Сегодня такие праздники проводятся также при подведении итогов Всероссийских и университетских профессиональных олимпиад, на которых награждаются лучшие студенты в своей профессии.

В начале 90-х годов родилась новая замечательная традиция – были учреждены именные стипендии и премии в честь выдающихся ученых – сотрудников института (факультета), которые выплачиваются студентам за отличную учебу и успешную научную работу. Это премии имени академика В.А. Обручева, имени академика М.А. Усова и имени профессора М.К. Коровина, а также ряд различных спонсорских стипендий. С 2012 года стали выплачиваться стипендии

звание «Отличник НИРС». В настоящее время эта система взята на вооружение в ТПУ, где ежегодно проводятся конкурсы на звание «Лучший студент года в ТПУ», проводятся конкурсы на лучшего научного руководителя ТПУ и лучшее подразделение по НИРС в ТПУ. В этих конкурсах ИПР уже на протяжении десятков лет занимает первые места. К сожалению, в последние года он теряет свою значимость.

На факультете в 70-х годах была введена новая традиция – организация и проведение ежегодных межвузовских, затем Всесоюзных и, наконец, Международных научных студенческих конференций, которые сыграли и продолжают играть большую роль в развитии НИРС, популяризации престижа научной деятельности среди молодежи, подготовке высококвалифицированных специалистов и воспитании творческой личности.

Первая научная студенческая конференция на факультете была проведена в 1946 году, но она в 40-50-е годы не была ежегодной. В 50-60-е годы студенты выступали, в основном, с научными сообщениями на научных конференциях



Фото 5. 2007 г. Магистрант ИПР А.В. Кокорин – создатель и директор научно-производственного предприятия ООО «Нефтьинвент», на награждении дипломом Международной выставки «Нефть. Газ. Геология. – 2007» А.В. Кокорин – лучший выпускник мира 2008 г. по своей специальности. Ныне он - генеральный директор завода «Современная техника» (г. Москва)



Фото 6. 2010 г. Лауреаты звания «Лучшие выпускники России по специальностям» – выпускники ИПР ТПУ после вручения наград (г. Санкт-Петербург)

поддержка студенческой науки. Именно денежные фонды наследия профессора К.В. Радугина и профессора А.В. Аксарина сыграли положительную роль в наиболее трудный период для института. В настоящее время студенты, аспиранты и молодые ученые ИПР активно участвуют в конкурсах грантов различного уровня на проведение научно-исследовательских работ и выигрывают их. Ежегодно студенты ИПР зарабатывают от 10 до 20 млн. рублей.

Новой традицией в молодежной науке ИПР стало развитие интенсивных международных связей в научном направлении.

Еще важной традицией НИРС в ИПР (ИГНД, ГРФ) является то, что способные и одаренные студенты вовлекаются, как правило, в решение наиболее актуальных научных проблем и работают вместе с научными сотрудниками по научным программам Минвуза СССР, Минвуза РСФСР, РФ, грантам, программам Всесоюзным, федеральным, региональным, областным, таким как, например, «Охрана окружающей среды», «Нефть и газ Западной Сибири» и др.

В первые годы нового столетия стало активно развиваться олимпиадное движение. Участие студентов ИПР во Всероссийских и университетских олимпиадах по учебным дисциплинам и специальностям стало новой традицией ИПР. В настоящее время в ИПР ежегодно проводится 30 университетских профессиональных олимпиад и 10 Всероссийских олимпиад по разным геологическим специальностям. Среди многочисленных победителей студенческих олимпиад ежегодно много студентов ИПР. Все они очень талантливые молодые люди. В дальнейшем все они подтвердили свой высокий интеллектуальный потенциал и прекрасную профессиональную подготовку.

Занимаясь в студенческие годы научной конструкторской деятельностью, студенты ИПР почти ежегодно продолжают получать авторские свидетельства, патенты, лицензии на изобретения и полезную модель, как в советское время, так и в сегодняшнее время.

Кроме конкурсов, студенты ИПР всегда активно участвовали в выставках научно-технического творчества молодежи, на которых они получили не одну награду, в том числе медали. Они участвовали в Международных, Всесоюзных и Всероссийских выставках в Москве, ранее на ВДНХ, теперь на выставках «Научно-техническое творчество молодежи» (Москва) и др.

Президента РФ и Правительства РФ. Все эти премии лучшие студенты могут получить лишь после победы в открытом конкурсе.

На протяжении многолетнего опыта НИРС в ИПР удалось создать систему отбора талантливой молодежи и воспитания творческой личности, которая функционирует и эффективно действует и в настоящее время, что является большим достижением института. Эта система включает в себя на первом этапе – поиск и отбор способной, талантливой молодежи еще в школьный период через МНО, СНИЛ, кружки и на первых курсах обучения в студенчестве. Затем ведется постоянная большая индивидуальная работа педагога с одаренной молодежью, начиная с первого курса обучения до последнего, вплоть до выпуска его в самостоятельную профессиональную деятельность. Истоки такого наставничества идут еще от основателей факультета.

С 80-х годов по настоящее время при ИПР успешно работает школа «Юный геолог» среди школьников нашего города. Они являются потенциальными лучшими абитуриентами института и сегодня.

В 1991-1996 гг. в условиях тяжелого финансово-экономического положения в стране на факультете был создан фонд поддержки НИРС. Именные фонды также были созданы и на некоторых кафедрах, из средств которых стала осуществляться



Фото 7. 2012 г. Вручение Медали и диплома Российской Академии Наук за лучшую НИР Покровскому В.Д., студенту ИПР Президентом РАН (2012 г.). Покровский В.Д. – победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» и конкурса «Лучший студент ТПУ». В настоящее время к.г.-м.н., ассистент ИПР ТПУ.

Традиции НИРС, заложенные нашими учителями В.А. Обручевым и М.А. Усовым, передаваемые из поколения в поколение на ИПР на протяжении более столетия, подтверждаются высокими наградами лучших студентов института на протяжении многих лет и профессиональными достижениями выпускников.

Это медали и дипломы Минобразования СССР и АН СССР за лучшие научные работы студентов. С 1999-2001 гг. стало проводиться много персональных конкурсов для одаренной молодежи, причем разного возрастного уровня и степени профессиональной подготовки. Это конкурс НИР студентов на звание дипломанта Медали и премии Российской Академии наук, Всероссийские конкурсы на лучшую НИР студентов, международные и всероссийские конкурсы – на звание лауреата стипендии им. академика В.И. Вернадского, Евро-Азиатского геофизического общества, Всероссийские конкурсы выпускных квалификационных работ студентов, Всероссийские и университетские профессиональные олимпиады. Уже несколько лет проводится конкурс на звание «Лучший выпускник России» и «Лучший выпускник Мира» для выпускников вузов, готовящих специалистов минерально-сырьевого комплекса. С 2008 г. по 2012 г. проводился ежегодный Международный конкурс студентов на звание «Золотой резерв нефтегаза РФ», организованный нефтегазовыми компаниями России. И на всех этих конкурсах наши студенты и выпускники выигрывают, что свидетельствует об их высокой профессиональной подготовке. В этом году отлично выступили наши студенты на Международном молодежном форуме «Арктика. Сделано в России» (г. Москва).

Каждый год лучшие студенты ИПР уже на протяжении десятков лет получают эти высокие награды. **Многие награды студентов ИПР являются уникальными и не имеют аналогов в ТПУ и других вузах Сибири. К ним относятся медали АН СССР и медали РАН за лучшие научные работы. Восемь студентов ИПР (ИГНД) получили такие высокие награды.**

Победителями Международного конкурса «Лучший выпускник Мира» по своей специальности стали 8 студентов ИПР, конкурса «Лучший выпускник России» среди выпускников вузов минерально-сырьевого комплекса по своим специальностям, который стал проводиться с 2004 г., стали 40 студентов ИПР. Других престижных наград федерального уровня за 45 лет удостоены 440 студентов ИПР.

Ежегодно с 1999 года в ТПУ проводится университетский конкурс на звание «Лучший студент ТПУ», в котором из 24 тыс. студентов, обучающихся в ТПУ, выбираются самые лучшие. Победителями этого конкурса становятся «круглые» отличники на протяжении всех лет учебы в ТПУ, имеющие высокие достижения по научной работе, владеющие в совершенстве иностранными языками и т.д. Ежегодно по итогам этого конкурса в двадцатку лучших студентов ТПУ попадает от 5 до 8 студентов ИПР.

В период с 1970 по 1988 гг., когда студенческий Совет НИРС выполнял всю основную работу по организации НИРС на факультете, большую роль сыграли студенты-организаторы НИРС – председатели студенческого Совета НИРС. Научной работой студентов, а теперь и молодых ученых (до 35 лет) в ИПР с 1968 г. и по настоящее время с небольшими перерывами руководит доцент Г.М. Иванова.

В ИПР, таким образом, выросли и работают прекрасные организаторы НИРС и научные руководители талантливой молодежи. Часть из них, за свою большой значимости деятельности в деле воспитания научных кадров и творческих высококвалифицированных шестеро специалистов награждены Почетными знаками Минвуза СССР и РФ, Всесоюзного совета научно-технических обществ СССР. Дипломами Минвуза РФ за руководство научной работой студентов награждены: 32 наших сотрудника.

Положительный опыт организации НИРС в ИПР изучался, методически обобщен и получил широкое распространение в ТПУ и в ряде вузов страны. Методы и формы организации НИРС на ИГНД (ГРФ) не раз демонстрировались на Всесоюзных научно-методических конференциях, на ВДНХ СССР, а в 1986 году с опытом ГРФ ТПУ по успешному сочетанию учебно-воспитательного процесса и научных исследований в подготовке высококлассных специалистов познакомили участников научно-методического семинара на ВДНХ СССР. Здесь же был рассмотрен вклад высших учебных заведений Сибири и Дальнего Востока в решение комплексно-целевых программ развития регионов, в том числе в развитии высшего образования в стране на основе единства научных исследований, учебного процесса и производства. В 1985 году на базе ТПИ была проведена Всесоюзная научно-методическая конференция по проблемам внедрения комплексных планов НИРС и УИРС в вузах СССР.

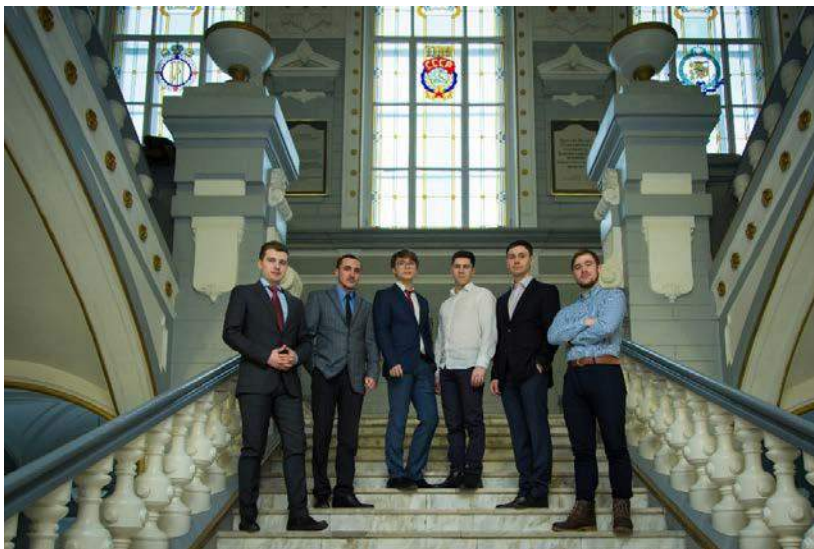


Фото 8. 2016 г. Команда ИПР ТПУ, отлично выступившая на II Международном Форуме «Арктика. Сделано в России» (г. Москва)

На конференции демонстрировался передовой опыт ТПУ, в том числе геологоразведочного факультета ТПИ по развитию, организации и реализации НИРС и УИРС в вузах страны. В 1986 году был организован научно-методический семинар на ВДНХ СССР «Повышение качества подготовки специалистов на основе комплексной системы НИРС (системы единства учебно-воспитательного процесса и научных исследований). На семинаре были рассмотрены важнейшие проблемы совершенствования высшего образования, где участники познакомились с передовым опытом лучших вузов страны, в том числе с опытом ТПУ. В настоящее время более чем столетний опыт организации НИРС и УИРС методически обобщен и используется и развивается не только в нашем университете, но и в других вузах страны.

За более чем столетие в институте сменялось не одно поколение студентов, прошедших школу НИРС. Здесь были подготовлены научные и преподавательские кадры вузов и научных учреждений страны, организаторы науки различного уровня и высокопрофессиональные инженеры. Бывшие ученики стали учителями, и теперь уже они продолжают дело своих учителей, развивая Сибирскую геологическую школу и ее традиции.

Достижением ИПР, безусловно, является создание уникального научно-педагогического коллектива, преданного своему главному предназначению – подготовке творческих высококвалифицированных специалистов, формирование коллектива, убежденного, что НИРС и УИРС – это основа воспитания творческих высокопрофессиональных научных и инженерных кадров, соответствующих современному уровню науки и техники.

К сожалению, в последние годы в новых условиях реформирования высшего и среднего образования в стране, которое проводится и в ТПУ, приходится с трудом сохранять то лучшее, что было заложено основателями и развито их учениками за 120-летний период инженерного геологического образования в Сибири.

Секция 1

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

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕВОНСКИХ РИФОГЕННЫХ МАССИВОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ (КАРЬЕР «КАМЕНЬ» И КАРЬЕР «ПОДЛОМСК»)

Д.М. Бетчанов, Е.С. Водина

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью настоящих исследований стало детальное изучение рифогенных пород, вскрытых карьерами «Камень» и «Подломск». Карьер «Камень» расположен в 50 км на юго-востоке от г. Томск на р. Щербак, а карьер «Подломск» находится в 20 км к северо-западу от него [2]. Породы относятся к митрофановской свите и по фауне кораллов, мшанок и брахиопод имеют живетский возраст среднего девона. Этими отложениями начинается разрез сложнодислоцированных палеозойских пород Колывань-Томской складчатой зоны, входящей в состав Алтае-Саянской складчатой области.

Для карьера «Камень» петрографические исследования позволили выделить три основные группы известняков: баундстоуны (рис. 1), пакстоуны (рис. 2), мадстоуны (рис. 3) [3]. Более 90% пород сложено кальцитом, к участкам битуминизации приурочены единичные зерна доломита и кремнистых минералов (халцедона и кварца). Породы, вскрытые карьером «Камень», представляют собой центральную часть рифа. Риф образован преимущественно кораллами и мшанками, а также в рифообразовании принимали участие брахиоподы, серпулиды и водоросли. К рифообразующим организмам карьера «Камень» относятся четырехлучевые кораллы – палеозойские одиночные и колониальные животные с известковым скелетом.

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.

Карьер «Камень»



Рис. 1. Известняк биогермный (баундстоун)



Рис. 2. Известняк микритовый пеллоидный (пакстоун)



Рис. 3. Известняк слойчатый (мадстоун)

Карьер «Подломск»



Рис. 4. Известняки биогермные (баундстоун)



Рис. 5. Известняки органогенные глинистые (мадстоун)



Рис. 6. Известняки мраморизованные, кремненные

Карбонатные породы карьера «Подломск» представлены следующими разновидностями: известняки биогермные (баундстоуны) с многочисленными микростилолитами и участками перекристаллизации (рис. 4);

известняки органогенные глинистые (мадстоун) с участками перекристаллизации и микростилолитами (рис. 5); известняки мраморизованные, окремненные (рис. 6). Все разновидности характеризуются преимущественно кальцитовым составом, на отдельных участках подвергнуты катагенетическим преобразованиям: перекристаллизации, растворению под давлением, доломитизации и окремнению [4].

В органогенных известняках первой разновидности преобладают кораллы рода *Thamnoroga*. Они слагают колонии цилиндрической формы, кораллиты в осевой части расположены вертикально, в периферии расходятся. В породах второй разновидности кроме кораллов отмечаются остатки мшанок.

Во всех разновидностях в ультрафиолетовом свете обнаружено небольшое количество битуминозного вещества, приуроченного к зонам разуплотнения в породах: к внутренней структуре кораллитов, к катагенетическим трещинкам и микростилолитовым швам. Наибольшее количество битумоидов обнаружено в коралловых известняках. Состав битумоидов варьирует от смолистого до смолисто-асфальтенового, легких битумоидов не обнаружено, очевидно, они эмигрировали из пород в более высокие горизонты.

Карьером «Подломск», очевидно, вскрыта периферийная часть рифа, о чем свидетельствует: а) относительно «чистый» химический состав пород, обусловленный гидродинамическими условиями формирования органогенной постройки; б) выделенными петротипами (баундстоун и мадстоун); в) однообразным видовым составом кораллов.

Карьер «Камень», по-видимому, вскрыл центральную часть рифа, что подтверждается: а) выделенным петротипами; б) более высоким процентным содержанием глинистых минералов в породах; в) большим таксономическим разнообразием беспозвоночных животных, слагающих рифогенный массив [1].

Карбонатные породы, вскрытые карьерами, подвергались тектоническим дислокациям. К зонам разуплотнения и трещиноватости приурочены битумоиды смолисто-асфальтенового состава, вокруг которых отмечаются ореолы более легких битумоидов (рис. 7), что свидетельствует о миграции из трещин в породы. Очевидно, поступление углеводородов было неоднократным. Среди всех литологических разновидностей, наибольшее количество битумоидов установлено в биогермных известняках (баундстоун). Однако, высокая степень эродированности территории не позволила сохраниться залежам углеводородов.

На отдельных участках рифа сохранились карманообразные коры выветривания, представленные преимущественно оксидами и гидроксидами железа, образующими нередко округлые желваки с зональным строением, внутренние части которых либо полые, либо заполнены черными, твердыми битумами типа керитов, что также подтверждает неоднократное поступление битуминозного вещества (рис. 8).

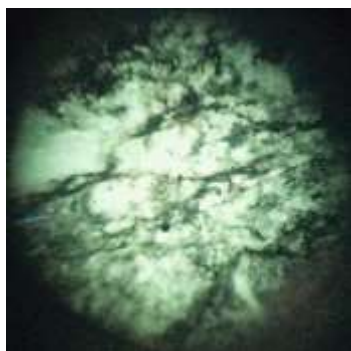


Рис. 7. Миграция из трещин в породы (увеличение в 62 раза)



Рис. 8. Выделения твердого битума в центральной части лимонитового желвака из коры выветривания

Таким образом, северо-восток Колывань-Томской складчатой зоны в среднем девоне представлял собой мелководный нормально-соленый морской бассейн, в котором шло формирование рифогенных массивов, породы которых могли бы служить коллекторами для углеводорода при сохранении надежных покрывшек.

Литература

1. Бойко Н.И. Об особенностях биогермного породообразования: Геохимия литогенеза: Материалы Российского совещания с международным участием: Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН. – 2014. – С. 171 – 172.
2. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Издательство Томского политехнического университета. – 2009. – С. 84.
3. Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. Том I: Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2015. – С. 49 – 50.
4. Япаскерт О.В. Стадиальный анализ литогенеза: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ. – 1994. – 142 с.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МААСТРИХТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ САМАРСКОЙ
ОБЛАСТИ

А.О. Вязовкина, Е.О. Вязовкина

Научный руководитель старший преподаватель М.П.Бортников
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В Самарской области мезозойские образования наиболее распространены на правобережье реки Волги на Приволжской возвышенности. Приволжская возвышенность большей частью сложена мезо-кайнозойскими осадками, в том числе маастрихтскими отложениями, представленными белым пясчым мелом с прослоями мелоподобных мергелей и залегающими под образованиями палеогена [5]. В тектоническом отношении район работ находится в пределах Ставропольской депрессии Мелекесской впадины.

Стратиграфически меловые толщи расчленяются на основе макрофауны - аммонитов и белемнитов. В последнее время стратификация этих отложений проводится по микрофаунистическим комплексам фораминифер.

В процессе полевых работ вблизи поселков Ивашевка и Новоселки в Сызранском районе были отобраны пробы для исследования микрофауны. В результате исследований были найдены: фораминиферы, моллюски, иглокожие и остракоды (рисунок). Среди многочисленных находок микрофауны фораминиферы (Foraminifera) являются самыми значительными.

В результате работы предварительно определены представители следующих видов: *Recurvoidella sewellensis* (Olsson) *parvus* (Belousova), *Cribrostomoides trinitalensis* Cushman et Jarvis subsp. *sibiricus* Podobina, *Cribrostomoides cretaceus* Cushman et Goudkoff subsp. *exploratus* Podobina, *Recurvoides memorandus* (Podobina), *Gaudryina retusa* (Cushman), *Nodosaria lepidula* (Schwag), *Astacolus elatus* (Podobina), *Lenticulina tatarsiensis* (Mjatljuk), *Gyroidinoides turgidus* (Hagenow), *Cibicides gankinoensis* (Neckaja), *Stensiöina gracilis* (Marsson) subsp. *Stellaria* (Vassilenko), *Pyramidina curvisuturata* (Brotzen).

Руководящий комплекс представлен следующими видами: *Orbignyna sacheri* (Reuss) - при определении используется в комплексе фораминифер кампана, нижнего и верхнего маастрихта; *Spiroplectamina suturalis* (Kalinin) - при определении используется в комплексе фораминифер кампана, нижнего и верхнего маастрихта; *Cibicoides voltzianus* (Orbigny) - при определении используется в комплексе фораминифер от зоны *Brotzenella praeacuta* до зоны *Brotzenella complanata*; *Bolivina incrassata crassa* (Vass) - при определении используется в комплексе фораминифер от зоны *Hanzawaia ekblomi* до зоны *Brotzenella complanata* [7].



Рисунок. Изученный комплекс микрофауны

1-Mollusca, *Chlamys* sp.; 2- Echinodermata, *Echinoidea* sp.; 3 - Ostracoda, *Cytherellida* sp.; 4-23- foraminifera: 4- *Recurvoidella sewellensis* (Olsson) *parvus* (Belousova); 5 - *Cribrostomoides trinitalensis* Cushman et Jarvis subsp. *sibiricus* Podobina; 6 - *Cribrostomoides cretaceus* Cushman et Goudkoff subsp. *exploratus* Podobina; 7 - *Recurvoides memorandus* (Podobina); 8 - *Gaudryina retusa* (Cushman); 9, 10 - *Nodosaria* sp.; 11, 12 - *Flabellina* sp.; 13 - *Nodosaria lepidula* (Schwag); 14 - *Astacolus elatus* (Podobina); 15 - *Lenticulina tatarsiensis* (Mjatljuk); 16 - *Gyroidinoides turgidus* (Hagenow); 17 - *Cibicides gankinoensis* (Neckaja); 18 - *Stensiöina gracilis* (Marsson) subsp. *Stellaria* (Vassilenko); 19 - *Pyramidina curvisuturata* (Brotzen); 20 - *Orbignyna sacheri* (Reuss); 21 - *Spiroplectamina suturalis* (Kalinin); 22 - *Cibicoides voltzianus* (Orbigny); 23 - *Bolivina incrassata crassa* (Vass).

В результате анализа литературных источников составлена схема сопоставления фаунистических зон маастрихтского яруса по данным разных авторов [1-7]. Выявлены руководящие формы и установлено, что изученный комплекс фораминифер характерен для маастрихтского яруса. Находка вида *Cibicides voltzianus* (Orbigny) позволяет ограничить фаунистические зоны с *Brotzenella praeacuta* до *Brotzenella complanata*. По литологии можно сделать предварительный вывод о том, что данные отложения относятся к радищевской свите и фаунистической зоне *Brotzenella praeacuta* (верхний маастрихт). Отобранные пробы залежали на 1-2 м ниже палеогеновых опок.

Вопрос детальной стратификации отложений Самарской области в настоящее время является открытым. Микрофаунистические исследования могут помочь с решением этой задачи.

Литература

1. Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. Под ред. М.М. Москвина. // Гостоптех-издат. М.: 1959. – 502 с.
2. Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов нижнего Поволжья и сопредельных областей. Вып. 1. Общая часть. Фораминиферы. Под ред. В.Г. Камышевой-Елпатьевской // Саратов. Изд-во Саратовский Государственный Университет. – 1967. – 258 с.
3. Беньямовский В.Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон–маастрихт // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 5. – С. 62 – 74.
4. Беньямовский В.Н., Копаевич Л.Ф., Акимец В.С., Барышникова В.И., Бондарева М.В., Гладкова В.И. К стратиграфии верхнего мела Ульяновского Поволжья по фораминиферам. Москва, Московский Государственный Университет. Сер. геол. – 1988. – № 5. – С. 65 – 74.
5. Бортников М.П. Геология Самарской области. Самара. Изд-во СамГТУ. – 2010. – 112 с.
6. Василенко В.П. Фораминиферы верхнего мела полуострова Мангышлак // Тр. Всероссийский Нефтяной Научно-исследовательский Геологоразведочный Институт. – 1961. – Вып. 171. – 487 с.
7. Практическое руководство по микрофауне СССР. Том 5. Фораминиферы Мезозоя. Под ред. Б.С. Соколова // Ленинград. Изд-во Ленинградское отделение «Недра». – 1991. – 278 с.

ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В МЕСТОПОЛОЖЕНИИ ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА

А.А. Галимов

Научный руководитель доцент И.М. Фархутдинов
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

На сегодняшний день наблюдается постепенное уменьшение запасов углеводородного сырья не только на территории РФ, но и в республике Башкортостан. В связи с новыми поисковыми работами весьма уместен вопрос «Где искать крупные месторождения углеводородного сырья?». Основные нефтегазоносные толщи на территории РБ слагают палеозойские отложения, которые прослеживаются в поднадвиговых зонах под уральскими аллохтонами на несколько десятков километров [3]. Данные автохтонные отложения предуральского прогиба выделены в Сакмаро-Икскую [1] и Уфимско-Айскую [4, 12] поднадвиговые зоны, наличие которых подтверждено данными бурения и сейсморазведки. В понимании геологического строения и истории накопления рифейских толщ Башкирского мегантиклинория Южного Урала важную роль играет определение области питания пород – места, откуда происходил снос терригенного материала в рифейский бассейн осадконакопления. Решение данной научной проблемы, на наш взгляд, кроется в шарьяжно-надвиговые строения Урала [6].

Согласно данным А.И. Олли, А.И. Иванова, М.И. Гараня и ряда других ученых, для бассейна осадконакопления рифейских отложений была характерна небольшая глубина и незначительная удаленность к востоку от источника сноса [9]. Незначительное расстояние переноса с области разрушения характеризуется малой окатанностью и большим количеством крупногалечного материала.

В своем труде «Древние отложения западного склона Урала» [9] А.И. Олли отмечает, что в отложениях нижнего рифея Ямантауского антиклинория установлено появление терригенного материала в некоторых горизонтах карбонатных пород в западных разрезах. В зильмердакской свите верхнего рифея с запада на восток установлено повышение степени разложения полевых шпатов и уменьшение крупности обломков. Согласно данным В.И. Козлова и других исследователей «Средний рифей южного Урала и сопредельных районов востока Русской плиты», данные также подтверждаются детальным описанием свит востока Русской плиты и Башкирского мегантиклинория. Здесь также отмечается уменьшение крупности обломков с запада на восток, и повышение степени разложения полевых шпатов [8]. В западной зоне зильмердакской свиты наблюдается слабая отсортированность терригенного материала в отложениях на протяжении всего Южного Урала, в то же время в восточной зоне они оказываются уже равнозернистыми [9].

Исходя из представлений о вертикально-блоковом строении Уральских гор, А.И. Олли приходит к выводу о прохождении береговой линии бассейна рифейского осадконакопления вблизи современных передовых складок западного склона Урала.

Незначительное расстояние переноса материала для толщ, сложенных грубообломочным материалом, не вызывает сомнения. Такими являются конгломераты айской свиты нижнего рифея, конгломераты в основании зигальгинской свиты среднего рифея в Бакальском районе. Незначительный путь переноса материала также доказывается высоким содержанием в породах полевых шпатов и присутствием в галечном материале обломков весьма неокатанных.

Изучив геологическое строение и состав рифейских пород А.И. Олли, М.И. Гараня, А.И. Иванов и другие исследователи пришли к выводу о направлении сноса терригенного материала с небольшого расстояния с запада на восток в неглубокий бассейн почти во все время накопления рифейских толщ. А.И. Олли пишет, что «главная область питания терригенным материалом располагалась к западу от современного западного склона Урала» [9]. Область питания рифейских толщ представляла собой дислоцированную страну, неоднократно испытывавшая поднятия во время своего накопления. Данная структура была названа Палеуралом, и

измерялась в 150-200 км, считая от современных передовых складок западного склона Урала приблизительно до меридиана г. Туймазы. Этими учеными был сделан вывод о расположении Палеоурала к западу от современных Уральских гор по следующим мотивам.

Во-первых, они исходили из вертикально-блокового строения Урала и не брали в расчет аллохтонное залегание рифейских толщ: «Ошибки здесь возможны только в случае наличия согласных покровов, сложенных в складки более поздними дислокационными движениями. Поскольку на Урале подобные структурные формы отсутствуют, ошибки этого порядка здесь исключены» [9].

Во-вторых, глубокие скважины, позволяющие судить о строении докембрийских осадочных пород востока Русской плиты в то время отсутствовали. Глубокая скважина, пробуренная на Туймазинской структуре, вошла в кристаллический фундамент непосредственно под осадками среднего девона, а другая скважина, расположенная в 25 км юго-западнее на Бавлинской структуре под средним девонем, вскрыла слюдистые песчаники. А.И. Олли предполагает, что западнее Туймазинской структуры разрез верхнедокембрийских отложений наращивается, а выступ кристаллического фундамента будет прослежен восточнее, примерно до Предуральского прогиба [9]. «Очевидно, что терригенный материал древних толщ западного склона Урала образовался за счет допалеозойского фундамента» - именно с вышеупомянутого выступа кристаллического фундамента предполагалось питание рифейского бассейна. Водораздельная линия области питания терригенным материалом в досреднедевонское время, по мнению исследователя, проходила где-то восточнее Туймазов и западнее передовых хребтов Урала. Однако, глубокие скважины, пробуренные в последующие годы, не подтвердили эти предположения. Было установлено, что в районе предполагаемого Палеоурала развиты не кристаллические породы, а мощные терригенно-карбонатные отложения рифея.

Согласно данным К.Р. Тимергазина и других исследователей, в рифейское время территория современного западного Башкортостана представляла собой не область питания, а область погружения и осадконакопления, о чем свидетельствуют мощные толщи рифейских пород [10]. Терригенный материал в этот бассейн поступал с запада из области питания, приуроченной к Татарскому своду кристаллического фундамента. Тимергазин отмечает, что западное расположение области питания для рифейского бассейна востока Русской плиты подтверждается увеличением крупности терригенного материала в наиболее западных разрезах рифея.

Сказанное выше приводит к парадоксальной ситуации: отложения рифея востока Русской плиты характеризуются уменьшением крупности обломочного материала с запада на восток, свидетельствуя, что область питания данных отложений располагалась в районе современного Татарского свода кристаллического фундамента. Уменьшение крупности, наличие крупногалечного и даже валунного материала рифейских отложений Южного Урала с запада на восток также свидетельствует о западном расположении области питания и о незначительных расстояниях переноса из области разрушения. Между тем к западу от выходов рифея Южного Урала располагается глубоко погруженная область, заполненная мелкообломочными и карбонатными осадками. Из вышесказанного следует, что вывод о едином бассейне осадконакопления и единой области питания – Татарского свода для рифейских отложений востока Русской плиты и Южного Урала является ошибочным. Палеоурал, как возможная область питания уральских верхнедокембрийских пород, таковой не является. Здесь располагается глубокий прогиб, сложенный многокилометровыми рифейскими отложениями.

Вместе с тем, надежно установлено, что область питания древних отложений Башкирского мегантиклинория Южного Урала в рифейское время находилась западнее бассейна осадконакопления. Эти факты, как считает автор, объясняются шарьяжно-надвиговым строением Южного Урала [5; 7].

Область питания в виде выступа пород архейского кристаллического фундамента располагалась между бассейнами осадконакопления рифейских отложений Русской плиты и Башкирского мегантиклинория. Пенепленизированная область питания осталась восточнее, после того как Рифейские толщи Урала после своего накопления испытали байкальскую, а затем герцинскую складчатости, во время которых были надвинуты на запад [11].

В разрезе Башкирский мегантиклинорий имеет форму двояковыпуклой линзы, названную М.А. Камалетдиновым диклинорием. Деформированные и смятые в складки рифейские толщи Башкирского диклинория Южного Урала сегодня находятся в аллохтонном залегании, тектонически перекрывая автохтонные и паравтохтонные отложения платформенного палеозоя и рифея.

Средняя ширина площади распространения древних отложений Южного Урала составляет 85 км, мощность пород достигает более 15 км [8]. Для накопления столь мощной толщи необходимо существенное опускание дна бассейна осадконакопления и наличие значительной по размерам области питания. Можно предполагать, что она имела ширину до 200 км. Из этого следует, что надвигание рифейских толщ на породы пенепленизированного кристаллического выступа составляет 200 км и более.

Представления о незначительном надвигании рифейских толщ Южного Урала не могут объяснить факт западного расположения их области питания при отсутствии таковой к западу от их современного местоположения. Из вышесказанного следует, что восточная окраина кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы, с которой происходил снос материала в рифейский бассейн, располагается восточнее современного Уральского орогена.

Под южноуральские рифейские аллохтонные отложения погружаются породы палеозоя, нефтегазоносность которых доказана в пределах Русской плиты и в Предуральском прогибе. Поднадвиговые палеозойские отложения также могут содержать богатые скопления углеводородов [2, 1].

Литература

1. Исмагилов Р.А. Геология и перспективы нефтегазоносности Зилаирского синклинория Южного Урала. Уфа: АНРБ, Гилем, – 2012. – 184 с.
2. Исмагилов Р.А., Камалетдинов М.А. О новых перспективах нефтегазоносности Башкортостана // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2011. – № 4. – С. 8 - 12.
3. Исмагилов Р.А. Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М. Подгорные зоны передовых прогибов – перспективные объекты для поисков нефти и газа // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. – № 20. – 2014. – С. 36 – 45.
4. Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М., Фархутдинова Л.М. Шарьяжно-надвиговой теории - 50 лет // Природа. – №12. – 2015. – С. 50 – 59.
5. Камалетдинов М.А. О некоторых основных вопросах тектоники западного склона Урала в связи с поисками нефти и газа // Геология нефти и газа. – 1968. – № 3. – С. 42.
6. Камалетдинов М.А. Современная теория шарьяжей // Геологический сборник. ИГ УНЦ РАН. – 2001. – № 2. – С. 29 - 37.
7. Камалетдинов М.А. Шарьяжи Уфимского амфитеатра // Геотектоника. – 1971. – № 5. – С. 45.
8. Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Михайлов П.Н., Генина Л.А. Средний рифей южного Урала и сопредельных районов востока Русской плиты. – Уфа, – 2005. – 246 с.
9. Олли А.И. Древние отложения западного склона Урала. Саратов, – 1948. – 413 с.
10. Тимергазин К.Р. Доревонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа: Издательство Горно - геол. института БФАН СССР, – 1959. – 311 с.
11. Фархутдинов И.М. Источник питания рифейских отложений Южного Урала // Уральский геологический журнал. Екатеринбург, – 2012. – № 2. – С. 16 - 20.
12. Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М. О перспективах нефтегазоносности Юрюзано-Сылвенской депрессии Предуральского прогиба // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. – № 17. – Уфа. – 2011. – С. 134 – 137.

АНАЛИЗ СТАДИЙНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА ТЕРРИТОРИИ ШЕЛЕХОВСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Я.А. Гончаров

Научный руководитель доцент Р.Н. Иванова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Целью исследований было определение стадий процесса образования речных долин и изучение основных рельефообразующих динамических процессов.

Данный комплекс исследований является продолжением ранее выполненных работ. В течение 2013–2014 годов проводилось изучение рельефа на территории Шелеховского района Иркутской области. Для которых в качестве исходного материала были использована топографическая карта масштаба 1:50000, и данные наблюдений учебных геолого-съёмочных практик студентов института Недропользования ИРГТУ (ИРНТУ).

По результатам предыдущих проведенных исследований были определены основные характеристики рельефа. Общий анализ морфометрических показателей рельефа площади в соответствии с классификацией А.П. Кочнева [3, табл. 6] позволяет четко выделить два типа рельефа:

- практически нерасчлененный, равнинный, приуроченный к территории развития пород юрского возраста осадочного чехла Сибирской платформы;
- и низкогорный, средне расчлененный рельеф (холмогорье), представленный участком развития складчатых образований кембрийского возраста, также слагающих платформенный чехол и геологических образований архей - протерозойского возраста обрамления платформы, традиционно относимых к Байкальской горно-складчатой области [1].

По результатам морфометрического анализа были построены карты 3-х видов: карты порядков речных долин; карты «густоты» эрозионной сети; карты глубины вертикального расчленения. Всего на изученной территории выделяется пять порядков речных долин. Анализ карты порядков речных долин показал, что в площадном распространении наблюдается асимметрия, проявленная в том, что максимальное развитие долин 1-4 порядка наблюдается на правом борту долины р. Олха, в то время как левый борт характеризуется развитием долин преимущественно 1-2 порядка [2].

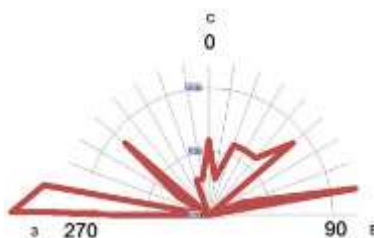


Рис. Роза-диаграмма направлений речных долин

Кроме того, на левом борту долины первого порядка в большинстве имеют большую протяженность, чем на противоположном борту. По данным анализа карты «густоты» эрозионной сети наблюдается неоднородность эрозионной сети изученной территории и были выделены три блока, которые различаются в строении, смещены вследствие тектонических движений и в них по-разному проявлена активность современных разрывных нарушений [1]. Данные процессы отражены в интенсивности развития, густоте и рисунке речной сети, а также в характере основных морфометрических параметров рельефа.

Морфометрический анализ позволил выявить неоднородное строение района, обусловленное наличием явных и предполагаемых зон разрывных нарушений, а также возможного различного характера современных тектонических процессов. Дальнейшие исследования предполагается посвятить выявлению других признаков тектонической активности этого участка, на ряду с детальным изучением всех морфодинамических процессов формирования рельефа всей изученной территории.

В практике структурного анализа обычно используются любые структурные формы – в нашем случае это азимуты простираения речных долин. С целью выделения систем изучаемых структурных форм, преобладающей ориентировки их и получения изображения этих систем массовые замеры систематизируются, обрабатываются по методике составления роз-диаграмм структурных элементов, как наиболее признанной и наглядной. Они позволяют выявить основные системы структурных элементов и наглядно изобразить преобладающие простираения этих элементов, азимуты и углы их падения. Традиционная методика составления роз-диаграмм сводится к систематизированию исходных замеров в виде специальных форм с интервалом 10°. Разные порядки речных долин отражают разные этапы развития речной сети. Наиболее мелкие порядки являются самыми молодыми и больше всего зависят от современных тектонических движений [4].

Анализ построенных роз-диаграмм речных долин III порядка показывает, что он является наиболее древним четко проявленным из всех. Количество долин IV порядка незначительно (4 реки) и не представляет интерес с точки зрения анализа их статистики. Порядок V присвоен долине реки Олха – основному водотоку данной территории. При формировании комплекса III порядка образовались северо-западные долины с ориентировкой простираения в пределах от 280° до 290°. Данный этап условно реконструируется нами как *второй*, так как количество таких долин достаточно большое, что свидетельствует, о том, что они развивались на условно *первом этапе*, который можно выделить для данной территории. На этом же этапе зародились комплексы северо-западных долин в интервалах 320°, 335° и один субмеридиональный комплекс.

На *третьем этапе* формируется комплекс субширотных долин, который подновился в пределах азимутов простираения долин от 275° до 287°. Активизировались и окончательно сформировались ранее сформированные долины северо-западного и субмеридионального направлений (Рис.). При этом примерно на 5...7 % увеличилось их количество. На этом же этапе происходит формирование долин нового направления – северо-восточного от 20° до 50° и субширотного в пределах северо-восток 80°.

Роза-диаграмма *четвертого этапа*, построенная для долин I порядка, демонстрирует большое разнообразие долин разного направления, при этом на 17...40 % увеличилось их количество по сравнению с предыдущим этапом. Характерное для четвертого этапа разнообразие направлений долин связано с физико-механическими свойствами горных пород. Так как развитие наиболее молодых мелких долин первого порядка в большей степени зависит от твердости горных пород, степени их выветрелости и других факторов, которые создали благоприятную ситуацию для разрушения.

Таким образом, на втором и третьем этапах в динамики развития процессов речных долин видно отражение тектонической обстановки участка. В целом эти долины контролируются крупными древними разломами. Полная унаследованность направлений развития речных долин всех этапов наблюдается для северо-западного, субмеридианального, северо-восточного направлений в обозначенных интервалах и, в меньшей степени, для субширотного направления.

Факт активного развития эрозионных процессов в северо-восточной части исследованной территории представляет наибольший интерес, так как этот участок относится к чехлу Сибирской платформы. Этот участок считается устойчивым и стабильным, в то время как полученные результаты, как морфометрического анализа, так и структурного анализа азимутов разных порядков речных долин, свидетельствуют о том, что современные тектонические движения в этом блоке имеют довольно активное развитие. Для определения более точной связи этапов развития долин тектонической обстановкой следующим этапом исследований планируется построение карт плотностей порядков речных долин с одновременным анализом разрывной тектоники участка.

Литература

1. Иванова Р.Н., Бикмулина К. В., Чимитдоржиева Е. А. Анализ морфометрических параметров рельефа нижнего течения реки Олха (Иркутская область). // Materialy X mezinarnodni vedecko – prakticka konferenc «Aktuanlni vymozenosti vedy – 2014». – Biologicke vedy. Ekologie. Zemepis a geologie. Chemie a chemicka technologic. Praha, Publishing House «Education and Science». – Dil 12. – P. 59 – 63.
2. Иванова Р. Н., Бикмулина К. В., Чимитдоржиева Е. А. Комплексный геоморфологический анализ рельефа Шелеховского района Иркутской области. / Проблемы освоения минеральной базы Восточной Сибири. Изд-во ИРНТУ, 2015. – Вып. № 15. – С. 116 –120.
3. Кочнев А.П. Некоторые вопросы оптимизации морфометрической систематики рельефа Земли // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2004. – № 1. – С. 8 – 20
4. Ласточкин А.Н. Основные составляющие морфологических исследований в геоморфологических и смежных науках. / Морфология рельефа. – М., Научный мир. – 2004. – С. 24 – 46.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОЗЕРА ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ОЗЕРА ЧАНЫ

В.А. Гусев^{1,2}, С.К. Кривоногов^{1,2}, С.В. Жилич^{2,3}

Научный руководитель ведущий научный сотрудник С.К. Кривоногов

¹ Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия² Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск, Россия³ Институт археологии и этнографии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Внутриконтинентальные бассейны (озера) контролируют поверхностный и грунтовый сток значительных территорий. Большая часть таких озер находится в засушливых областях. Их развитие зависит от колебаний климата, а их геологическая история показывает драматические изменения обводненности. Голоценовая история таких озер, тесно связанная с развитием цивилизации, представляет наибольший интерес.

Как показали наши исследования [1–3], озеро Чаны чрезвычайно молодое. Оно начало формироваться около 9.5 тыс. л. н., однако было очень мелководным. Озеро наполнилось водой и достигло современных размеров около 4 тыс. л. н. Возникает вопрос: почему его котловина не наполнялась водой в первую половину голоцена, которая отличалась повышенной увлажненностью?

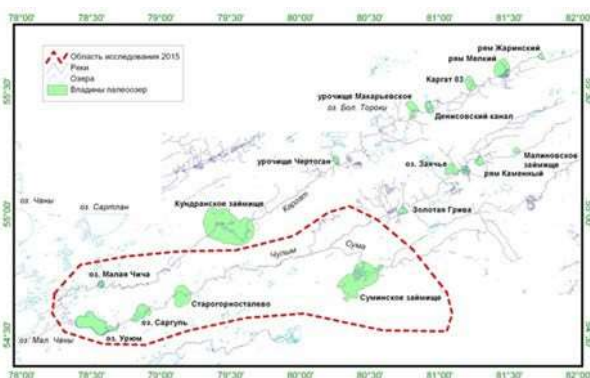


Рис. 1. Карта района исследования, показывающая дешифрованные впадины палеозер. Красным пунктиром обведена область исследования 2015 г.

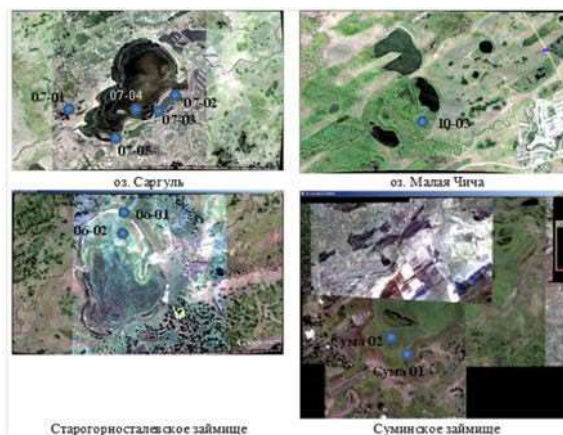


Рис. 2. Морфология и точки бурения четырех исследованных котловин.

Данное исследование нацелено на выяснение истории развития Чановского водосборного бассейна в голоцене. Мы предполагаем доказать гипотезу, что крупнейшие реки Каргат и Чулым в голоцене текли через цепь промежуточных озер (рис. 1), и только в позднем голоцене достигли оз. Чаны.

Материалы и методы исследований

В 2015 г. мы исследовали 4 из 19 котловин дистанционными, полевыми и лабораторными методами. Дистанционное исследование включало создание базы пространственных данных методами геоинформационных систем. Использовались открытые картографические ресурсы и цифровые модели рельефа Shuttle Radar Topographic Mission. При помощи созданной базы данных были выяснены основные черты морфологии и генезиса котловин. С использованием GPS-навигации подтверждены дешифрованные контуры берегов и зафиксированы места проведения работ. Бурение проводилось с помощью разведочного бура диаметром 4 см. По возможности копались шурфы (если позволял уровень грунтовых вод), а также исследовались небольшие антропогенные песчаные карьеры. В лаборатории проводился седиментологический анализ методом пошагового удаления компонентов осадка (органическое вещество, карбонаты, глина, песок), что позволило охарактеризовать состав и генезис отложений.

Отбор материала на датирование производился в поле – из шурфов, и в лабораторных условиях – из материала кернов. Для датирования отбирались раковины моллюсков. Растительные остатки не использовались, так как корни растений проникают на большую глубину, что может привести к омоложению датировок. Радиоуглеродное датирование велось на ускорительном масс-спектрометре в центре коллективного пользования "Геохронология кайнозоя", Новосибирск. В статье приводятся некалиброванные радиоуглеродные возраста.

Важнейшие результаты, полученные в ходе исследований

1) Для обеспечения исследований создана база пространственных данных, включающая геокодированные цифровые слои: (а) 30 топографических карт масштаба 1:100000; (б) 20 космических изображений участков земной поверхности из виртуальной системы GoogleEarth Digital Globe; (в) цифровая модель рельефа Shuttle Radar Topographic Mission на район исследования. Все слои приведены к одной топографической проекции, геометрически скорректированы и приведены к единому размеру для удобства работ. Дополнительно с топокарт снята информация о гидросети – векторизованы реки и озера региона и введена их семантика.

2) Проведено геолого-геоморфологическое исследование 19 котловин. Заверены береговые линии и определены на местности максимальные уровни озерной абразии и современной морфологии днищ котловин.

Выявлены условия залегания и последовательность накопления озерных, болотных и речных слоев, заполняющих котловины. Установлено, что вода рек Каргат, Чулым и Сума могла заполнять суходольные или занятые озерами понижения рельефа (как, например, Саргуль и Малая Чича). Вода наполняла котловины до уровня порога стока, и, вероятно, продолжала течь дальше. Порог стока, прорезаемый рекой, постепенно понижался. Озеро устанавливалось на стабильно высоком уровне, и прибрежная волновая деятельность формировала абразионный уступ, видимый в настоящее время. Дальнейшее прорезание порога стока приводило к сокращению зеркала воды, а разгрузка в озеро речной взвеси в условиях мелководья начала формировать подводную дельту, а затем и пойму, занимавшую часть озерной котловины. По мере осушения котловина заболачивалась, превращалась в тростниковое займище или болото.

3) Выполнено бурение отложений 4 котловин: Саргуль, Старогорносталево, Сума, Чича (рис. 2). Получено 10 кернов отложений краевых и центральных частей котловин. Выбранные объекты характеризуют разные модели развития котловин: (а) озеро Саргуль существовало ранее и существует в настоящее время; (б) озеро Малая Чича – озеро существовало ранее, сейчас от него остались лишь небольшие фрагменты, а большая часть котловины занята отложениями поймы; (в) озера Старогорносталево и Сума были суходольными котловинами, кратковременно заполнившимися водой, а затем, после ее спуска, образовывались тростниковые займища.

4) Выполнен седиментологический анализ 6 кернов для установления состава осадков, основных слоев и их генезиса по соотношению органической, карбонатной и терригенной составляющих. Анализ четко показывает различия между отложениями болотных займищ, озер и подстилающих лессов.

5) Собрано и продатировано 26 проб из 6 кернов четырех озерных котловин: Саргуль, Старогорносталево, Сума, Чича.

По седиментологическим данным и результатам датирования в котловине озера Саргуль зафиксирована древняя озерная терраса высотой около 1 м, датированная 6.6-3.5 тыс. л. н. После 3.5 тыс. л. н. озеро стало формировать более низкую береговую линию, видимую в рельефе и совпадающую с контуром современного озера. В котловине озера Чича установлены отложения палеозера, существовавшего около 8 тыс. л. н., и отложения другого палеозера возрастом около 3.5 тыс. л. н., остатком которого является современное озеро Малая Чича. Сверху озерные отложения погребены под пойменным наносом р. Каргат мощностью 3.5 м. Котловина Старогорносталево показала существование крупного озера 3.5-1.55 тыс. л. н., после чего установился займищный режим, и накапливались торфяные отложения. Котловина Суминского займища была занята большим озером ранее 5 тыс. л. н. Глубоководная фаза закончилась сразу после 5 тыс. л. н., а переход к займищной фазе произошел около 2.7 тыс. л. н.

Исследование выполнено по проекту РФФИ № 15-05-00678.

Литература

1. Кривоногов С.К., Леонова Г.А., Мальцев А.Е., Бобров В.А. Стратиграфия и возраст сапропелей в озерах юга Западной Сибири // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: Матер. VII Всерос. литологического совещания – Новосибирск, 2013. – Т.2. – С. 102 – 105.
2. Krivonogov S., Zhilich S. Small lakes of Siberia: ages and eventual correlations // Abstract for the 11 East Eurasia International Workshop "Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia" – Nanjing, Hanzhou. – 2014. – P. 57 – 58.
3. Krivonogov S., Zhilich S., Gusev V. New data on lake evolution in northern Central Asia // Abstract for the 13th International Paleolimnology Symposium – Lanzhou. – 2015. – P. 61.

СТРАТИГРАФИЯ И ТРИЛОБИТЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И АЛДАНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

М.И. Джумашев, В.И. Романов

Научный руководитель доцент Э.Д. Рябчикова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время существует тенденция к пересмотру местонахождений стратотипов нижнего кембрия Сибирской платформы. В Международной стратиграфической шкале 2015 года предложено китайскими и северо-американскими учёными четырех членное деление кембрия с выделением ярусов, стратотипы, которых выделяются в Китае.

Изучение трилобитов велось в течение десятков лет многими учёными. В частности, И.И. Коптев (с 1960 г.), А.К. Семашко (с 1960 г.), В.Д. Томашпольская и др. занимались изучением нижнекембрийских трилобитов Батеневского кряжа. В качестве стратотипов ярусов нижнего кембрия выбраны Батеневский кряж (Алтае-Саянская складчатая область) и Алданская антеклиз (Сибирская платформа).

Ниже приводится краткая характеристика эволюции трилобитов на Алданской антеклизе.

Атдабанский век. Появление трилобитов в Сибирском бассейне в начале атдабанского века в мировом масштабе считается диахронным событием. На первых этапах существовали примитивные бесшовные формы трилобитов: многосегментный торакс, маленький пигидий и отсутствие лицевых швов на цефалоне; однако, в последующем их морфология все более усложнялась. На протяжении первой половины атдабанского века были известны представители рода *Profallotaspis* Repina (отряд Redlichia), которые в основном были распространены

на Алданской антеклизе и др. В середине атдабанского века произошло изменение ассоциаций трилобитов: исчезли аллотаспиды, на смену которым пришли семейства Archaeaspididae, Nevadiidae, Redlichiidae (отряд Redlichiida), Ellipsocephalidae (отряд Ptychopariida) и новый отряд Corynexochida (семейство Jakutidae). В отличие от первых простейших трилобитов форма и сегментация их глабели, а также расположение глазных валиков и крышек подверглись изменению. Что удивительно, так это то, что в конце атдабана (фаза Judomia) исчезло только одно семейство Archaeaspididae, но возникли девять новых семейств (Agraulidae, Solenopleuridae (отряда Corynexochida), Judomidae (отряда Redlichiida и др.). У представителей подотряда Redlichiina уже имелись лицевые швы. [1]

Ботомский век. В ботомском веке продолжалось дальнейшее увеличение числа видов, родов и семейств трилобитов: появилось 40 таксонов, типичными среди которых являлись протолениды (рис. 1). Добавились новые формы отряда редлихиид, а также добавилось семейство Protolenidae, которое с этого момента стало доминировать. Существенно увеличилось также разнообразие коринексохиид [2].

Тойонский век. В начале тойонского века был обновлен состав протоленид: появились новые подсемейства Paramiscassiniae, Lermontovinae и 7 новых семейств. Глобальное распространение протоленид началось после исчезновения оленеллид, в результате чего в первой половине тойонского века в сообществах первое место занимали протоленидные трилобиты родов Lermontovia, Paramiscassa (рис. 2), в то время как *Bergeroniellus* (отряд Ptychopariida), *Bergeroniopsis* исчезли в начале тойонского века. Уменьшение трилобитовых биофаций отмечено со второй половины тойонского века. Кардинальные перестройки их таксономического состава привели к тому, что вместо двух раннетойонских биофаций появилось шесть обособленных биофаций

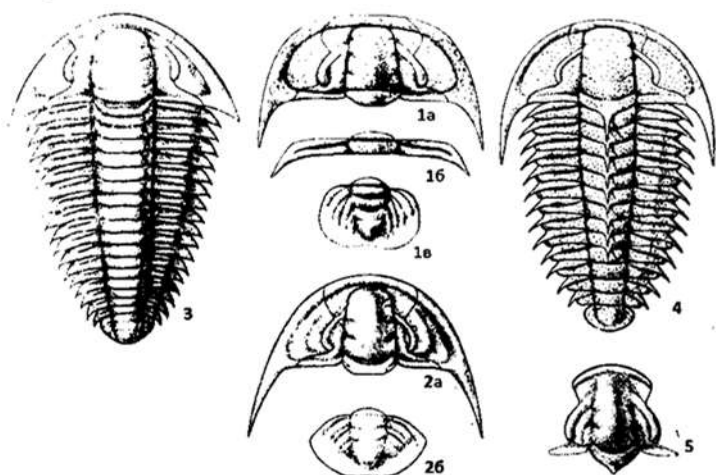


Рис. 1. *Jakutus quadriceps* (1) (jonsnitzky, 1a – головной щит; 1б – сегмент туловища; 1в – хвостовой щит; *Bathyriscellus robustus* Lermontova (2), 2a – головной щит; 2б – хвостовой щит; *Judaekka vermicular* Lermontova (3); *Parapollrella obrutchevi* Lermontova (4); *Malykania gribovae* Suvorova (5)

На территории Батеневского крыжа были рассмотрены разрезы по: р. Улень, г. Визим; д. Верхняя Ерба - с.Баград.

Разрез по р. Улень, г. Визим.

Тойонский век. Становление трилобитов на данной территории пришлось на начало тойонского века. В обручевском горизонте выделяется долгомысская свита, которая сложена известняками светло-серо-коричневыми, иногда серыми массивными, редко плитчатыми и слоистыми. В нижней части горизонт обособляется коричнево-серыми слоистыми известняками («янгудиновые слои») с остатками фауны трилобитов рода *Chondragraulos minussensis* Lerm., *Kooteniella* sp., *Erbia granulosa* Lerm., *E. aff.sibirica* (Schm.), *Chondranomocare* sp., *Menneraspis* sp., *Juliaspis* sp., *Onchocephalina* sp., *Jangudina quadrata* Kopt., *Glabrella* sp., *Olgaspis accepta* T.Korob.

Разрез по д. Верхняя Ерба - с.Баград (С-З и Ю-В крыло Баградской синклинали).

Атдабанский век. Образование трилобитов в данной местности пришлось на атдабанский век. В камешковском горизонте выделяется баградская свита, сложенная черными и темно-серыми известняками, в основании, которых залегают конгломераты. В известняках были обнаружены трилобиты рода *Bulaiaspis taseevica* Rep., *Vagrada* sp., *Fallotaspidella musatovi* Rep., *F.lata* Rep., *Bulaiaspis taseevica* Rep., *Elganellus* sp., *Hebediscus erbaensis* Rep., *H.flexus* Rep., *Alataurus menneri* Rep., *Kijanella diffusica* Rep., *K.batenica* Rep., *Resimopsis marinica* Rep., *Bigotinops cf.privus* Suv., *Mundocephalina* sp. [3].

Ботомский век. К югу от г. Макарихи в санаштыгольском горизонте была выделена усинская свита, которая сложена в основном массивными светло-серыми известняками. В ходе исследования в известняках были обнаружены остатки трилобитов рода *Poliellina* sp., *Poliellaspis* sp., *Neopoliellina fossa* Rep., *Milaspis martyuchinaensis* Rep., *Bonnia* sp.

Тойонский век. В тойонском веке в обручевском горизонте выделен солонцовский горизонт с ныне неопределенной свитой, которая сложена известняками темно-серыми слоистыми с редкими прослоями

мелкозернистых тонкослоистых песчаников, в нижней части свиты залегают конгломераты, брекчии, тонкослоистые кремнистые известняки, песчаники бордовые, известковые конгломераты (1,5-2 м) с остатками *Bagrada granulata* Rep.

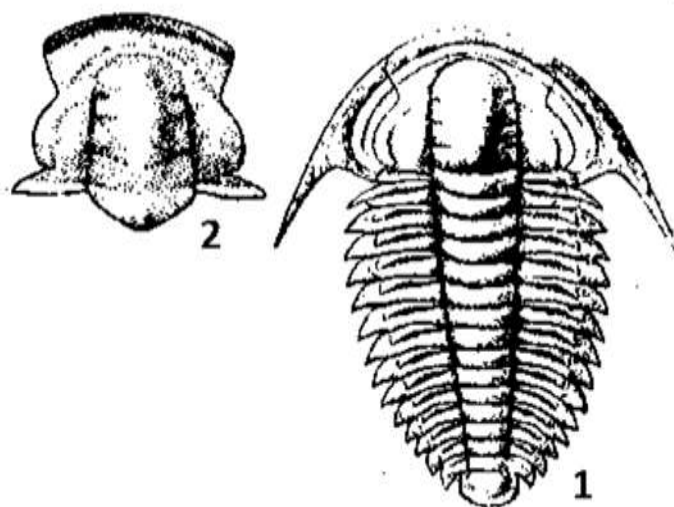


Рис. 2. *Paramicmacca siberica* Lermontova (1); *Elganellus probus* Suvorova (2)

Как было сказано выше, в 2015 году китайские и северо-американские ученые предложили четырехчленное деление кембрийской системы с выделением ярусов, стратотипы которых установлены в Китае, однако такое преждевременное выделение стратотипов является, прежде всего, субъективно валидным, кроме как определить их в число парастратотипов, так как согласно «Стратиграфическому кодексу России» гл. XII статья XII.4, который гласит: «Первоначальным названием валидного стратиграфического подразделения считается название, помещенное в первой публикации», где в крайнем случае: «Первоначальное написание названия валидного стратиграфического подразделения должно быть сохранено во всех случаях, за исключением опечаток и орфографических ошибок». Выделенные в нижнекембрийском отделе ярусы разрезов Сибирской платформы и восточного склона Кузнецкого Алатау хорошо обоснованы видами трилобитов, например, в камешковском горизонте выделяется баградская свита, сложенная черными и темно-серыми известняками, в основании которых залегают конгломераты с фауной *Bulaspis taseevica* Rep., *Bagrada* sp., *Fallotaspidella musatovi* Rep., *Flata* Rep.; в нижней части обручевского горизонта, выделяемый как тойонский ярус, обособляется горизонт, сложенный коричнево-серыми слоистыми известняками, где по большей мере встречается фауна *Jangudina quadrata* Kopt., благодаря чему и получил название «янгудиновые слои» [3].

Анализ изменения состава раннекембрийских сообществ, обусловленного процессами биотических перестроек, показал следующее: что места обитания трилобитов обладали малой зависимостью от близости к органогенной зоне. В конце ботомского века до начала тойонского века происходило увеличение эндемичности и расцвет трилобитов. Стоит отметить, что Сибирская платформа также была центром вымирания некоторых таксонов трилобитов. К концу раннего кембрия биоразнообразие начало сокращаться. Глобальная регрессия привела к сокращению площади эпиконтинентальных морей – главных ареалов обитания раннекембрийских организмов.

Литература

1. Лучинина В.А., Коровников И.В., Новожилова Н.В., Токарев Д.А. Биофашии раннего кембрия Сибирской платформы по бентосу (хиолиты, археоциаты, трилобиты и известковые водоросли). // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21 – № 2, – с. 3 – 21.
2. Розанов А.Ю., Хоментовский В.В., Шабанов Ю.Я. и др. К проблеме ярусного расчленения нижнего кембрия // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 1. – с. 3 – 21.
3. Сенаколис, А.Ф. Новые данные по стратиграфии и литологии верхнекембрийских и нижнекембрийских отложений Батеневского кряжа / А.Ф. Сенаколис, И.И. Коптев, В.А. Шипицын // Изв. Том. политехн. ун-та. – 1966. – Т. 151. – с. 251 – 259.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ДЕВОНА (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ)

М.И. Джумашев

Научный руководитель доцент М.И. Шамина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интерес к изучению среднедевонских отложений в Хакасии в последние годы значительно вырос в связи с открытием месторождений углеводородного вещества (УВ) на юге республики. В Северной Хакасии в породах нижнего и среднего девона (сарагашской и бейской свит) неоднократно фиксировалось битуминозное вещество [6].

Отложения сарагашской свиты в районе представлены преимущественно переслаиванием мелкозернистых песчаников и алевролитов с глинистым цементом на отдельных участках интенсивно карбонизированных с прослойками битуминозных аргиллитов и мергеля [1].

Песчаники желтовато-серые, мелкозернистые, кварц-полевошпатовые, преимущественно с глинистым и реже с карбонатным цементом. Обломочный материал представлен полуугловатыми и полуокатанными обломками кварца, полевых шпатов (КПШ, плагиоклазы), обломками микрокварцитов. Для пород характерны параллельнослоистые, реже линзовиднослоистые и косослоистые текстуры (Рис. 1).

Алевролиты – желтоватые, темно-серые, мелко-крупнозернистые, с глинистым цементом, с прослоями аргиллитов и мергелей. Для пород характерны параллельнослоистые, слабеволнистые, косослоистые текстуры (Рис. 1).

Мергели – серые, темно-серые, пелитоморфные, состоящие из кальцита, глинистых минералов (гидрослюд) и иногда с примесью диагенетического доломита (Рис. 1) [2].

Аргиллиты – темно-серые, серые, алевролитистые, для них характерна параллельная, слабеволнистая слоистость иногда отмечаются миллиметровые линзы мелкозернистых песчаников с глинисто-карбонатным цементом. Среди аргиллитов в ультрафиолетовом свете обнаружены сингенетичнобитуминозные прослои (Рис. 1).

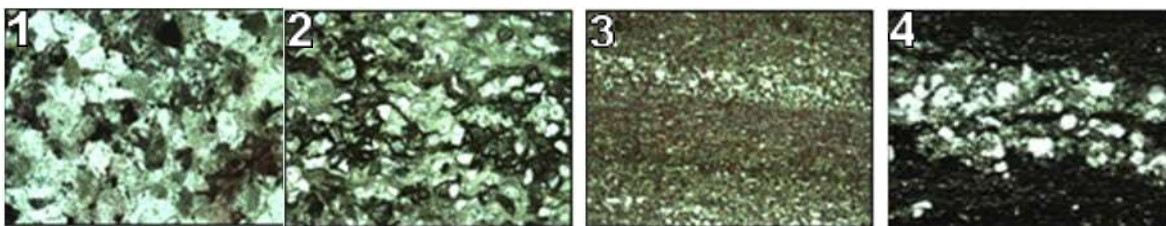


Рис. 1. Образец 232/2 — песчаник мелкозернистый (1); Образец 230/25 — алевролит мелкозернистый (2); Образец 231/24 — мергель (3); Образец 230/7 — аргиллит битуминозный (4).

Литофациальный анализ отложений свидетельствует о существовании на данной территории в сарагашское время озерных и лагунных условий (наличие сингенетичного доломита указывает на некоторую засоленность лагун), в которых накапливались песчано-алевролитовые, алевроито-глинистые, карбонатные и глинисто-карбонатные илы, часто обогащенные доломитом и несущие следы кратковременных осушений [3]. По литологическим признакам в изученном районе выявлены следующие микрофациальные комплексы: осадки лагун, пляжных отмелей, прибрежных устьевых баров. Отложения свиты характеризуются обедненным составом органических остатков. Вблизи бортов маломощные прослои гравелитов. Сарагашская свита трансгрессивно залегает на породах нижнего девона и согласно перекрывается известняками бейской свиты.

Отложения бейской свиты представлены карбонатными породами, выделены следующие наиболее распространенные литологические разновидности: известняки пеллетовые, известняки хемогенно-органогенные, мергели, известняки кавернозные битуминозные.

Известняки органогенные светло-серые, темно-серые, коричневато-бурые. Породы сложены преимущественно кальцитом, отмечается примесь глинистого материала и обломки кварца алевролитовой размерности. Структуры пород неравномернозернистые. На отдельных участках породы перекристаллизованы, окремнены и доломитизированы. В них обнаружены редкие остатки кораллов, брахиопод и водорослей (Рис. 3).

Известняки пеллетовые темно-серые, буровато-серые с тонкими прослойками мергелей. Структура – пеллетовая. Пеллеты миллиметровые, сцементированы пелитоморфным глинисто-карбонатным материалом. На отдельных участках в породах отмечаются битуминозное вещество, приуроченное к литогенетическим трещинкам (Рис. 3).

Известняки кавернозные темно-серые с редкими миллиметровыми прослойками мелкоалевролитового кремнистого материала. К этим же участкам приурочено темно-коричневое битуминозное вещество и зерна эпигенетического доломита (Рис. 3).

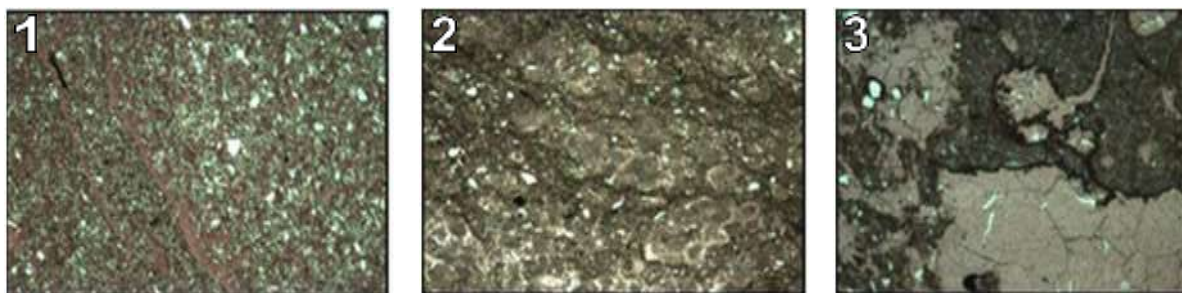


Рис. 2. Образец 231/27 – известняк (1); Образец 232/18 — известняк доломитизированный (2); Образец 232/18 — известняк доломитизированный (3).

Применение геохимических методов для изученных пород дает возможность более точно реконструировать особенности седиментации, физико-химические и геодинамические обстановки осадконакопления. Расчет литохимических модулей способствовал реконструкции условий осадконакопления

Таблица
Содержание редких и редкоземельных элементов в отложениях сарагашской и бейской свит Северной Хакасии

Свита	Сарагашская свита			Бейская свита			
Element	230/7	230/25	231/24	230/39	231/5	231/27	232/18
Ti/Zr	14,61	10,22	17,63	19,18	15,60	14,75	20,93
Sr/Ba	1,21	0,19	2,35	0,09	0,58	0,33	10,51
V/Cr	2,37	3,95	2,43	2,09	1,14	2,62	1,83
La/V	0,38	0,56	0,45	0,89	0,36	0,58	0,63

Примечание. Определение химического состава пород проведено ISP-MS методом, выполнено в ТГУ АЦГПС. Редкие элементы (РЭ) – ppm.

Отношение Ti/Zr свидетельствует об образовании пород сарагашской и бейской свит недалеко от источника сноса (Ti/Zr менее 30). При помощи индикатора палеосолености в осадках можно проследить переход от пресноводных отложений к морским. В алевролитах сарагашской свиты и известняках бейской свиты отношение Sr/Ba (Таблица 1), ниже 1, следовательно, их формирование соответствует пресноводной среде. В аргиллите, мергеле сарагашской свиты, а также в известняке бейской свиты Sr/Ba более 1, что говорит о морской среде образования. Значение индикатора зрелости осадков и климата (La/V) показывает, что при формировании пород большего изменения в климате не произошло. По отношению V/Cr можно отметить, что восстановительная обстановка соответствует всем образцам сарагашской и бейской свит [5].

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о существовании в бейское время на изучаемой территории мелководного морского бассейна (бейская трансгрессия).

Изучение захороненного органического вещества и битуминозности отложений бейской свиты в ультрафиолетовом свете методом люминесцентной микроскопии позволило установить сапропелевую природу органического вещества и зафиксировать многочисленные следы миграции битумоидов во всех изученных образцах, что свидетельствует о самом факте битумообразования в районе [4]. Скопления эпитумоидов отмечаются в наиболее преобразованных карбонатных породах бейской свиты. В отложениях сарагашской свиты существовали условия для захоронения органического вещества и генерации углеводородов, что подтверждается присутствием сапропелевой органики и сингенетических битумоидов. Отложения сарагашской свиты катагенетически преобразованы, что выражается в доломитизации, окремнении и трещиноватости пород, которые повышают фильтрационно-емкостные свойства.

Проведенные исследования свидетельствуют о существовании в среднедевонское время благоприятных условий для генерации и аккумуляции УВ. Однако отсутствие надежных покрышек и глубокий эрозионный срез препятствовали их скоплению.

Литература

1. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты: пер. с англ. / М.Р. Лидер – М.: Мир. – 1986. – 439 с.
2. Лучицкий И.В. Литология среднепалеозойского вулканогенно-осадочного комплекса впадин востока Саяно-Алтайской складчатой области / под ред. Г.Н. Бровков, Г.С. Бучарская, А.Е. Могилев и др. – М.: Наука, 1967. – 221 с.
3. Маслов А. В. Осадочные породы : методы изучения и интерпретации полученных данных : учеб. пособие / А.В. Маслов. Екатеринбург: УГГУ, 2003. – 43 с.
4. Олли И.А. Органическое вещество и битуминозность осадочных отложений Сибири./ И.А. Олли – М.: Наука, – 1975. – 133 с.

5. Панова Е.Г., Шишлов С.Б. Структурно-генетический и геохимический анализ осадочных формаций: учеб. Пособие / Е.Г. Панова, С.Б. Шишлов. – СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т., – 2013. – 152 с.
6. Серебренникова О.В., Васильев Б.Д., Туров Ю.П., Филиппова Т.Ю., Белицкая Е.А., Ананьев Ю.С., Шалдыбин М.В. Нефтепроявление «Сохочул» в Северной Хакасии // Известия Томского политехнического университета, 2002. – Т. 305. – № 3. – С. 78 – 83.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНОЙ ПРАКТИКИ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ В 2015 Г.

А.Д. Ермак, Н.В. Мизина

Научный руководитель доцент К.Ю. Кудрин

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Объект исследования расположен на восточном склоне Приполярного Урала в северо-восточной части Тагильской палеоостровной дуги. Площадь картирования (рис.) ограничена с северо-запада зоной Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР), с северо-востока – трассой Саранпауль–Неройка (участок 34,5-23,5 км), с юго-востока – Западно-Сибирской равниной, с юго-запада – реками Большая Поля и Поля. Большая (северо-западная) часть территории представляет собой фрагмент крупного гетерогенного Щекуринского массива, который является самым северным представителем в цепочке мафит-ультрамафитовых интрузий Платиноносного пояса Урала. Юго-восточная часть площади сложена базальтами и долеритами комплекса параллельных даек.

Вся площадь покрыта сетью геологических маршрутов, расстояния между которыми в среднем 150-200 м: пройдено 58,3 км маршрутов и описано 614 точек наблюдения, в том числе 137 по коренным выходам. Точки наблюдения расположены по линии маршрутов через 100 м друг от друга, обязательно фиксировались сведения, полученные при наблюдениях между точками. Привязка точек выполнена тремя способами – визуальным (по характерным геоморфологическим элементам на топографической основе и наблюдаемым во время маршрута), полуинструментальным (шагомер, горный компас) и инструментальным (GPS-навигация). На основе наблюдений составлена геологическая карта (рис.). Выполнена полевая документация и штучное опробование. Обобраны две пробы (роговообманковых габбро и долеритов) на определение абсолютного возраста по циркону.

Результаты картирования позволяют говорить о более сложном строении территории, нежели считалось ранее [1]: выделено 10 основных структурно-вещественных комплексов (рис.). На основании прямых и косвенных геологических наблюдений представляется следующая последовательность их формирования.

1. Самыми древними породами изученной территории являются рассланцованные метавулканыты зоны ГУГР, среди которых отмечаются немасштабные тела гипербазитов – представителей салатимского комплекса.

2. Наиболее ранними образованиями остальной территории являются породы ультраосновного состава (пироксениты и серпентиниты), которые слагают три тела в северо-западной части площади и имеют северо-западное простирание. Весьма вероятно, что они имеют тектонические ограничения с вмещающими породами (для крайнего северо-западного тела тектонические контакты наблюдались в коренном залегании), которые представлены массивными и полосчатыми роговообманковыми габбро и крупнозернистыми гранитоподобными образованиями. В роговообманковых и полосчатых габбро часто наблюдаются ксенолиты пироксенитов.

3. Распространенные в юго-западной части площади долериты, вероятно, являются одновозрастными с породами ультраосновного состава. Они слагают комплекс параллельных даек. Интрузивный контакт с массивными роговообманковыми габбро и крупнозернистыми гранитоподобными образованиями задокументирован во врезке дороги Саранпауль–Неройка между 24 и 25 км. Кроме того, закартирован крупный ксенолит долеритов в массивных роговообманковых габбро, а также наблюдался контакт даек комплекса с падением на северо-запад под углом 70°. Среди долеритов часто наблюдаются скрины черных базальтов, количество и размеры которых возрастают в юго-восточном направлении. Геологическая структура, образуемая долеритами и базальтами, указывают на их происхождение в условиях растяжения земной коры. Факт интенсивного развития в южной части полосы долеритов интрузивных образований основного и кислого состава, что позволяет предполагать, что мы наблюдаем южное окончание развития комплекса параллельных даек.

4. На отрезке 32,8-33,4 км трассы Саранпауль–Неройка распространены полосчатые габбро, облик которых во многом определяется влиянием низко-среднетемпературных метаморфических процессов [5]. Они сопоставляются нами со второй фазой становления тагилкытльмского комплекса.

5. Массивные роговообманковые габбро пользуются распространением по всей площади, их ксенолиты встречены в плагиогранитах, диоритах и крупнозернистых гранитоподобных образованиях территории. Для пород характерно изменение состава от меланократовых до лейкократовых разностей при преобладании мезократовых. Породы предварительно сопоставляются нами с I-ой фазой становления северорудничного комплекса [3, 4].

6 и 7. Диориты и плагиограниты пользуются распространением в центральной части площади, обычно встречаются совместно и имеют фациальные взаимоотношения, образуя небольшие штокообразные тела (рис.). Породы предварительно сопоставляются нами со II-ой фазой становления северорудничного комплекса [3, 4].

8. Дайки порфировидных роговообманковых и офитовых пироксеновых габбро распространены преимущественно в юго-восточной и центральной части площади, установлены среди роговообманковых габбро и в поле развития долеритов, имеют мощность до 10 м и северо-западное простирание, падение близко к вертикальному. Офитовые пироксеновые габбро визуально весьма схожи с молодыми дайками Северного Урала, выделенными в ивдельский комплекс позднедевонского-раннекаменноугольного возраста.

9 и 10. Инъекционные габбро и крупнозернистые гранитоподобные образования встречаются в северо-западной части территории. Метасоматическая природа инъекционных габбро (своеобразное «переслаивание» меланократовых, лейкократовых и других габбро в сочетании с дайко- и жиллообразными формами гранитного состава, отмечаются гигантозернистые пегматоидные разности, горнблендиты и др.) не вызывает сомнения. Тела крупнозернистых «гранитов» мы также считаем результатом интенсивной метасоматической деятельности. В пользу этого говорят следующие данные:

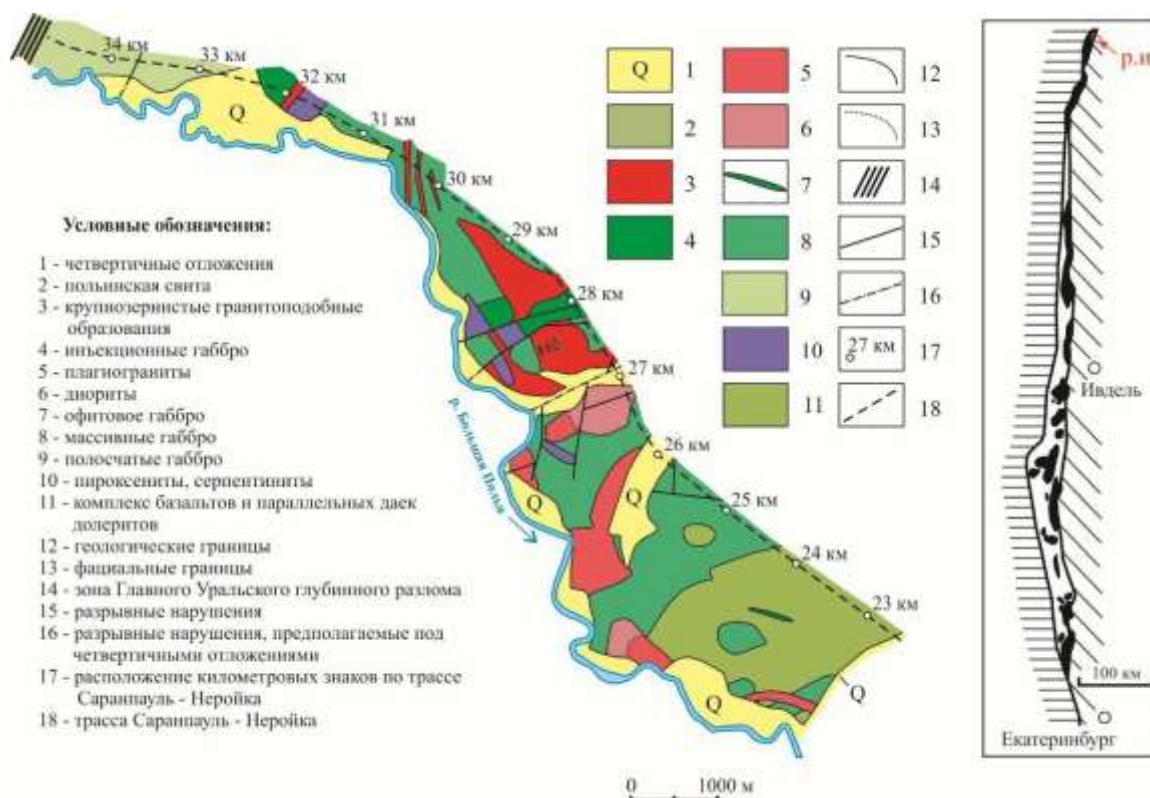


Рис. Положение района исследований в структуре Платиноносного пояса Урала и геологическая карта территории по результатам практики

- «граниты» пространственно совмещены с телами инъекционных габбро;
- они нередко образуют узкие (первые десятки метров) линейные тела, что не согласуется с крупно- и гигантозернистой структурой пород;
- часто размещение тел контролируется зонами разрывных нарушений (как и инъекционных габбро);
- крупные эвгедральные зерна кварца в «гранитах» более напоминают порфиробластовые выделения, нежели чем порфириовидную структуру.

Установленные пространственное размещение и взаимоотношения выделяемых структурно-вещественных комплексов территории картирования соответствуют модели островодужной стадии развития Урала и становления пород платиноносной ассоциации, рассмотренной в [2].

Важным для понимания геологического строения восточного склона Приполярного Урала мы считаем предположение о не магматическом происхождении гранитоподобных образований. Не учитывая этого факта, порождается точка зрения о существовании многочисленных гранитоидов разных геодинамических и геохимических типов – низкостронциевые плагиогранитоиды верхнетагильского комплекса, коллизионные гранитоиды, офиолитовые гранитоиды, высокостронциевые гранитоиды.

Работы выполнены в НОЦ «Поиск» при активном участии студентов группы 2231 Института природопользования Югорского государственного университета в рамках государственных работ в сфере научной деятельности (задание № 2014/505).

Литература

1. Бочкарев В.В. Магматические формации северной части Приполярного Урала – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 67 с.
2. Волченко Ю.А. Структурно-вещественная эволюция комплексов Платиноносного пояса Урала при формировании хромит-платиновых месторождений уральского типа // Литосфера. – 2007. – № 3. – С. 3-27.
3. Кудрин К.Ю. Геохимическая типизация магматических образований восточного склона Приполярного Урала между речья Сёртынья-Манья // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 325. – № 1. – С. 69-82.

4. Кудрин, К. Ю. Петрохимическая типизация силурийских магматитов междуречья Турупья – Щекурья (Приполярный Урал) // Литосфера. – 2011. – № 2. – С. 84-93.
5. Кудрин К.Ю., Иванов К.С., Шокальский С.П., Наставко Е.В. Результаты U-Pb shrimp-ii и Ar-Ar датирования магматических образований междуречья Сёртынья – Щекурья (Приполярный Урал) // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 8. – С. 6-16.

КЛИМАТОСТРАТИГРАФИЯ ПОЗДНЕГО ГОЛОЦЕНА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО МАТЕРИАЛАМ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

С.В. Жилич^{1,2}, Н.А. Рудая¹, С.К. Кривоногов²

Научный руководитель ведущий научный сотрудник С.К. Кривоногов

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

На юге Западно-Сибирской равнины из-за слабо пересеченного рельефа и небольшого перепада высот отчетливо выражена зональность ландшафтов. К северу в таежной зоне находятся обширные заболоченные территории, а к югу в лесостепной и степной зонах множество пресных и соленых озер. В данном исследовании нами рассматриваются четыре объекта – озера, расположенные на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в Новосибирской области. Озеро Большие Тороки расположено в северной лесостепи недалеко от границы таежной зоны, озеро Чаны (Ярковский плес) и озеро Малые Чаны расположены в южной лесостепи, а озеро Большое Яровое в степной зоне. Климат Западной Сибири – переходный между умеренно континентальным на Русской равнине и резко континентальным в Средней Сибири. Современные климатические показатели для этих озер отличаются в основном по количеству осадков, которое составляет от 350 мм/год в степях до 450 мм/год близ границы с тайгой. Средняя температура июля - +18.3 °С, января - -19.7 °С.

Исследование озерных отложений микропалеонтологическими методами (палинологический, хириноидный, остракодный, диатомовый и др.) для реконструкции климата является общемировой практикой, так как в озерах последовательно откладываются и сохраняются остатки живых организмов, по особенностям экологии которых можно реконструировать палеогеографические обстановки в разные периоды времени. Несмотря на определенный прогресс в изучении климата голоцена Западной Сибири, отчетливая картина климатических изменений складывается только для территорий зоны тайги и севернее. Для южной части, несмотря на исследованные и датированные озера и торфяники [2; 4] картина климатических изменений остается противоречивой. В данном исследовании мы предпринимаем попытку реконструировать изменения климата по сдвигам границ природных зон, происходившим в прошлом. Природные зоны мы реконструируем по палинологическим данным методом биомизации.

Материалы и методы.

Озеро Большие Тороки (55.3935° с.ш., 80.6186° в.д.) находится в северной части лесостепной зоны (Барабинская лесостепь) с годовыми осадками 450 мм. Глубина озера около 1 м, площадь 9,57 км². Непрерывный керн донных отложений длиной 1,8 м был получен в 2012 г. Основание керна датировано радиоуглеродным методом в 8 тысяч лет.

Озеро Чаны (54.9624° с.ш., 77.9595° в.д.) – крупнейшее озеро Западно-Сибирской равнины и самое большое бессточное озеро России. Средняя глубина около 2 м, максимальная - 6 м. Современная растительность соответствует лесостепной зоне с остепенными лугами. Годовое количество осадков около 400 мм. Керн донных отложений оз. Чаны (Ярковский плес) длиной 3.2 м, полученный в 2008 г. Возраст основания керна около 9,5 тысяч лет.

Озеро Малые Чаны (54.55220° с.ш., 77.99580° в.д.) солоноватое, площадью около 200 км², средняя глубина 1,4 м, максимальная около 3 м. Расположено на границе степной и лесостепной зон; годовое количество осадков около 400 мм. Полученный в 2006 г. 3,6-метровый керн донных отложений озера, возраст основания керна около 9,5 тысяч лет.

Озеро Большое Яровое (52.8603° с.ш., 78.6009° в.д.) находится в степной зоне (Кулундинская степь) с годовым количеством атмосферных осадков 250-300 мм. Площадь озера 66.7 км², средняя глубина 4.4 м. В 2010 г. был получен непрерывный керн донных отложений длиной 4,6 м, его основание датировано в 4,4 тысячи лет.

Образцы озерных отложений отбирались с различными интервалами для разных озер. Из оз. Большие Тороки на палинологический анализ отобрано 86 образцов и получено 4 радиоуглеродные даты [1], из оз. Чаны отобрано 100 образцов и получено 11 радиоуглеродных дат. Из оз. Малые Чаны 24 образца, получено 5 радиоуглеродных дат. Из оз. Большое Яровое 23 образца, керн датирован по палеомагнитным данным [5]. Все возрастные модели построены с помощью пакета Vascon 2.2 [3]. Всего палинологическим методом было изучено 233 образца. Химическая обработка проводилась по методике, стандартной для озерных отложений [6]: обработка 10% раствором соляной кислоты для растворения карбонатов, 10% раствором гидроксида калия для удаления гуминовых кислот и концентрированной плавиковой кислотой для удаления силикатов. Для подсчета концентрации в каждый образец добавлялась одна таблетка спор *Lycopodium*. Готовый препарат изучался под микроскопом с увеличением в 400 раз, в каждом препарате насчитывалось 300–500 пылевых зерен. Определение пыльцы до семейств и родов проводилось с использованием эталонной коллекции ИАЭТ СО РАН и атласов. Палинологические данные использовались для количественной реконструкции доминирующих типов растительности (биомов) методом биомизации.

Метод основан на концепции биомов - крупных функциональных группировок растений, имеющих общий набор параметров необходимых для роста и воспроизводства (средние температуры, количество осадков, освещенность). Каждый таксон, определенный в образцах, относится к одному или нескольким биомам, математически подсчитываются общие баллы биомов для каждого образца. В наших образцах представлены биомы тайги, степи и пустыни (Рис.).

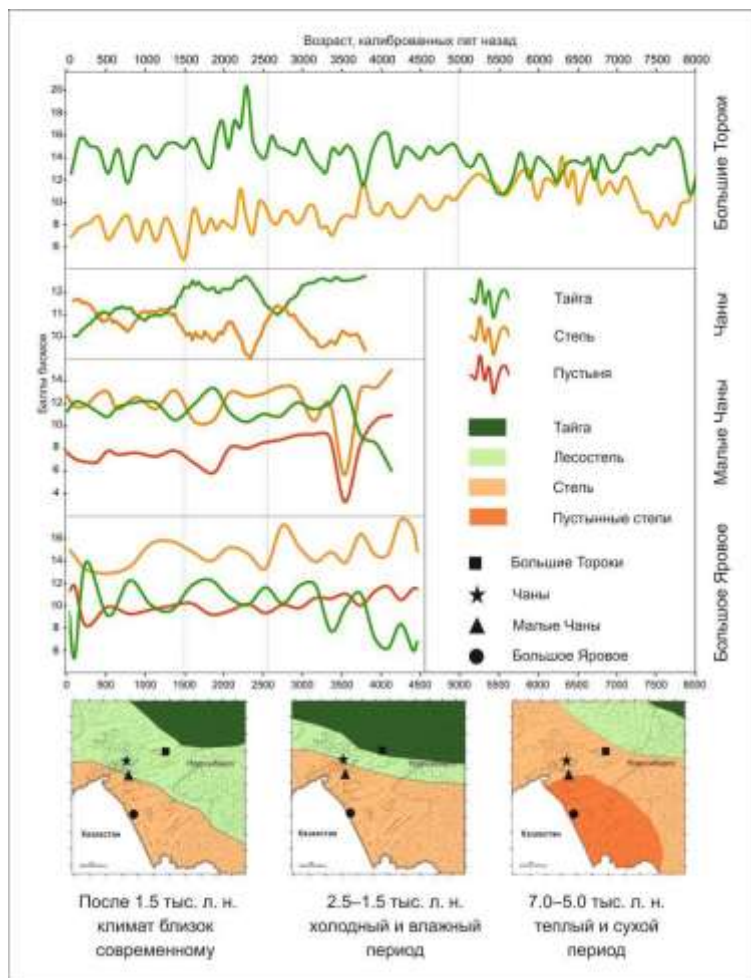


Рис. Реконструкция изменений доминирующих типов растительности на юге Западной Сибири методом биомизации по данным палинологического изучения озер

Результаты.

По данным палинологического анализа и количественной реконструкции доминирующих растительных сообществ методом биомизации реконструированы изменения взаимного расположения природных зон на юго-востоке Западной Сибири в голоцене.

Между 8.0 и 7.0 тысяч лет назад в районе озера Большие Тороки произрастали хвойные леса из сосны обыкновенной, кедра сибирского и ели. Реконструированная растительность соответствует подзоне южной тайги, климат был холоднее, а уровень осадков выше, чем в современной лесостепной зоне.

После 7 тысяч лет назад в районе озера Большие Тороки стало суше и теплее. Граница степи продвинулась далеко на север. Более южные озера в этот период либо не существовали, либо часто пересыхали. Можно предположить, что в течение самого теплого и сухого периода 7.0–5.0 тысяч лет назад в районе озер Большое Яровое, Малые Чаны и, возможно, Чаны были распространены опустыненные ландшафты, а березовые перелески полностью отсутствовали.

После 5.0 тысяч лет назад, в целом, наметился тренд на похолодание и увлажнение. В районе озера Большие Тороки распространилась лесостепь, климат стал более влажным. К югу климат оставался достаточно сухим и теплым, доминировала полярная степь, а доля пустынных сообществ сокращалась.

Начиная с 3.4 тысяч лет назад в районе озера Чаны и Малые Чаны распространились березовые колки. Южнее доминировала степь, но распространились злаково-полярные степи, а пустынные сообщества сократились.

Около 2.0 тысяч лет назад по всем озерам наблюдается увеличение доли таежных компонентов, вероятно в этот период имело место кратковременное увеличение количества осадков, понижение средних зимних температур и сдвиг южной границы тайги к югу.

После 1.5 тыс. лет назад границы природных зон не претерпевали значительных сдвигов. Лишь в последние 100-200 лет в южных районах увеличилось влияние степных и пустынных компонентов. Это может быть связано с усилившейся антропогенной нагрузкой (вырубка, пастбища) или с сокращением уровня осадков.

Литература

1. Жилич С.В., Рудая Н.А., Кривоногов С.К., Назарова Л.Б., Поздняков Д.В. Динамика природной среды Барабинской лесостепи за последние 8000 лет и ее влияние на типы хозяйствования населения // Археология, этнография и антропология Евразии. В печати.
2. Хазин Л.Б., Хазина И.В. Микрорепалеонтологический и палинологический анализы верхне-голоценовых отложений разреза Чича-1 (Новосибирская область) // Новости палеонтологии и стратиграфии: Приложение к журналу Геол. и геофиз. – 2008. – Т. 49. – № 10 – 11. – С. 473 – 476.
3. Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age – depth models using an autoregressive gamma process. – Bayesian Analysis. – 2011. – Vol. 3. – № 6. – P. 457 – 474.
4. Krivonogov S.K., Takahara H., Yamamuro M., Preis Yu.I., Khazina I.V., Khazin L.B., Safonova I.Y., Ignatova N.V. Regional to local environmental changes in southern Western Siberia: evidence from biotic records of Mid to Late Holocene sediments of Lake Beloye // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2012a. – I. Vol. 331 – 332. – P. 177 – 193.
5. Rudaya N., Nazarova L., Nourgaliev D., Palagushkina O., Papin D., Frolova L. Mid-late Holocene environmental history of Kulunda, southern West Siberia: vegetation, climate and humans // Quaternary Science Reviews. – 2012. – Vol. 48. – P. 32 – 42.
6. Textbook of Pollen Analysis. 4th ed. by K. Fægri, P.E. Kaland, K. Krzywinski / K. Faegri, J. Iversen – Chichester: John Wiley & Sons, 1989. – 328 p.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ АЛЫКАЕВСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН, ВЕРХНИЙ КАРБОН)

А.Д. Зарипова

Научный руководитель заведующая палеонтологическим музеем ТГУ Л.Г. Пороховниченко
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Подавляющее число коллекций каменноугольных растений Кузбасса собраны и изучены в первой половине XX века. Многие из них до настоящего времени не ревизованы, таксоны не доизучены на основе современных методов и их определения не приведены в соответствие с современными систематиками. Изучение таких коллекций важно для уточнения состава и возраста флористических комплексов, выяснения палеогеографических обстановок.

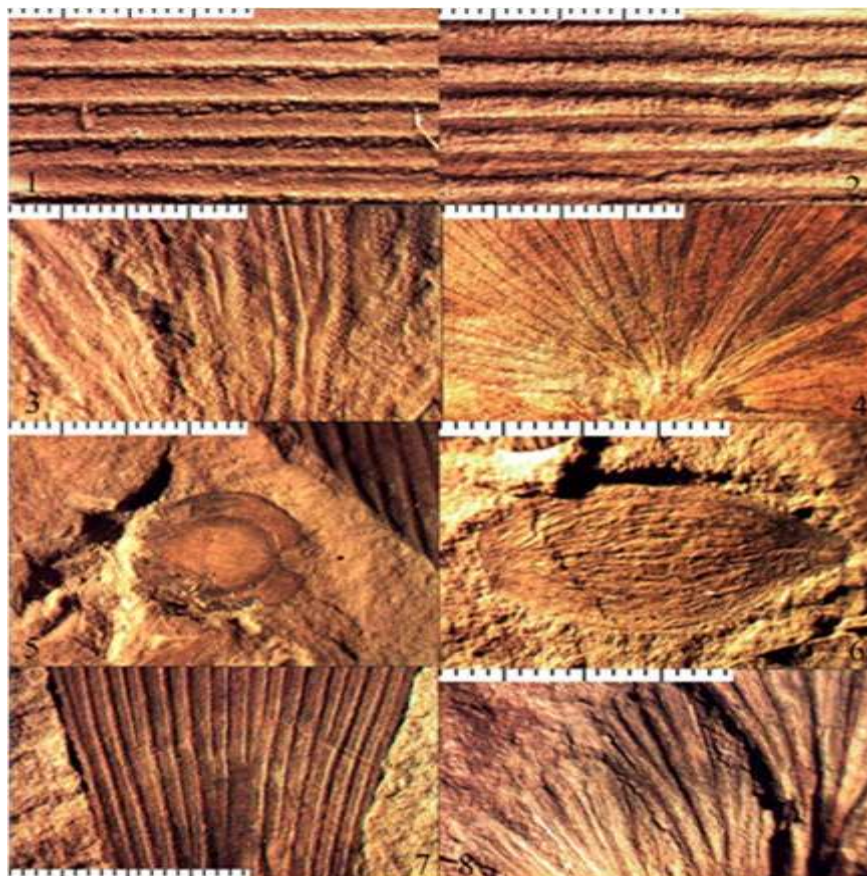
Автором проведена ревизия коллекции растительных остатков (около 170 штуфов), собранных и макроморфологически изученных ранее профессором В.А. Хахловым [7]. Совместно с макроморфологическим исследованием автором применен микроморфологический (микроструктурный) метод [4], позволяющий по многочисленным фитолеймам и отпечаткам проследить строение эпидерм и изменчивость слагающих их структур. Материал происходит из стратотипического Кемеровского района Кузбасса – из лога Мосточки, что в 2 км выше д. Старая Балахонка и района д. Черемичкино по левому берегу р. Северная Уньга. В настоящее время эта коллекция хранится в палеонтологическом музее ТГУ под №8. В.А. Хахловым [7] из указанных местонахождений приведены многие таксоны, которые ныне являются устаревшими и не используются в палеоботанике: *Noeggerathiopsis aequalis* (Goep.) Zal., *Gondwanidium sibiricum* (Pet.) Zal., *Sibiropteris dichotoma* (Neyb.) Zab., *Psigmophyllum schmalhauseni* Zal., *Angariella minima* Chachl.

Растительные остатки из лога Мосточки встречаются в рассланцованных темно-серых аргиллитах в виде отпечатков, углефицированных фитолейм, хаотично распределенных в породе со следами незначительного переноса. На многих листовых фрагментах отчетливо видны особенности эпидерм - папиллы, структура клеточных рядов и ее изменчивость в разных зонах листьев [1, 2, 6]. В целом, в фитоориктоценозе преобладают крупные листья кордаитантовых, представленных прэруфлориями *Rufioria ex gr. theodori* (Tschirk. et Zal.) S.Meyen и *Rufioria subangusta* (Zal.) S.Meyen, листьями без желобков *Cordaites neuburgae* Gluch. Распространены фрагменты развитой вайи *Paragondwanidium sibiricum* (Pet.) S. Meyen и чуть реже листья разного типа рода *Angaropteridium*, представленные экземплярами как с дорсальными желобками, так и без них. В подчиненном количестве встречаются генеративные органы *Krylovia sibirica* Chachl., *Kr. glomerata* Chachl., *Ginkgophyllum Vsevolodi* Zal., *Neuropteris sibiriana* Zal., *Dicranophyllum sp.*, *Angaridium mongolicum* Zal. and Tschirk., *Mostotchkia longifolia* Chachl., *Tchirkoviella sibirica* Zal., *Phyllothea ninaeana* Radcz., *Sphenopteris sp.* Из семян встречены *Samaropsis pauxilla* Zal. и *Samaropsis patula* Zal (Табл. 1).

Растительные остатки из местонахождения у д. Черемичкино распределены в желто-серых массивных аргиллитах по плоскостям напластования и без видимых следов переноса. Они представлены отпечатками листьев, фитолеймами, остатками стеблей и изолированными семенами. В этом фитоориктоценозе также преобладают остатки кордаитантовых. Среди них доминируют листья прэруфлорий *Rufioria (P.) theodori* (Tschirk. et Zal.) S.Meyen и *R. (P.) subangusta* (Zal.) S.Meyen, реже наблюдаются отпечатки *Cordaites neuburgae* Gluch. Встречены изолированные семена *Samaropsis sp.* и *Cordaicarpus kovbasinae* Such. В меньшем количестве встречаются *Paragondwanidium sibiricum* (Pet.) S. Meyen, *Angaropteridium cardiopteroides* (Schm.) Zal., *Dicranophyllum sp.*, *Neuropteris sibiriana* Zal., а также семена *Angarocarpus ungensis* (Zal.) Radcz (Табл. 1).

В результате микроструктурных исследований впервые описаны заметные эпидермальные признаки у *Paragondwanidium sibiricum* (Pet.) S. Meyen и *Angaropteridium cardiopteroides* (Schm.) Zal. Выяснилось, что у отдельных перьев *Paragondwanidium sibiricum* (Pet.) S. Meyen нижняя поверхность густо усеяна папиллами. Рахисы их на отпечатках также несут папиллы в виде вытянутых ямок. На молодых перышках папиллы сосредоточены у оснований, а крупные развитые перышки полностью орнаментированы [3].

На отпечатках нижней эпидермы листьев *Angaropteridium* между жилками прослеживаются дорсальные желобки, густо усеянные отгисками папилл. Крупные папиллы сосредоточены у основания и по краю листьев. На тонких фитолеймах папиллы выражены лучше, в виде сосочковидных выростов. При увеличении по краю перышек просматривается кайма, сложенная из другой структуры клеток, являющаяся, по-видимому, укрепляющей [5]. Совместно с листьями *Angaropteridium*, несущими дорсальные желобки между жилками, встречаются листья без таковых. Выявление двух эпидермальных типов *Angaropteridium* в одном флороносном слое требует более детального изучения известных видов этого рода и пересмотра систематики этой группы в целом.



Объяснения к фототаблице

- Фиг. 1. *Ruffloria* (P.) *subangusta* (Zal.) S. Meyen; Кузнецкий бассейн, д. Черемичкино, алыкаевская свита, верхний карбон; оттиски дорсальных желобков, экз. №8/149 (x20).
 Фиг. 2. *Cordaites neuburgae* Gluch.; там же; жилкование, экз. №8/158 (x20).
 Фиг. 3. *Angaropteridium* sp.; там же; дорсальные желобки вставляются между жилками, экз. №8/43б (x15).
 Фиг. 4. *Angaropteridium cardiopteroides* (Schm.) Zal.; Кузнецкий бассейн, лог Мосточки; алыкаевская свита, верхний карбон; экз. №8/105 (x12).
 Фиг. 5. *Samaropsis patula* Zal.; Кузнецкий бассейн, Кемеровский р-н; д. Черемичкино; алыкаевская свита, верхний карбон; семя, экз. №8/149 (x5).
 Фиг. 6. *Angarocarpus ungensis* (Zal.) Radcz.; там же; крупное семя, экз. №8/160 (x0,6).
 Фиг. 7. *Ruffloria* (P.) *theodorii* (Tschirk. et Zal.) S. Meyen; Кузнецкий бассейн, лог Мосточки; алыкаевская свита, верхний карбон; основание с дорсальными желобками, экз. №8/10 (x5).
 Фиг. 8. *Angaridium mongolicum* Zal. and Tschirk., там же; перышки, экз. №8/39 (x 10).

Проведенные исследования позволили заметить параллелизм разных групп по присутствию дорсальных желобков. В двух указанных фитоориктоценозах присутствуют ангароптеридиумы с дорсальными желобками и их морфологические аналоги без желобков, а среди доминирующих кордаитантовых - прэруфлории с дорсальными желобками и морфологически сходные листья *Cordaites* без желобков. Присутствие желобков на нижней поверхности листьев и сильная орнаментация папиллами свойственна современным растениям засушливых местообитаний [5]. Углеобразование в Кузбассе в алыкаевское время связано с избыточным увлажнением и оптимальной для развития растений температурой, поэтому недостатка тепла и влаги для интенсивного роста растений не было. Появление и заметное развитие ксероморфных эпидермальных признаков (папилл, дорсальных желобков) может свидетельствовать о произрастании растений в сильно минерализованных

или болотистых почвах, затрудняющих усвоение корнями питательных веществ, что, по-видимому, вызывало физиологическую сухость растений [5].

Литература

1. Глухова Л.В. Систематика, микроструктура, стратиграфическое распространение руфлорий (Обзор) // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – Москва, 2009. – Том 1. – С. 15 – 50.
2. Глухова Л.В. Систематика и микроструктура кордаитовых листьев без дорсальных желобков из верхнего палеозоя Северной Евразии (Обзор) // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – Москва, 2011. – Том 4. – С. 1 – 40.
3. Зарипова А.Д. Новые данные по позднекаменноугольным растениям (Кузбасс, д. Черемичкино, лев. берег р. Северная Уньга) // Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2015: Геология. – Новосибирск – 2015. – С.23.
4. Мейен С.В. Кордаитовые верхнего палеозоя Северной Евразии (Морфология, эпидермальное строение, систематика и стратиграфическое значение) // Труды ГИН АН СССР, вып. 150. – М.: Наука, 1966. – 184 с.
5. Пороховниченко Л.Г., Зарипова А.Д. Особенности эпидермального строения листьев некоторых *Angaropteridium Zalesky* из карбона Кузбасса и их экоморфологическая интерпретация // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «*Lethaea rossica*». – Москва, 2015. – Вып. 2. – С. 202 – 206.
6. Сухов С.В. Семена позднепалеозойских растений Средней Сибири. – Л.: Недра, 1969. – 264 с.
7. Халлов В.А. Ископаемые растения балахонской свиты Кемеровского района Кузбасса // Тр. ТГУ. – Томск, 1939. – С. 1 – 25.

ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ ЕРКОВЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Киселева

Научный руководитель руководитель аналитического центра В.И. Рождествина
Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

Вопросы палеорекострукции условий накопления и преобразования углей, выявление и изучение остаточной генетической информации об источниках углеобразования является актуальной фундаментальной задачей научных исследований. Хроматографический анализ молекул-биомаркеров, присутствующих в органическом веществе углей, позволяет решать поставленные задачи. Состав этих соединений определяется, исходной биомассой и последующими процессами ее трансформации [1]. Наиболее стабильными и геохимически информативными соединениями в современных осадках являются углеводороды. К углеводородным биомаркерам относятся *n*-алканы и изопреноидные соединения пристан и фитан. Эти соединения обладают низкой химической активностью и сохраняются в неизменном виде на всех этапах преобразования исходного органического вещества [2].

Целью работы является установление условий мезозойско-кайнозойского угленакопления в Амуро-Зейской впадине на основе газохроматографических исследований углей и вмещающих пород бурогоугольных месторождений. Ерковецкое месторождение бурых углей в структурно-генетическом плане приурочено к южному флангу Белогорской мезокайнозойской впадины, выполненной меловыми, палеогеновыми и неогеновыми осадками. Площадь месторождения приблизительно 1250 км.

Отбор проб по отдельным вертикальным профилям действующего угольного разреза выполнен на участке Южном. Бороздовые пробы отбирались от почвы пласта к его кровле с шагом 0,5 м. Мощность угольного пласта в зоне отбора проб 3...4 м, надугольных отложений – около 25 м. Уголь бурый комковатый до рыхлого, встречаются прослой блестящего. Пласт содержит два глинистых прослоя светло-коричневого цвета с неровными волнистыми контактами с вмещающими углями с неравномерной мощностью от 2 до 20 см.

Исследования молекулярного состава органического вещества углей и вмещающих пород проводилось хроматографическим методом на газовом хроматографе Agilent 6890 N. Подготовка образцов заключалась в следующем: растворимое органическое вещество (битумоид) экстрагировали из угля хлороформом в ультразвуковой ванне в течение 30 минут ($t = 30^{\circ}\text{C}$). Выделение насыщенных углеводородов осуществляли методом жидкостно-адсорбционной хроматографии на колонках с Al_2O_3 (элюент – гексан).

Во всех исследуемых пробах – в углях и вмещающих породах – идентифицирован гомологический ряд *n*-алканов от $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ до $\text{C}_{33}\text{H}_{68}$, с явным преобладанием высокомолекулярных гомологов с нечетным числом атомов углерода (23, 25, 27, 29, 31, 33), (рис. 1), источником образования которых, в соответствии с литературными данными, являются высшие растения [4]. Вклад высших растений количественно отражает показатель нечетности (Нечет/Чет) и CPI (Carbon Preference Index) [5]. Угольным образцам соответствуют значения параметров Нечет/Чет от 1.05 до 3.88, CPI от 1.24 до 5.69, что подтверждает вклад наземных высших растений в процесс угленакопления. Чем больше значение, тем больше вклад высших растений. Значения этих показателей для рассеянного органического вещества вмещающих пород несколько ниже: Нечет/Чет от 0.9 до 1.81, CPI от 0.87 до 2.08. Это может свидетельствовать о затоплении территории.

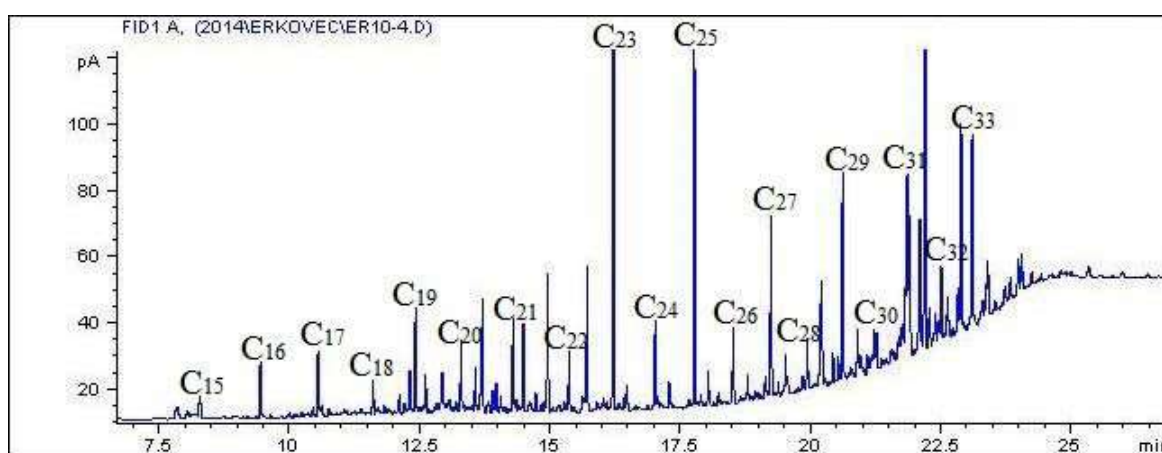


Рис. 1. Хроматограмма угольного образца Ерковецкого месторождения

Одним из важнейших показателей при генетическом сопоставлении ОБ пород является соотношение реликтовых алканов изопреноидного строения – пристана и фитана.

Пристан и фитан являются производными хлорофилла, который гидролизуетсся с выделением фитола. В окислительных условиях, которые характерны для седиментации осадков с наземным ОБ, фитол окисляется в фитановую кислоту. Последующее декарбоксилирование фитановой кислоты приводит к образованию пристана и, следовательно, к высоким значениям отношения Pr/Ph (> 1). Для ОБ, исходным материалом которых служили водоросли, характерно преобладание фитана и низкие значения отношения Pr/Ph (< 1) [4].

В угольных образцах Ерковецкого месторождения значения Pr/Ph варьируют от 0.56 до 2.69, при среднем 1.43 (> 1), во вмещающих породах от 0.2 до 1.51 при среднем 0.7 (< 1).

Таким образом, все геохимические параметры указывают на основной источник углеобразования – высшие наземные растения.

Для подтверждения и анализа типа источника органического вещества бурых углей Ерковецкого месторождения проведен хроматографический анализ современных высших растений лесной зоны. На исследование были взяты представители лиственных (дуб, береза) и хвойных деревьев (сосна). Отобраны отдельно сердцевина древесины (заболонь), кора, внутренняя кора, листья и хвоя. Биоматериал сушили в сушильном шкафу при температуре 50 °С, измельчали в порошок, извлечение углеводородной фракции осуществляли по той же методике.

В результате анализа, во всех растительных образцах обнаружены высокомолекулярные алканы от $C_{23}H_{48}$ до $C_{33}H_{68}$ с явным преобладанием нечетных гомологов с числом углеродных атомов 25, 27, 29, 31 (рис. 2). Эти алканы содержатся в кутикуле растений, предохраняя их от высыхания, паразитных грибков и мелких растительноядных организмов [3]. Предположительно, цепи с нечетным числом атомов углерода образуются при декарбоксилировании жирных кислот с четным количеством углеродных атомов.

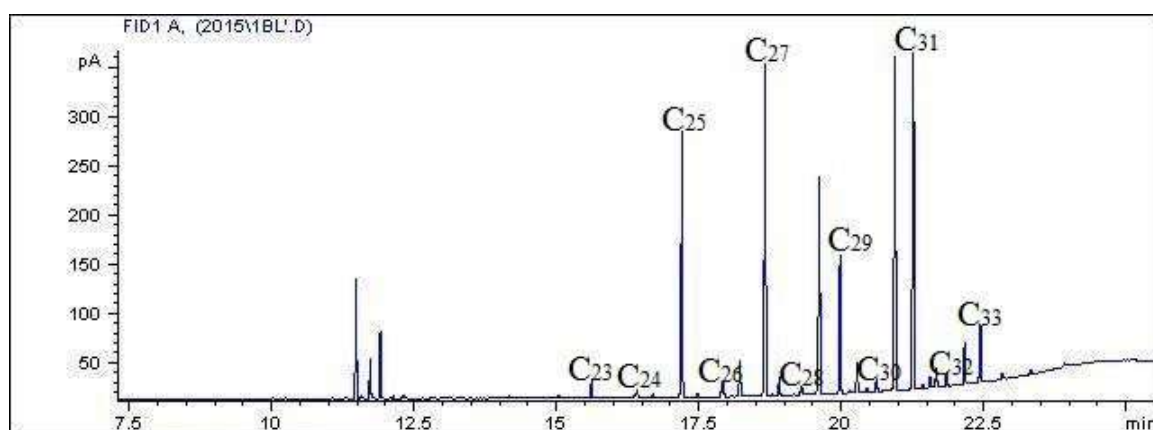


Рис. 2. Хроматограмма листьев березы

Также хроматографический анализ показал, что максимальное количество n-алканов содержится в листьях, по сравнению с другими частями дерева. Суммарная концентрация алканов в 1 г листьев березы составила 1123.9 мкг, в коре – 15.07 мкг, в сердцевине – 0.74 мкг. В листьях дуба по сравнению с листьями березы, концентрация алканов в два раза больше 2334.66 мкг/г, в коре 6.66, в сердцевине 4.5. В сосне наибольшее содержание алканов в иголках – 40.92 мкг/г, в коре 8.8, во внутренней коре 4.3, в сердцевине из-за присутствия

смолы 20.98 мкг/г. Можно сделать вывод, что основной поставщик n-алканов в угли являются листья растений. Т.к. в стволах деревьев концентрация алканов по сравнению с листьями незначительная.

Таким образом, изучение отдельных классов биомаркеров дает возможность выявить определенные корреляции состава органического вещества каустобиолитов с исходным биоматериалом.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что основным источником органического вещества бурых углей Ерковецкого месторождения являются высшие растения. Угли формировались в окислительных условиях, которые характерны для седиментации осадков с наземным органическим веществом. Источник рассеянного органического вещества вмещающих пород носит смешанный характер и, вероятно, связан с вкладом водных растений и водорослей. Глинистые прослои, могли образоваться в послепаводковый застойный период. Предположительно, паводковые воды переносили существенное количество ультрадисперсных глинистых фракций, которые осаждались как в общей массе растительного материала, так и перекрывали его при медленном отводе воды, образуя глинистые прослои, покрывая древесный слой.

Литература

1. Каширцев В.А., Конторович А.Э., Москвин В.И., Кучкина А.Ю., Ким В.Е. Углеводороды-биомаркеры в органическом веществе палеогеновых отложений юга Западной Сибири // Нефтехимия, – 2008. – Том 48, – № 4. – С. 271 – 276.
2. Органическая геохимия / Под ред. Эглинтон Дж., Мэрфи М.Т.Дж. Л.: Недра, Ленинградское отд-ие, – 1974. – 487 с.
3. Чахмахчев В.А., Виноградова Т.Л. Геохимические показатели фациально-генетических типов исходного органического вещества // Геохимия, – 2003, – № 5. – С. 554 – 560.
4. Шляхов А.Ф. Газовая хроматография в органической геохимии. – М.: Недра. – 1984. – 222 с.
5. Maria-Fernanda Romero-Sarmiento, Armelle Riboulleau, Marco Vecoli, Fatima Laggoun-Defarge, Gerard J.M. Versteegh Aliphatic and aromatic biomarkers from Carboniferous coal deposits at Dunbar (East Lothian, Scotland): Palaeobotanical and palaeoenvironmental significance // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 309 (2011) p. 309 – 326.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБНАЖЕНИЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО ТИПА: «ДОРОШЕВИЧИ», «ЗБОРОВО» (ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

В.Л. Моляренко, Т.А. Мележ

Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ
*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Памятники природы – это уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, эстетическом, историко-культурном отношении природные объекты естественного и искусственного происхождения. К геологическим памятникам природы обычно относят: обнажения ледниковых отложений, коренных пород, отторженцы, характерные элементы рельефа – камы, озы, а также крупные валуны и их скопления, другие геологические объекты [1].

В отличие от остальных областей Беларуси, Гомельская область достаточно бедна на геологические памятники природы местного значения. Геологических памятников природы республиканского значения в пределах Гомельской области всего пять. Все эти памятники получили свой статус в 1963 году.

В соответствии с геолого-геоморфологическими особенностями региона, проведена классификация объектов, которые следует брать под охрану. В соответствии с ней выделено 10 типов геологических и геоморфологических памятников: стратиграфические, палеонтологические, тектонические, геоморфологические, минерало-петрографические, гидрогеологические, геофизические и геохимические, горно-исторические, космогенные, комплексные [2].

В рамках выполнения ГРАНТа «Каталогизация и картографирование уникальных геологических объектов Гомельской области» были проведены полевые исследования на следующих геологических объектах: обнажения «Ляхова гора», «Зборово», «Лоев», «Дорошевичи», «Красный берег»; месторождения «Белая гора», «Каменковское», «Глушкевичи» и заказник «Мозырские овраги». Среди изученных объектов к стратиграфическому типу относятся: обнажение «Ляхова гора», обнажение «Зборово», обнажение «Дорошевичи», обнажение «Красный берег», обнажение «Лоев» [3].

Обнажение «Дорошевичи» (Рис. 1, Табл.1), также относящиеся к стратиграфическому типу, представлено породами муравинского времени, которые находятся на левом берегу р. Припять к югу от д. Дорошевичи Петриковского района, на склоне второй надпойменной террасы (торфяник), площадью 3 тыс. м². Породы обнажаются на протяжении 150 м, высота склона в среднем 6 м.

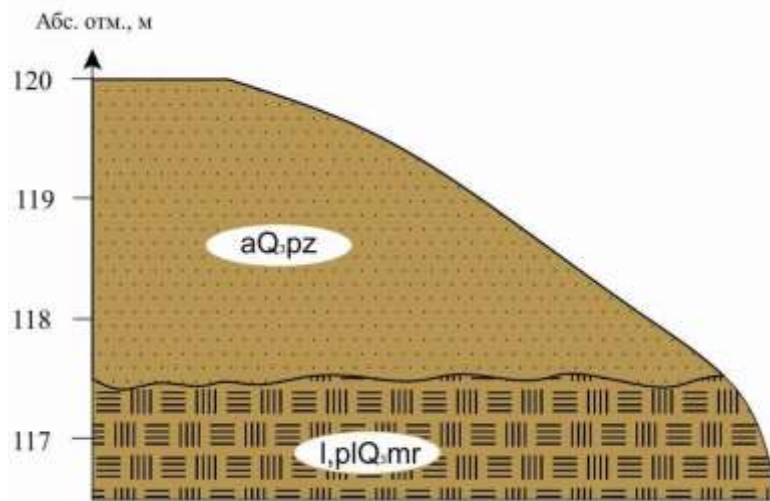




Рис. 1. Геологический разрез обнажения «Дорошевичи» (масштаб 1:100)

Таблица 1

Легенда к геологическому разрезу обнажения «Дорошевичи»

Условные обозначения	Возраст	Генетический тип отложений	Литологический состав	Мощность, м
	четвертичная система, муравинский горизонт	аллювий (a)	песок кварцевый светло-желтый мелкозернистый	2,0–2,5
	четвертичная система, муравинский горизонт	лимный (l), палюстрий (pl)	торф	0,8–1,0

Муравинские озерно-болотные отложения обнажения «Дорошевичи», сложенные торфом, обладают, по сравнению с голоценовыми, большей плотностью. Мощность их, как и последних, сравнительно невелика. В среднем она равна 2...5 м, но в данном обнажении средняя мощность торфа составляет 0,8...1,0 м. Максимальная мощность озерно-болотных отложений в пределах обнажения – 1,8 м.

Обнажение «Зборово» (Рис. 2, Табл. 2), площадью 0,1 тыс. м², расположено на левом берегу р. Днепр в 2,5 км восточнее д. Зборово Рогачевского района. Оно представлено осадочными породами озерно-болотного генезиса муравинского межстадиала (l, plQIII_{mr}), простирается на протяжении 19 метров.

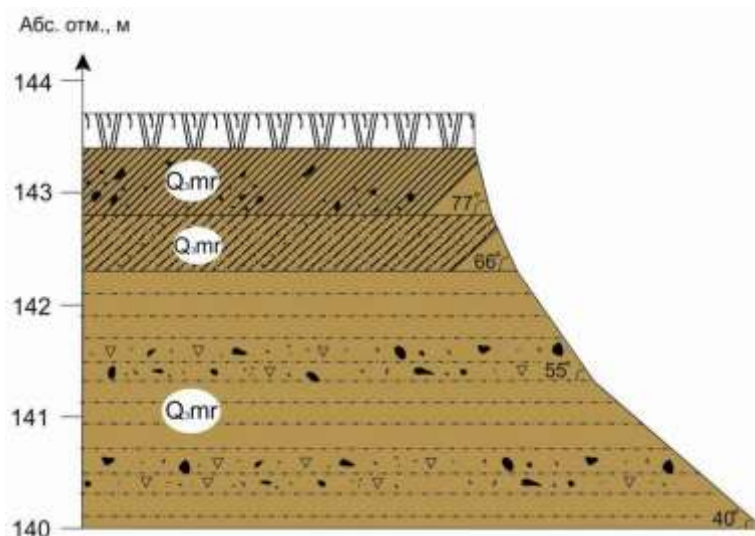


Рис. 2. Геологический разрез обнажения «Зборово» (масштаб 1:100)

Легенда к геологическому разрезу обнажения «Зборово»

Условные обозначения	Возраст	Генетический тип отложений	Литологический состав	Мощность, м
	четвертичная система	–	почвенно-растительный слой	0,3
	четвертичная система, муравинский горизонт	аллювий (a) лимний (l), палюстрий (pl)	супесь темно-коричневая, влажная, с включением гравия и гальки	0,6
	четвертичная система, муравинский горизонт	лимний (l), палюстрий (pl)	суглинок красный с переслаиванием песка кварцевого мелкозернистого, суглинка темно-коричневого с включениями гальки,	0,5
	четвертичная система, муравинский горизонт	лимний (l), палюстрий (pl)	алевролит светло-коричневый, слабощементированный с включением валунов, гальки, дресвы	2,3

В обнажении «Зборово» вскрываются осадочные четвертичные отложения озерного (озерно-болотного) генезиса муравинского возраста на правом берегу р. Днепр. Разрез представляет большую ценность для толкования общих вопросов стратиграфии четвертных отложений. В муравинское межледниковье (QШmrg) 110-95 тыс. л. н. основными генетическими типами отложений являлись озерные, озерно-болотные и аллювиальные гумусированные пески, глины и торф, часть из которых встречаются в обнажении, как в отложении Зборово. В основных долинах продолжала формироваться вторая надпойменная терраса.

Рассмотренные геологические объекты являются памятниками природы республиканского значения. Согласно классификации относятся к стратиграфическому типу и представляют собой уникальные геологические объекты, позволяющие изучать толщи четвертичных отложений различного возраста и генезиса, тем самым проследить климатические изменения на территории Беларуси.

Литература

1. Богдасаров М.А. Геология и полезные ископаемые Беларуси: материалы спецкурса / М.А. Богдасаров. – Брест, 2014. – 47 с.
2. Ляўкоў Э.А. Праблемы вылучэння геалагічных і геамарфалагічных помнікаў прыроды ў Беларусі / Э.А. Ляўкоў, А.К. Карабанаў // Мінск. – Літасфера. – 1995. – №3. – С. 5 - 10.
3. Козюлев И.И. Каталогизация и картографирование уникальных геологических объектов Гомельской области / И.И. Козюлев // «Устойчивое развитие: экологические проблемы»: материалы VII Региональной студенческой научно-практической конференции. – Брест, 2015. – С.51 – 53.

АММОНОИДЕИ НИЖНЕЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО АПТА ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. КИСЛОВОДСКА К.С. Полковой

Научный руководитель доцент В.Б. Сельцер

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

Кисловодский разрез нижнего мела является классическим для центральной части Северного Кавказа. Он давно привлекает внимание геологов, начиная с середины XIX века [5]. В первую очередь это объясняется доступностью для изучения. В настоящее время вследствие расширения городской застройки часть обнажений становится недоступной, что сказывается на оценке полноты разреза в этом районе. Наиболее представительными здесь являются отложения аптского яруса, которые достигают по мощности более 300 м. В целом аптский ярус представлен рядом обнажений, где все слои отличаются литологической выдержанностью и содержат богатый комплекс ископаемой фауны, среди которой особенно выделяются аммоноидеи нижней зоны среднеаптского подъяруса (зона *Ericheloniceras subnodosocostatum*). Отложения этой зоны представлены переслаиванием алевролитов с известковыми алевролитовыми конкрециями и известковистых алевролитов, реже песчаников, переполненных остатками фауны (ракушников). Общая мощность составляет 51-52 м.

Обращает на себя внимание неравномерность распределения фауны по разрезу. Нижние интервалы характеризуются многочисленностью раковин аммонитов как по частоте, так и по таксономическому разнообразию. Выше по разрезу частота уменьшается, аммониты начинают попадаться спорадически, уступая по количеству место двустворкам. Причём меньше всего раковин аммоноидей встречается в опесчаненных алевролитах и песчаниках.

В целом ориктокомплекс, помимо аммонитов, включает разнообразных двусторчатых, брюхоногих моллюсков, реже лопатоногих, белемнитов и наутилид, а также брахиопод, червей-серпулид, криноидей, морских ежей и ракообразных. По распределению и положению остатков фауны в породе тип ориктокомплекса можно определить, как смешанный: конденсированный для прослоев ракушников и конкреционный, приуроченный к алевролит-известковым конкрециям.

Коллекция аммонитов с данной пачки, собранная автором послойно в течение полевых сезонов 2009-2015 гг., составляет более 250 экземпляров. Материал в основном хорошей сохранности. Чаще всего встречаются целые, практически лишённые деформаций, полные раковины с хорошо сохранившейся скульптурой и с жилой камерой. На раковинах отсутствуют следы сверления и прикрепления. Жилая камера, помимо вмещающей породы, нередко заполнена фрагментированным раковинным материалом, среди которого опознаются двусторчки и гастроподы, реже мелкогазмерные фрагмоконы аммонитов. Какая-либо ориентированность в расположении раковин в слоях не выявлена. Стоит отметить единичные находки (рода *Colombiceras*, *Epicheloniceras*), несущие прижизненные повреждения вентральной части в форме шрама со следами зарастания и асимметрией относительно оси навивания.

Камеральная обработка собранного материала показала, что таксономическое разнообразие среднеаптских аммоноидей зоны *subnodosocostatum* составлено мономорфными и гетероморфными группами. Доля гетероморф составляет 13%, среди которых доминирует род *Hamiticeras*. Мономорфную группу составляют 9 родов, из которых преобладают *Epicheloniceras*, *Colombiceras*, *Aconeceras* и *Zuercherella* (рис.). Причём первые два лидируют по количеству идентифицированных видов: 9 и 7 видов соответственно. Среди эпихелоницерасов наиболее часты *Epicheloniceras subnodosocostatum* (Sinzow) (вид-индекс) и *E. tschernyschewi* (Sinzow), для которых известна широкая география, включая удалённые палеобиохории Европы, Азии и Америки [4]. Представители *Colombiceras* в основном охарактеризованы видами *C. discoidalis* (Sinzow) и *C. tobleri* (Jacob et Tobler). Последний встречен в верхнеаптских отложениях на изучаемой территории. В общей сложности комплекс аммоноидей представлен формами, характерными субтетическим и тетическими водным массам, куда, возможно, проникали суббореальные таксоны [2].

Характерной особенностью для аммонитов среднего апта окрестностей Кисловодска является их размерность. Подавляющее число мономорфных форм, включая рода *Epicheloniceras* и *Colombiceras*, имеют диаметр раковины 20-40, реже 50 мм. Аммониты диаметром более 50 мм встречаются в количестве 3-4 экземпляра на 100 раковин. В то время как в сопредельных регионах (Северо-Западный Кавказ и Дагестан) раковины представителей этих же таксонов нередко имеют диаметр 100-300 мм. Гетероморфные *Pseudoaustraliceras* не превышают 30 мм, тогда как представители этого рода из сопредельных областей обладают крупными и порой гигантскими размерами, в диаметре до 0,5 м и более. *Hamiticeras* с гамуликонным типом раковины не превышает 50-70 мм в длину. Однако характерны формы с длиной раковины более 100 мм. Представители других родов по размерам не отличаются от таковых с других регионов или представлены малым для сравнительного анализа количеством образцов. По-видимому, эта особенность в размерности характерна именно для центральной части Северного Кавказа, о чем свидетельствуют ряд публикаций [1, 9], а также осмотр автором кисловодских образцов частично опубликованной коллекции И.И.Никшича [6], хранящейся в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном музее им. Ф.Н.Чернышева (Санкт-Петербург), и коллекции Геологического музея Департамента по недропользованию по Северо-Кавказскому федеральному округу (Ессентуки). В частности, в коллекции Никшича содержится только один крупный аммонит *Epicheloniceras* диаметром 155 мм, остальные соответствуют мелким формам с диаметром раковины до 50 мм. Стоит отметить, что вышеуказанные диапазоны в размерах раковин соответствуют полным формам с сохранившейся жилой камерой. Вряд ли мелкогазмерность раковин обусловлена сортировкой, поскольку ископаемый материал не несёт следы посмертной транспортировки. Если это и имело место, то следует констатировать, что посмертный перенос и последующее захоронение в осадке были непродолжительными. Мелкогазмерность фауны аммонитов периодически отмечалась в публикациях и интерпретировалась по-разному. В частности, скопления карликовых форм из келловья Большого Балхана объясняется повышенной естественной смертностью молодежи с последующим переносом раковин и захоронением [3]. Отмечается, что в большинстве случаев сохранились лишь фрагмоконы. Карликовость связывается также с пост-кризисными перестройкам сообществ аммоноидей [7]. Сохранность кисловодских форм свидетельствует об иных причинах, связанных, видимо, с особенностями расселения молодежи, либо её развитием на фоне стрессовых факторов морской среды или существованием в нетипичных условиях придонной области в акватории района Кисловодска в фазу *subnodosocostatum*.

Таким образом, в окрестностях Кисловодска изучена фауна аммоноидей зоны *subnodosocostatum* среднего апта. Таксономическое разнообразие подчёркивается преобладанием представителей родов *Epicheloniceras* и *Colombiceras*. Ориктокомплекс аммоноидей отличает хорошая сохранность и мелкогазмерность форм, что связывается со специфическими условиями среды обитания.

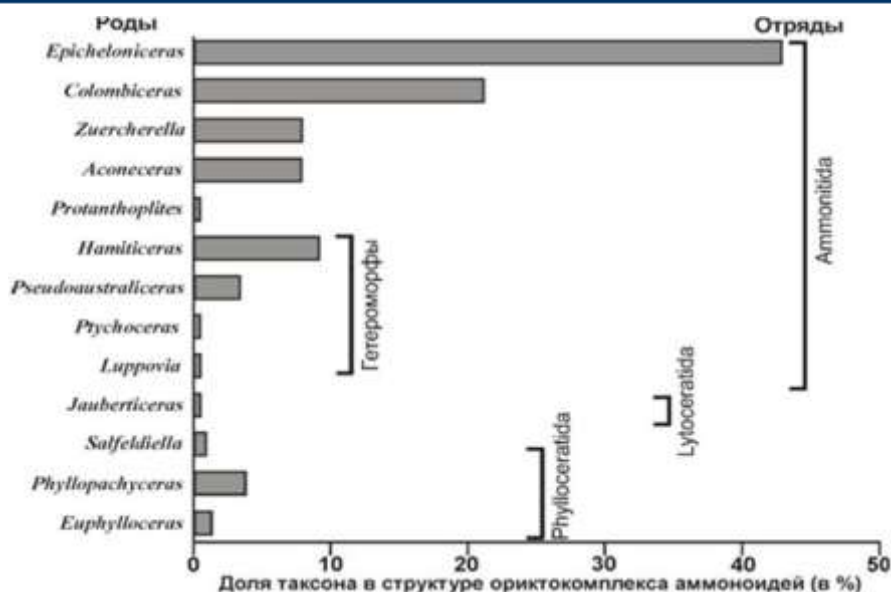


Рис. Таксономическая структура аммоноидей

Литература

1. Атлас нижнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма / Под ред. В.В. Друщица, М.П. Кудрявцева. – М.: Гостоптехиздат, – 1960. – 702 с.
2. Барабошкин Е.Ю. Раннемеловые проливы Северного полушария // Пролывы Северного полушария в мелу и палеогене. – М.: Изд-во геол. ф-та МГУ, 2007. – С. 11 – 59.
3. Безносос Н.В., Митта В.В. «Карликовые» аммониты зоны calloviense Большого Балхана, обстановки захоронения и обитания (келловей, Западный Туркменистан) // Палеонтологический журнал. – М., 1996. – №3. – С. 28 – 33.
4. Богданова Т.Н., Михайлова И.А., Род *Epicheloniceras* Casey, 1954: состав, эволюция и распространение // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Шестого Всерос. совещ. – Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2012. – С. 56 – 60.
5. Мордвилко Т. А. К стратиграфии нижнемеловых отложений в Кисловодском районе на Северном Кавказе // Зап. Всерос. Минерал. о-ва. – Ленинград, 1939. – Сер. 2. – Ч. 68. – Вып. 1. – С. 112 – 135.
6. Никшич И.И. Представители рода *Douvilleiceras* из аптских отложений на северном склоне Кавказа // Труды Геологического комитета. – Петроград, 1915. – Нов. сер. – Вып. 121 – 53 с.
7. Рогов М.А. «Lilliput effect» и эволюция позднеюрских бореальных аммонитов // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. Материалы совещания. – М.: ПИН РАН, 2015. – Вып. 4. – С. 46 – 48.
8. Янин Б.Т. Основы тафономии. – М.: Недра, 1983. – 184 с.
9. Sinzow I. Die Beschreibung einiger *Douvilleiceras* Arten aus dem Oberen Neocom Russland // Зап. Импер. СПб. Минер. об-ва. – СПб., 1906. – Сер. 2. – Ч. 44. – С. 157-197.

НАХОДКИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПСОВЫХ В МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ ЯКУТИИ

К.Е. Протодьяконов, С.Е. Фёдоров, А.И. Дмитриев

Научный руководитель С.Е. Фёдоров

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Территория Якутии – один из немногих регионов Земли, где в силу особых климатических и геологических условий многие тысячи лет сохраняются уникальные древние едомные отложения, называемые также "ледовый комплекс". Эти отложения сформировались в течение экстремально холодных оледенений плейстоценового периода и сохранились в малоизменённом виде благодаря холодному климату, господствующему на северо-востоке Евразии до настоящего времени. В многолетней мерзлоте Якутии сохраняются не только скелеты и кости млекопитающих ледникового периода, но и их замороженные трупы, представляющие особую научную и музейную ценность. Большая часть таких находок обнаружена в Арктической зоне Якутии, где льдистые отложения едомной свиты позднего плейстоцена особенно широко распространены. Со времён находок первых настоящих палеонтологических сенсаций – трупов мамонтов Адамса (1799) и Березовского (1901) – на севере Якутии были найдены замороженные трупы и части туш: Берелёхской росомахи (1970), Чурапчинского шерстистого носорога (1972), Селериканской (1968) и Дюкарской (1981) лошадей, Мылахчинского бизона (1971), Санга-Юрхского (1980), Ляховских (1908, 1993, 1995), Берелехского (1970), Шандринского (1972), Киенг-Юрхского (1980), Максуюнохского (1997, 2000) и Юкагирского (2002) мамонтов. При исследовании этих находок был получен большой объём научной информации не только по

анатомии и морфологии ископаемых животных, но в ряде случаев также по особенностям их питания и по палеоэкологическим условиям ледникового периода [2].

Тем не менее, до недавнего времени, систематическое положение многих древних млекопитающих региона оставалось не выясненным, не установлены их эволюционные связи с современными таксонами, не было предпринято обобщающего исследования по четвертичным хищным млекопитающим, обитавшим на территории Якутии. Первые целенаправленные исследования ископаемых хищных млекопитающих Якутии начиная с 90-х гг. XX века были проведены Г.Г. Боевским и Г.Ф. Барышниковым. Итогом этих многолетних исследований стала монография «Позднечетвертичные хищные млекопитающие Якутии», изданная в 2013 году [1]. Как отмечают исследователи, во многом трудности изучения ископаемых хищников связаны с тем, что их останки, в отличие от растительных, в многолетнем мерзлом состоянии и на стоянках древних охотников встречаются значительно реже. Кроме того, за всю историю палеонтологических исследований не было обнаружено ископаемых хищников плейстоценового периода в полной сохранности от носа до хвоста.

И только в 2011 г. в среднем течении р. Сылах Яно-Индиговской низменности местные жители с. Тумат Усть-Янского района Якутии обнаружили полную тушку щенка плейстоценового хищника. Полевой отряд Музея мамонта НИИ прикладной экологии Севера СВФУ сразу выехал на место находки. Животное (длина тела 54 см, хвоста - 15 см) оказалось замороженным в жильный лед головой наружу и находилось на расчищенном от дерна склоне площадью 16 м² рядом с разбитым черепом крупного мамонта и другими его костными останками. Некоторые из них имели явные следы воздействия огня. Супеси костеносного слоя были насыщены корнями, ветвями и стволами карликовой березы, ивы, отслоившейся берестой. Положение и сплюснутость тела свидетельствовали, что, возможно, щенка придавил земляной оползень. Радиоуглеродная датировка находки, проведенная в Университете Гронинген (Нидерланды) в феврале 2012 г. составила 12460 ± 50 лет назад (GrA-52435). Предварительный визуальный внешний осмотр и консультации с зоологами позволили сделать предположение, что это молодая особь собаки (*Canis familiaris*). Впоследствии находку назвали Туматской собакой [5].

По программе научных исследований Туматской собаки в 2014-2015 гг. были проведены анатомо-морфологические, гистологические, КТ- и МРТ-томографические исследования тушки. На основе данных лазерного 3D-сканирования и компьютерной томографии была создана 3D модель особи. Было установлено наличие как осевого, так и периферического скелета. Осевого скелет включал все кости мозгового и лицевого черепа с молочными зубами, при этом форма черепа приближалась к долихоцефалической. Передний край носовых костей не имел выступа, что характерно для домашних собак (*Canis familiaris*) и обыкновенных волков (*Canis lupus*). Лобные синусы небольших размеров указывали на принадлежность к домашним животным. Об уникальности находки свидетельствовал обнаруженный в полости черепа деформированный, сжатый при мумификации, головной мозг (по расчетам, его объем составлял около 74 мл) с хорошо визуализируемой обонятельной частью. В позвоночнике выделены семь шейных, 13 грудных, семь поясничных и три крестцовых позвонка, 17 обнаружены в области хвоста. Четко определялись 13 пар ребер в положении компрессии спереди назад. Также, при изучении зубной системы особи для определения индивидуального возраста на верхней и нижней челюсти выявлены по шесть резцов, два клыка и шесть моляров (всего 28 зубов). Над молочными в альвеолярных отростках верхней и нижней челюстей четко определялись ряды постоянных зубов. Эти признаки характерны для щенков от трех до пяти месяцев. Специалисты пока не пришли к единому мнению: то ли это щенок плейстоценовой собаки, то ли волчонок. Слишком юный возраст особи, отсутствие аналогов в мире существенно затрудняют исследования [4].

В августе 2015 г. палеонтологическим отрядом Музея мамонта НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова совместно с Институтом археологии и этнографии СО РАН (г. Новосибирск) были проведены комплексные исследования на местонахождении этого хищника. В ходе изучения данного местонахождения, нами были проведены биостратиграфические, тафономические, почвенные и археологические исследования, а также были отобраны образцы почв на радиоуглеродный, споро-пыльцевой и общехимический анализы. В ходе обследования данного местонахождения были обнаружены 90 целых и фрагментированных костей мамонта (возможно, две особи *Mammuthus primigenius*): зубы, фрагменты черепа, ребер, пястные и плюсневые кости конечностей, позвонки грудного и шейного отделов. Особый интерес вызывают кости мамонта с преднамеренной фрагментацией: диагональное рассечение проксимальной части плечевой кости и диагонально рассеченные фрагменты ребер, что позволило выдвинуть гипотезу о следах разделки туши мамонта или ином способе воздействия древнего человека.

3 августа 2015 г. примерно в двух метрах ниже по склону на месте находки тушки ископаемой собаки, в ходе раскопочных работ была обнаружена другая мумифицированная тушка древнего хищника аналогичных размеров [3]. По предварительному визуальному осмотру, данная тушка также является ранней формой собаки (*Canis familiaris*), о чём свидетельствует относительная синхронность залегания практически в одном месте, морфологические сходства с предыдущей находкой и, возможно, совместная гибель. По нашему мнению, обе молодые особи, предположительно одного помета, погибли в результате неожиданного обрушения земляного оползня, благодаря чему прекрасно сохранились шерстный покров, все лапы, когти, хвост, голова, уши, даже вибриссы (усы) на морде.

Таким образом, обнаруженные хищники из местонахождения Сылах Усть-Янского района Якутии являются первыми в мире ископаемыми псовыми плейстоценового возраста с сохранившимися тканями, внутренними органами и, возможно, одной из первых одомашненных собак в Сибирской Арктике, что несомненно требует более детального изучения, которое позволит не только определить границы распространения и обитания древних популяций, но и подойти к проблемам адаптационных стратегий

первобытного человека, связанных с охотой, разделкой туш и, возможно, domestикацией животных. С этой целью, в середине марта 2016г. в Северо-Восточном Федеральном университете им. М.К. Аммосова (г. Якутск) планируется проведение международного палеонтологического семинара с участием ведущих специалистов различного профиля из России, Бельгии и Южной Кореи для более детального изучения ископаемых хищников с использованием современных методов исследований палеонтологических объектов. В ходе этого семинара на базе Медицинского института СВФУ им. М.К. Аммосова планируется аутопсия и отбор проб тканей Туматской собаки - 2 для радиоуглеродного датирования, изотопного анализа, паразитологических, микробиологических, гистологических и молекулярно-генетических исследований. Результаты проведенных комплексных исследований будут являться несомненным вкладом в мировую палеонтологическую науку.

Литература

1. Боескоров Г.Г., Барышников Г.Ф. Позднечетвертичные хищные млекопитающие Якутии. – СПб.: Наука. – 2013. – С. 7.
2. Боескоров, Г. Г., Протопопов А.В., Машенко Е.Н., Потапова О.Р., Тихонов А.Н., Кузнецова Т.В., Плотников В.В., Фишер Д., Агенброд Л., Григорьев С.Е., Белолюбский И.Н., Томшин М.Д., Щелчкова М.В., Шапиро В., Колесов С.Н., Сергеенко А.И., Буиг Б. Предварительные данные об уникальных находках млекопитающих ледникового периода на территории Яно-Индибирской низменности. // Вестник Северо-Восточного Федерального Университета им. М.К. Аммосова. – 2012. – Выпуск №4. – Т. 9. – С. 11.
3. Кандыба А.В., Федоров С.Е., Дмитриев А.И., Протодяконов К.Е. Местонахождение Сылах – новый археологический объект позднего неоплейстоцена Сибирской Арктики. Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2015. – Т. XXI. – С. 91 - 92.
4. Федоров С.Е., Григорьев С.Е., Гармаева Д.К., Слепцов И.К. Туматский хищник: что показало вскрытие? Журнал «ПРИРОДА» №10. – 2015. – С. 54 – 56.
5. Fedorov S., Garmaeva D., Luginov N., Grigoriev S., Savinov G., Vasilev S., Kirikov K., Allentoft M., Tikhonov A. Tomographic study and 3D-reconstruction of mummified Pleistocene dog from North-Eastern Siberia // Sci. annals of the School of Geology, Aristotle univ. of Thessaloniki. – 2014. – Spec. Vol. 102: Abstract Book of the VIth Internat. Conf. on Mammoths and their Relatives. – P. 53.

ИЗУЧЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ КОСТЕНОСНЫХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ ДИНОЗАВРОВОЙ ФАУНЫ ПРИАМУРЬЯ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ Я.Н. Ревенок

Научный руководитель руководитель аналитического центра В.И. Рождествина
Институт геологии и природопользования ДВО РАН, ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

Самыми распространенными и подверженными изменению компонентами осадочных пород являются слоистые силикаты, расшифровка реальной структуры которых имеет решающее значение для выяснения характера геологических процессов и генезиса осадков. Прецизионными методами для изучения глинистых минералов являются взаимодополняющие друг друга методы рентгеновская дифракция и инфракрасная спектроскопия. Данные методы позволяют установить минеральные виды и детали структурных компонентов исследуемых минералов.

Целью настоящих исследований является стадийный анализ условий преобразования осадочных пород, содержащих фоссилизированные костные останки позднемеловых рептилий из местонахождений, расположенных на западной периферии Зейско-Буреинской равнины (Благовещенское) и на юго-восточной периферии Зейско-Буреинской впадины (Кундурское). Местонахождение Благовещенское обнажается в уступе высокой террасы р. Амура в черте г. Благовещенска, сложено (10 м) переслаивающимися аргиллитоподобными глинами, слабо сцементированными конгломератами переслаивающихся, с размывом залегающих на коре выветривания палеозойских гнейсированных гранитов, сверху перекрытых ожелезненными галечниками средне-четвертичного возраста. По хорошо выраженной в разрезе аллювиальной фации сделано предположение, что костеносные тафоценозы формировались в условиях речных долин. 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 дендрита [1].

Для исследования глинистых минералов выделены гранулометрические фракции размером < 0,001мм, 0,001-0,005мм, >0,01мм. Выделение фракций начали с полной пептизации осадочных рыхлых костеносных отложений. В качестве диспергатора использовали ультразвук. После этого методом декантации провели отмучивание тонких частиц, с помощью центрифуги выделили фракции. Подготовку ориентированных препаратов, обеспечивающих резкое усиление базальных рефлексов – отражений типа 00L, выполняли методом капли. По базальным рефлексам идентифицировали группы и основные структурные типы. Для уточнения присутствия глинистых минералов группы смектитов, хлоритов, каолинитов проводили дополнительную обработку – насыщение глицерином и прокаливанию.

Методами рентгеновской дифракции установлено, что фракция 0,001-0,005мм отличается хорошо окристаллизованными глинистыми минералами с более совершенной кристаллической структурой. Фракция <0,001мм характеризуется аморфизированными фазами глинистых минералов, указывающие на интенсивную трансформацию аллотигенных компонентов с одной стороны, и продолжающуюся кристаллизацию аутигенных

минералов – с другой. Неориентированный порядок уплотнения частиц приняла фракция $>0,01\text{мм}$, об этом свидетельствует интенсивный небазальный пик ($2\theta = 20^\circ$) группы смектитов, вероятно из-за большого размера частиц и присутствия non-clay минералов (плагиоклаз, кварц), также отмечены аморфные фазы.

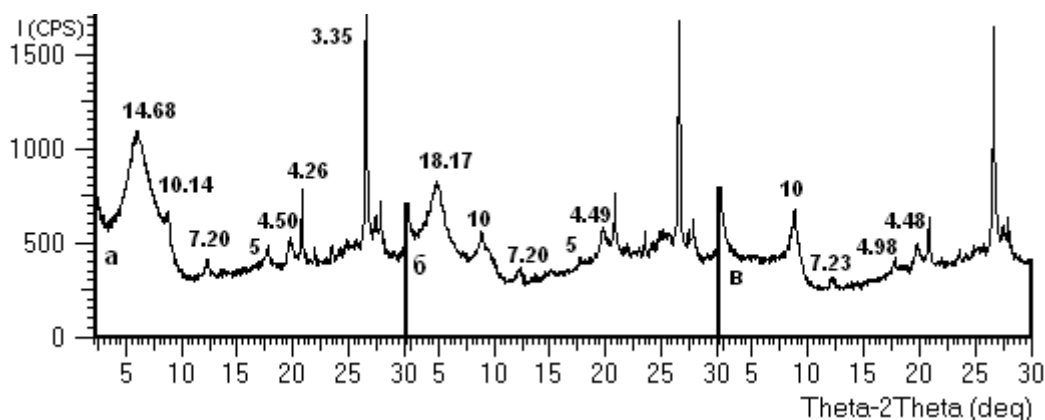


Рис.1. Рентгенограммы минеральных фаз верхнего костеностного горизонта Благовещенского местонахождения: а) воздушно-сухой образец б) насыщен глицирином в) прокален при 350°C в течении часа

Анализ дифракционных спектров ориентированных препаратов глинистых образцов Благовещенского и Кундурского местонахождения, показали присутствие в значительном количестве смешаннослойного иллит/смектит минерала (Рис. 1). Диагностическим признаком, определяемым лабильностью структуры смектитов, является смещение первого базального рефлекса в сторону малых углов при насыщении глицирином, а при прокаливании происходит уменьшение значений первого основного базального рефлекса до 10 \AA , т.к. после прокаливании все минералы 2:1 сжимаются и становятся идентичны иллиту [2]. Отмечается каолинит с плохо упорядоченной, несовершенной структурой, фиксируемой на дифрактограммах уширением базальных отражений ($7,20 \text{ \AA}$) в верхнем костеностном горизонте Благовещенского местонахождения, что может указывать на аллотигенный характер выветривания вышележащих пород. Кундурское местонахождение отличается присутствием хорошо окристаллизованного каолинита ($7,18, 3,58 \text{ \AA}$) и слюдистой составляющей ($10,08, 5,02 \text{ \AA}$) смешаннослойного иллит-смектита, иллита, что указывает на слабощелочные постседиментационные условия. В Благовещенском местонахождении в сравнении Кундурским доминирует преобразованный иллит-смектит. Это объясняется разными фаціальными обстановками: резкощелочной и слабощелочной соответственно.

Иллит отличается от смектита более высокой степенью гетеровалентного замещения октаэдрического слоя (дефекты замещения, например, FeAl, MgAl). В результате возрастает заряд трехслойного пакета, и для компенсации в межслоевое пространство встраиваются противоионы, как правило, катионы щелочных и щелочноземельных металлов. Поэтому интеркаляция многих молекул, в частности, глицирина, в межслоевое пространство иллита затруднена. У монтмориллонита наоборот, пакеты легко раздвигаются, поскольку заряд пакетов небольшой, поэтому интеркаляция проходит легко.

В основе структуры всех смешаннослойных минералов осадочных пород лежат идентичные кристаллохимические элементы, эти минералы склонны к трансформациям с различными переходами одного в другой. 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 [3].

ИК-спектры (Рис. 2,3) подтверждают присутствие в глинистых образцах обоих местонахождений иллит/смектит минералов по широкой полосе в спектре с центром около 3625 см^{-1} . Интенсивности пиков пропускания при частоте 3700 и 3621 см^{-1} связаны с наличием гидроксильных групп в образцах. Более интенсивные полосы поглощения адсорбированной воды свидетельствует о высокой активности воды в исследованных системах и увеличение обменной емкости глин. ИК-спектры глинистых минералов Кундурского местонахождения отличаются присутствием каолинита. Каолинит идентифицируется по двум интенсивным узким пикам с частотами около 3690 и 3650 см^{-1} в высокочастотной области спектра. У всех исследованных образцов есть широкая полоса поглощения с максимумом около 3430 см^{-1} , она отвечает валентным колебаниям молекул воды (адсорбированная на поверхности частиц, координированная в межслоевом пространстве и др.). Интенсивная полоса поглощения адсорбированной воды свидетельствует о высокой активности воды в исследованных системах. Полоса валентных колебаний тетраэдров $[\text{SiO}_4]$ у каолинитовых минералов имеет сложное строение с явно выраженными «плечами» около $1009, 1027, 1113 \text{ см}^{-1}$. У смектитов эта полоса более размыта, отдельные «плечи» слабо выражены.

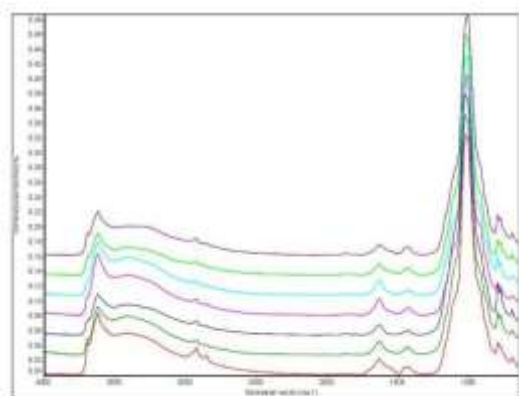


Рис. 2. ИК-спектры образцов, отобранных на Благовещенском местонахождении, в которых преобладает иллит/сметтит

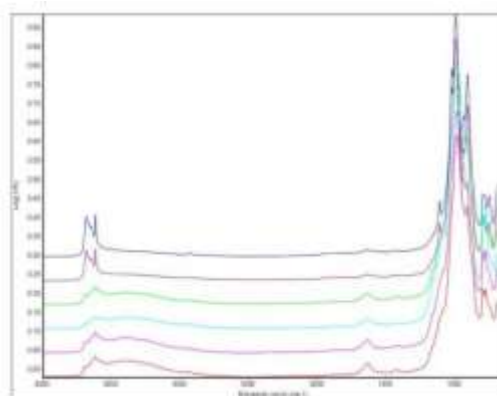


Рис. 3. ИК-спектры образцов, отобранных на Кундурском местонахождении, в которых присутствует иллит/сметтит и каолинит

Методами рентгеноспектрального анализа и электронной микроскопии изучен химический состав и особенности строения минералов – монтмориллонита, иллит/сметтита, иллита, кальцита (с микроразнообразными зонами обогащенными железом, марганцем, фосфором), кварца, натриевого и калиевого полевого шпата, а также установлен широкий набор микроминералов различного состава, выполняющие псевдоморфное замещение макроскопически не нарушая первичный облик и строение костных остатков. Это указывает на аутигенное происхождения минеральных агрегатов, расположенных в пределах окаменелостей, имеющих четкие кристаллические очертания.

Литература

1. Моисеенко В.Г., Сорокин А.П., Болотский Ю.Л.// Ископаемые рептилии Приамурья. Хабаровск: АмурНЦ ДВО РАН, – 1997. – С. 53.
2. Соколова Т. А., Дронова Т. Я. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. – Тула, 2005. – С. 336.
3. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. Учебное пособие – М.: ЭСПАН. – 2008. – С.356.

ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОГРАФИИ ВАСЮГАНСКОЙ ПОДСВИТЫ ЗАПАДНО СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

А.М. Садыков

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе рассматривается палеогеография васюганской свиты, как одной из главных продуктивных толщ юрских отложений. Основным нефтегазоносным объектом васюганской свиты является горизонт Ю₁ который сложен регрессивно-трансгрессивной песчано-глинистой толщей. В прошлом оцениваемый как единая гидродинамическая система, этот объект был разделен на гидродинамически-различные резервуары, что и позволило детализировать палеогеографию келловей-оксфорда [1].

На рубеже келловейского и оксфордского веков трансгрессия сменилась регрессией, которая достигла пика к концу раннего оксфорда. Больше всего это отразилось на восточной части бассейна. Данному этапу в юго-восточной части Западной Сибири соответствует накопление песчаных пластов Ю₁ и так называемой межугольной пачки верхневасюганской подсвиты. Начавшаяся в конце позднего бата трансгрессия моря достигла максимума в келловее. Режим морского осадконакопления установился на большей части Западно-Сибирского седиментационного бассейна. Через Карскую мегасинеклизу осуществлялась связь бассейна с восточно-европейским и северным морями. Климат келловей был схож с климатом байоса-бата оставаясь теплым и влажным. [4] Отличительной чертой данного периода явилось завершение смещения на запад оси прогиба, в результате чего бассейн седиментации стал ассиметричен [3]

Отличительной особенностью оксфордского века считается расширение области морского осадконакопления несмотря на обмеление моря. На границе келловейского и оксфордского веков трансгрессия сменилась регрессией, которая достигла максимума к концу раннего оксфорда. Это сильно сказалось на осадконакоплении пластов Ю₁³⁻⁴. В конце раннего-начале среднего оксфорда регрессия сменилась трансгрессией, в результате которой были сформированы продуктивные песчаные пласты надугольной Ю₁¹⁻² пачки.

Глинисто-алеврито-песчаные осадки верхневасюганской подсвиты, в составе которой и развиты песчаные пласты Ю₁₁₋₂³⁻⁴ и Ю₁, концентрировались в зоне моря глубиной менее 25 м (занимавшую большую область площадью 1040 тыс. км²) при условиях многообразия седиментационных обстановок прибрежной части моря (болота, дельты, бары) которые характерны центральной части геосинеклизы с крупными поднятиями

(Сургутский, Нижневартовский своды, Обь-Васюганская гряда, Верхневасюганская антеклиза и др.) и разделяющим их прогибам. Они сложены преимущественно разномерными серыми песчаниками, разделенными глинистыми перемычками [3].

Фильтрационно емкостные свойства верхневасюганской подсвиты имеют зависимости от генетических типов осадконакопления. Так в пределах Кривоуццкого палеовала отложения всей подсвиты формировались в континентальных обстановках осадконакопления. Коллекторы представлены главным образом глинисто-алеврито-песчаным переслаиванием с широким ансамблем текстурных особенностей, что обуславливает их низкие фильтрационно-емкостные свойства. А отложения Охтеурского палеовала характеризуются наилучшими свойствами подугольной толщи. Пласты характеризуются монолитным строением и высокими показателями ФЕС. Отложения пластов в данном районе характеризуют аккумулятивные обстановки морского мелководья [2]. Из этого можно сделать вывод, что монолитные пласты песчаника с хорошей сортировкой и наилучшими показателями слоистости. А низкие показатели ФЕС характерны отложениям с высокой глинизацией присущей пролювиально-делювиальным, озерно-болотному осадконакоплению.

Литература

1. Белозёров В. Б. Палеогеографические особенности формирования нефтеносных пластов Васюганской свиты Западной Сибири // Известия Томского Политехнического Университета. – 2007. – №1. – С.67 –72.
2. Гаврилов С. С. Трёхмерное геологическое моделирование прогноз резервуаров на основе литолого-фациального анализа: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук. – Москва, – 2008 г.
3. Конторович А. Э. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде //Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – №. 8. – С. 972 – 1012.
4. Саркисян С.Г., Корж М.В., Комардинкина Г.Н., Филина С.И., Зонн М.С. Западная Сибирь в юрском периоде. М., Наука, – 1967, – 176 с.

МИНЕРАЛЫ МАРГАНЦА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА

А.Е. Салаутова

Научный руководитель преподаватель А.Н. Сарсенбаева

*Казахский Национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан*

Цель работы дать обзор и краткую характеристику основных минералов марганца найденных в Казахстане, описать некоторые минералы, их применение, сопоставить генезис и систематизировать выборочно найденные, а также редкие минералы по месторождениям Казахстана.

Известно более 150 минералов марганца. Однако промышленное значение имеют лишь немногие. К ним относятся: пиролюзит MnO_2 , браунит Mn_2O_3 , гаусманит Mn_3O_4 , манганит $Mn_2O_3 \cdot nH_2O$, вернадит $MnO_2 \cdot nH_2O$, псиломелан $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$, голландит $BaMnMn_6O_{14}$, родохрозит $MnCO_3$, манганкальцит $(Mn,Ca)CO_3$, олигонит $(Mn,Fe)CO_3$. Среди минералов марганца в Казахстане представлен редкий минерал с месторождения Кумдыколь – пироксмангит [2].

Силикаты марганца представлены: родонитом $MnSiO_3$, бустамитом $(Mn,Ca)SiO_3$, спессартином $Mn_3Al[SiO_4]_3$ которые интересны тем что, что при их окислении возникают промышленные гидроксидные руды [1]. Реже в марганцевых рудах встречаются алабандин MnS , гауэрит MnS_2 , якобсит $MnFe_2O_4$, франклинит $(Zn,Mn)Fe_2O_3$ и другие минералы. В зависимости от минерального состава выделяют марганцевые оксидные, карбонатно-оксидные и оксидные железомарганцевые руды, содержащие 20...50 % Mn.

Среди металлургических руд различают несколько сортов, отличающихся содержанием марганца (30...50% и выше), кремнезема (9...35%), отношением Mn:Fe (3...10) и содержанием фосфора (0,14...0,20%). Для выплавки ферромарганца пригодны руды, содержащие Mn более 50 %, SiO_2 до 9 %, с отношением Mn:Fe не ниже 6...7, P до 0,20 %.

Металлический марганец производится тремя различными способами: алюмотермическим, электротермическим и путем электролиза водных растворов марганцевых солей. Для получения, электротермического марганца пригодны руды, используемые и для производства ферромарганца. Для алюмотермического метода требуются руды более высокого качества [4].

Марганец (лат. Manganum) - металл серебристо-белого цвета. Наряду с железом и его сплавами относится к чёрным металлам. Марганец разной чистоты в промышленности получают электролизом и восстановлением его оксидов кремнием или алюмотермически (чистый металл до 99,7...99,98% Mn – при электролизе; с низким содержанием углерода и железа - восстановлением марганцевой руды в дуговой электрической печи; очень высокой чистоты - дистилляцией в вакууме) [3]. Используется в основном в чёрной металлургии (почти 95% марганца идёт на раскисление и десульфурацию стали и чугуна и на добавки в специальные стали), при выплавке различных сплавов цветных металлов, для создания антикоррозионных покрытий. Соединения марганца широко используют при производстве стекла, олиф и в гальванических элементах (пиролюзит), в медицине (перманганат калия), в красильном деле (хлорид и сульфат марганца).

В Казахстане минералы марганца встречаются на месторождениях: Арап, Атабай Восточный, Жаксы, Жезды, Тюесай, Шоинтас и др. [5].

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курсы минералогии. Учебное пособие. – М. : КДУ, 2007. – 721 с.
2. Жунусов А.А., Панкратова Н.Л., Полякова Т.П. и др. Известия Академии Наук Казахской ССР. Издательство «Наука» Казахской ССР. А-А. :1987. – 54 с.
3. Минералы Сокровище Земли. Издательство. «Де Агостини», №34, Родонит. - М.: – 2009.
4. Яковлев П.Д. Промышленные типы рудных месторождений. Учебное пособие для вузов. – М.: 1986. – 33 – 45 с.
5. <http://geology.gov.kz/ru/presstsentr/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazahstana/tverdye-poleznye-iskopaemye>

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ НОВОДУБРОВСКОЕ

А.С. Семиряков

Научный руководитель доцент С.В. Лещинский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Местонахождение мамонтовой фауны Новодубровское расположено в с. Новодубровское Убинского района Новосибирской области. Оно приурочено к слабо выраженной в рельефе гриве с относительным превышением над прилегающими заболоченными участками не более 5 м и высотой поверхности ~135 м. Грива ориентирована в северо-восточном направлении по азимуту 55–65° и имеет размеры свыше 7 км в длину и 1,5–2 км в ширину. Впервые палеонтологические остатки были найдены местными жителями в 1978 г., а первое описание местонахождения дали археологи А.П. Окладников и В.И. Молодин [2], однако детальному изучению оно не подвергалось.

В 2015 г. на территории местонахождения были проведены разведочные палеонтолого-стратиграфические работы, пройден и описан ряд шурфов и канав. В результате выявлен довольно богатый комплекс остатков мамонтовой фауны – лошадь, бизон, шерстистый носорог, олень, мамонт, хищники, птицы, грызуны [1]; получен следующий разрез верхней части гривы (3 м от земной поверхности), кратко – сверху вниз:

1. Современный почвенный горизонт – серо-черная гумусированная массивная супесь. Порода слоя по трещинам проникает в нижележащие отложения на глубину до 0,7 м. Мощность слоя более 0,25 м.

2. Темно-коричневый лессовидный суглинок. Текстура массивная, поверхность напластования ясная, почти горизонтальная. Мощность от 0,25 до 0,3 м.

3. Светло-коричневый лессовидный суглинок. Кровля слоя насыщена солями, что отражается выделением белого налета при высыхании. Подошва слоя неясная, очень нечеткая, в ней встречаются карбонатные стяжения удлиненной формы (до 4 см). С глубины 0,8 м от дневной поверхности отложения пронизаны морозобойными трещинами шириной в устье до 30 см, проникающими в нижележащие слои. Мощность от 0,2 до 0,6 м (средняя 0,35–0,45 м).

4. Серо-коричневый суглинок со следами погребенного гумусированного горизонта, выдавленного в вышележащие отложения, что дает постседиментационную пламевидную текстуру. Подошва почти не выражена, к ней приурочен верхний уровень костеностного горизонта. Мощность от 0,1 до 0,8 м (средняя 0,3–0,5 м).

5. Светло-коричневый суглинок. В подошве отложения местами меняют цвет на серый с зеленоватым оттенком. Слой не выдержан по простираанию, выполняет локальные понижения в рельефе. Подошва неровная, но ясная. Мощность от 0 до 0,2 м.

6. Темный серо-коричневый суглинок. Отмечаются следы погребенного гумусированного горизонта. Слой обильно пронизан карбонатными стяжениями диаметром до 12 см. К кровле слоя приурочен нижний уровень костеностного горизонта. Отложения по трещинам (более 0,6 м) проникают в нижележащие породы, что говорит о возможном перерыве осадконакопления. Мощность от 0,8 до 0,9 м.

7. Светло-коричневая глина. Текстура массивная, местами пятнистая. Отложения залегают ниже уровня грунтовых вод (водоносный горизонт устанавливается на глубине 1,9 м от дневной поверхности). Мощность > 0,6 м.

В слоях 2, 3 и в кровле слоя 4 отмечаются поноры размерами до 6×8 см, заполненные современной почвой. До 1,7 м от поверхности проникают корни современных растений. Результаты литолого-фациального анализа говорят о том, что костеностный горизонт был сформирован на зверовом солонце, предположительно, в пределах грязевой ванны [1], где отложения подвергались значительному биогенному воздействию, в первую очередь – трамплингу. Вследствие этого контакты между слоями весьма неровные вплоть до их вертикального залегания. Предварительно, местонахождение имеет возраст позднеледниковье – ранний голоцен (17–10 тыс. лет).

Работа выполнена на средства грантов (8.1.22.2015; 8.1.13.2015 С) Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2015–2016 гг.

Литература

1. Лещинский С. В. Комплексные исследования Барабинского мамонтового рефугиума в 2015 г. / С.В. Лещинский, В.Н. Зенин, Е.М. Бурканова, А.А. Дудко, А.В. Гулина, Н.Я. Федяев, А.С. Семиряков, Е.В. Канищева // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 400. – С. 354 – 365.

2. Окладников А.П., Молодин В.И. Палеолит Барабы // Палеолит Сибири. – Новосибирск: Наука. 1983. – С. 101 – 106.

**ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
СРЕДНЕ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

У.А. Стержанова

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Средне-верхнеюрские отложения юго-востока Западной Сибири являются перспективными для обнаружения месторождений нефти и газа. Однако установление сложно построенных коллекторов, в силу полифаціальности разрезов, затруднено [5]. Средне-верхнеюрские отложения юго-востока Западной Сибири представлены васюганским горизонтом, куда входит морская васюганская свита и прибрежно-морская наунакская свита. Их подстилает среднеюрская тюменская свита. Разделение этих свит между собой, а вместе с тем и прослеживание коллекторов до сих пор является дискуссионным. Трудность выделения стратонив обусловлена линзовидной формой литологических тел, малой контрастностью пород, слагающих свиты.

Для палеогеографических реконструкций и успешного прогнозирования природных коллекторов нефти и газа проведено изучение керна с использованием биостратиграфического, литолого-петрографического, геохимического, люминесцентно-микроскопического, рентгеноструктурного методов, а также интерпретация материалов геофизических исследований.

Объектом исследований стали средне-верхнеюрские отложения площадей Снежная (скв. 135, 170, 301, 430, 446) и Майская (скв. 228, 309, 393, 400, 698).

В процессе исследований на площади Майская и Снежная выявлены породы разного фаціального генезиса: прибрежно-морских (алевролиты, алевро-песчаники), озерно-болотных (алевро-аргиллиты, аргиллиты), озерно-аллювиальных (алевро-песчаники, песчаники) и русловых фаций (песчаники) [2]. Результаты подтверждены проведенным расчетом геохимических модулей по Я.Э. Юдовичу и М. П. Кетрис [6], построением диаграмм асимметрия-эксцесс (по данным гранулометрического анализа)

Комплексный анализ позволил выделить литолого-петрографические и палеонтологические критерии для диагностики тюменской и наунакской свит.

Характерные особенности тюменской свиты. В песчаниках и алевро-песчаниках в составе обломочного материала преобладают обломки кварца и полевых шпатов, степень окатанности и сортировки средняя. В цементирующей массе преобладают гидрослюды, хлорит, мусковит (часто пластически деформированные), что говорит о высокой степени катагенеза. Степень постдиагенетических преобразований выше, чем в наунакской свите (интенсивный катаклаз, трещиноватость, уплощенность обломков вдоль поверхности напластования). На поверхности напластования встречаются отпечатки растений: *Coniopteris vialovae*, *Raphaelia diamensis* (рис. 1) [3].

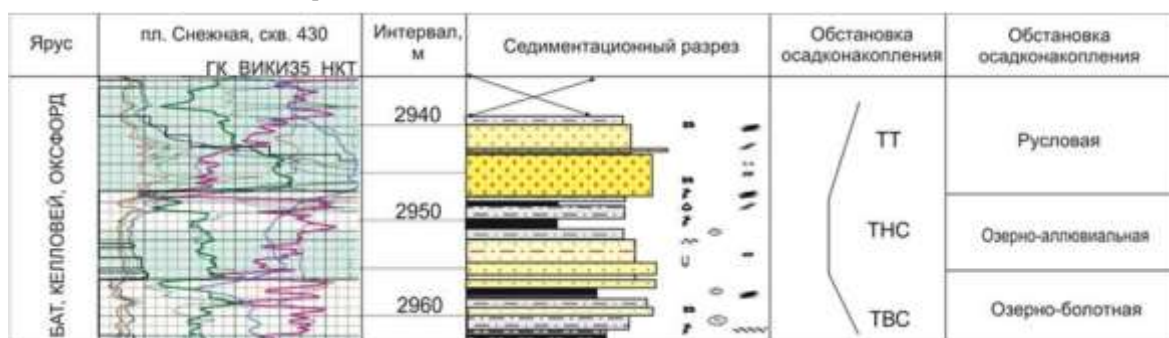


Рис. 1. Вертикальная седиментационная модель тюменской свиты

Характерные особенности наунакской свиты. Терригенные разности наунакской свиты отличаются от тюменской свиты более слабой степенью сортировки и окатанности обломочного материала. В составе цемента, кроме слюдяных минералов, появляются карбонаты (сидерит, кальцит), появляется аутигенный глауконит. Среди постдиагенетических преобразований преобладают коррозия и регенерация кварцевых обломков, каолинизация КППШ, в меньшей степени, катаклаз и трещиноватость. На поверхности напластования встречаются отпечатки растений: хвойные *Podozamites* sp., папоротники *Coniopteris latilobus*, *C. simplex*, *C. burejensis*, чекановские *Czekanowskia tomskiensis* и гинкговые *Sphenobaiera* sp. (рис. 2) [4].



Рис. 2. Вертикальная седиментационная модель наунакской свиты

Анализ построенных нами геофизических диаграмм по методам ГК, НКТ, ВИКИЗ, ПС с применением комплекса литологических, биофациальных исследований позволил выделить седиментационные циклы наунакской и тюменской свит. Наиболее перспективными в отношении нефтегазоносности (независимо от возраста) стали отложения песчаников русловых фаций, образованных во время формирования трансгрессивного тракта [1]. В ультрафиолетовом свете под люминесцентным микроскопом в них выделены горизонты, обогащенные миграционными битумоидами маслянисто-смолистого (светлое желтовато-бурое свечение) и маслянистого (светлое желтоватое свечение) состава, образующих цементную битуминозную текстуру, которые могут служить коллекторами для УВ [3].

Таким образом, детальные комплексные исследования сложнодиагностируемых средне-верхнеюрских отложений на юго-востоке Западной Сибири позволили с высокой степенью вероятности провести расчленение и внутрирегиональную корреляцию с прогнозированием перспективных коллекторов [7, 8].

Литература

1. Барабошкин Е.Ю. Седиментология керн. Терригенные коллекторы. Москва: 2011. – 157 с.
2. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости // Труды геологического ин-та АН СССР. М.: Изд-во «Наука», вып. 119. – 1965. – 260 с.
3. Стержанова У. А. Литолого-фациальные особенности и палеогеографические условия формирования среднеюрских нефтегазоносных отложений юго-востока Западной Сибири (Тымский структурно-фациальный район) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова, Томск, 7-11 Апреля 2014. – Томск: Изд-во ТПУ, – 2014 – Т. 1 – С. 82 – 84
4. Стержанова У. А. Литолого-фациальные и палеогеографические особенности средне-верхнеюрских нефтегазоносных отложений юго-востока Западной Сибири (Нюрольская впадина) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, – 2015 – Т. 1 – С. 66 – 68
5. 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.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. Спб.: Наука, – 2000. – 479 с.
7. Rychkova I. V. , Shaminova M. I. , Sterzhanova U. A. , Baranova A. V. Lithologic-facies and paleogeographic features of Mid-Upper Jurassic oil-gas bearing sediments in Nurolsk depression (Western Siberia) (Article number 012009) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 – Vol. 27. – p. 1 – 6
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 Conf. Series: Earth and Environmental Science 21 (2014)012001.

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ SRTM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ARCGIS 10.2

А.А. Страхов

Научный руководитель старший преподаватель Ф.Р. Сатаев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Геологические разрезы являются обязательным элементом геологических карт и должны давать наглядное представление об условиях залегания геологических тел, общих особенностях структуры района и специфических особенностях строения, выделяемых в нем геологических (структурных) зон. Для каждого листа Госгеолкарты составляется один-два (в зависимости от сложности геологического строения) геологических разрезов, помещаемых под нижней рамкой карты или сбоку (для субмеридиональных разрезов) [1].

Традиционно геологические разрезы составляются от руки на миллиметровке и только затем переводятся в цифровую форму. Современные геоинформационные технологии позволяют решать данную задачу с гораздо большей эффективностью и точностью. Чаще всего для составления разрезов используют специальный модуль для ArcGIS Desktop, разработанный во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте. Данный модуль позволяет очень быстро и эффективно составлять основу для геологических разрезов, а также создавать графики геофизических полей, которые являются обязательным дополнением [1] для геологических разрезов Госгеолкарты. Однако описываемый модуль обладает некоторыми недостатками, а именно: 1) ограниченный набор масштабов затрудняет работу со схемами соотношений и разрезами для карты четвертичных образований; 2) профиль рельефа составляется по изолиниям цифровой топографической основы и имеет низкую точность прорисовки. Предлагаемый автором метод позволяет решить перечисленные проблемы и имеет более широкую область применения.

Для выбранной территории необходимо получить данные спутника SRTM (цифровая модель рельефа) покрывающие почти всю территорию России снимками с разрешением 1 угловой секунды (около 30 м). Скачать названные выше МДЗ можно на сайте <http://earthexplorer.usgs.gov>. Скачанные ЦМР нужно перевести из системы координат WGS_84 в Pulkovo_42 (инструмент «Project Raster») и при необходимости создать мозаику (если для выбранной территории понадобилось несколько снимков).

Далее необходимо загрузить проект с геологической картой обработанный снимок SRTM. Важно, чтобы в свойствах проекта была установлена система координат проекции (Projected Coordinate Systems). Подключаем модуль 3D Analyst (Customize – Extensions – 3D Analyst). На панели инструментов модуля необходимо выбрать инструмент Interpolate Line и построить линию совмещая её концы с концами линии геологического разреза. При нажатии на инструмент Profile Graph (панель инструментов 3D Analyst), на экране появится профиль рельефа по линии геологического разреза (рис.1).

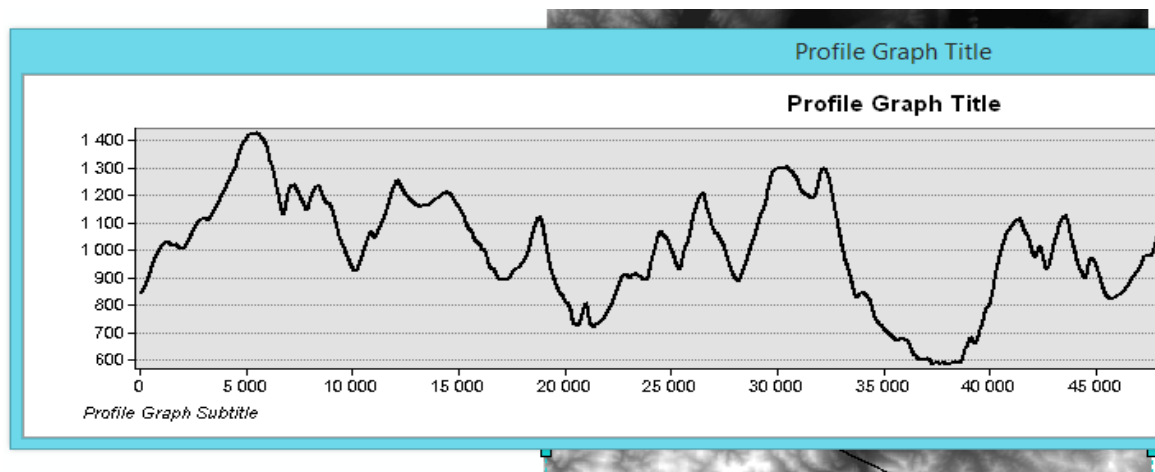


Рис. 1 Профиль рельефа по линии геологического разреза, построенный с помощью инструмента Profile Graph

Далее нужно сохранить полученный профиль в виде растрового изображения, для этого нажать правой кнопкой мыши на профиль, в появившемся меню выбрать Export – as JPEG, в окошке справа установить разрешение 300 DPI и нажать Save. С помощью инструмента «Измерения» измерить длину линии разреза в метрах. Открыть далее новый документ ArcMap и сохранить его. Создать папку для служебных объектов (шкалы вертикального масштаба, профиля рельефа и т.п.) и присвоить ей имя RAMR (в соответствии с требованиями [2]). Создать шейп-файл с именем ramr1 (при создании новых шейп-файлов присваивать им систему координат не нужно). В нем создать поле L_Code (тип Long). Начать сеанс редактирования и рисовать линию произвольной длины. Нажимать два раза ЛКМ (левая кнопка мыши) на полученной линии, затем нажать клавишу P (на английской раскладке). Откроется окно Edit Sketch Properties в котором будут указаны начальная и конечная точки линии и их координаты по осям X и Y. Координаты первой точки нужно установить «0» по X и «0» по Y, а координаты второй точки нужно установить «0» по Y и длину линии разреза в метрах (например 76500) по X. Нажать на инструмент Finish Sketch. Полученная линия является линией уровня моря на разрезе. Далее нужно установить единицы измерения и отображения карты в метрах. В дальнейшем мы можем масштабировать разрез по своему усмотрению.

Строим шкалы вертикального масштаба. Сперва нужно создать левую вертикальную шкалу. Для этого создать линию произвольной длины и аналогичным образом задать ей координаты (здесь важно не забывать, что единицы карты выражены в метрах), например, для 1-й точки X = 0, Y = 4000, для 2-й X = 0, Y = -4000. Таким образом получаем шкалу левую шкалу вертикального масштаба, ограниченную отметками 4 км и -4 км. Для того чтобы создать правую шкалу нужно копировать и вставить уже созданную левую вертикальную шкалу. Она копируется точно на место первой шкалы. В панели инструментов Editor выбрать меню Editor – Move и

указать длину разреза (в метрах) в поле X. Получаем линию уровня моря с двумя вертикальными шкалами. Теперь нужно присвоить всем этим линейным объектам значения в поле L_Code = 1.

Следующим шагом создаем насечки для шкал вертикального масштаба. Нужно убедиться, что в опциях редактирования включена функция Snapping. Далее создать точечный шейп-файл и присвоить ему имя gamgr (в соответствии с требованиями [2]). Начинаем сеанс редактирования, выбираем в шаблонах новый созданный точечный объект и нажимаем клавишу F6 - появиться диалоговое окно Absolute X, Y с полями X и Y в которое необходимо занести координаты первой точки: X = 0, Y = 0.

Координаты следующей точки X = 0, Y = 1000, далее X = 0, Y = 2000 и т.д. до значения Y верхней точки шкалы вертикального масштаба. Для того чтобы не терять время, и не создавать по координатам все точки (ниже нулевого уровня) выделить все точки кроме нулевой (первой созданной), выполнить операции копировать-вставить и задаем смещение по оси Y командой Editor – Move используя формулу:

$$Y = (X_1 + X_2) / -1$$

где Y – шаг смещения точек по оси Y, X₁ – координата первой («верхней») засечки, X₂ – координата второй («нижней») засечки.

Выделяем все созданные точки, выполняем операцию копировать-вставить и задаем смещение по оси X командой Editor – Move равное длине разреза (в нашем случае 76500). Таким образом получаем основу геологического разреза без гипсометрического профиля местности.

Далее необходимо вынести гипсометрический профиль местности. Подгружаем в проект сохраненный ранее растровый файл с профилем местности и привязываем его к соответствующим точкам (засечкам) на шкалах вертикального масштаба.

Подключаем модуль ArcScan (Customize – Extensions - ArcScan). Загружаем в проект привязанный ранее профиль в виде 3х каналов (для этого необходимо «открыть» растровое изображение). Изменяем свойства файла с подписью band_1 – свойства слоя – Symbology – Unique Values (строим гистограмму) – переключаемся на – Classified и выбираем количество классов равное двум. Начинаем сеанс редактирования для объектов слоя gamr1. На панели инструментов выбираем (если не выбран) переклассифицированный слой. В ArcScan в панели Vectorization выбираем Options устанавливаем метод векторизации по центральной линии, фон – белый. В Vectorization Settings выбираем вкладку Styles – Contours – Ok – Apply – Close. Теперь выбираем опцию Generate Features – Ok. Модуль ArcScan выполнит автоматическую оцифровку всех линий в подгруженном канале раstra, но нам нужна только линия профиля местности. Для того чтобы убрать все лишние объекты нужно присвоить линии профиля значение в поле L_Code = 1 и удалить все объекты имеющие значения L_Code = 0. При необходимости нужно довести линию профиля до шкал вертикального масштаба (обычно построенный таким образом профиль «недотягивает» до вертикальных шкал 1-2 мм).

Таким образом мы получаем полностью готовую основу геологического разреза.

Для того чтобы вынести засечки (точки выходов геологических объектов на дневную поверхность) нужно привязать растровое изображение геологической карты к линии уровня моря на цифровой основе геологического разреза. Далее используя панель инструментов Draw нарисовать вертикальную линию и совместить её с точкой выхода на поверхность интрузивного тела (длина линии должна быть достаточной для того чтобы пересечь как линию уровня моря, так и линию профиля дневной поверхности). На данном этапе удобно отрисовывать дизъюнктивные структуры т.к. в большинстве своем они представляют собой прямые линии. Таким же образом можно выносить осевые линии пликтивных структур.

Так же удобно отрисовывать слои стратифицированных отложений соблюдая их мощность, в том случае если в разрезе наблюдаются стратифицированные отложения постоянной мощности. Для этого нужно отрисовать первый от поверхности слой и далее воспользоваться инструментом параллельного копирования (выделить линию – Editor – Copy Parallel) и в поле Distance указать мощность слоя в метрах, а в поле Side указать в какую сторону будет скопирована линия (на выбранной для копирования линии появятся маркеры в виде черных треугольников позволяющие определить сторону для копирования – лево, право или в обе стороны).

Литература

1. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Версия 1.4. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, – 2015. – 245 с.
2. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (второго издания). Версия 1.2. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, – 2015. – 163 с.

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТАФНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАУНЫ
МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НОВОДУБРОВСКОЕ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
РАБОТ - 2015 Г.)**

Д.В. Туманцева, Е.Ю. Самойлова

Научный руководитель доцент С.В. Лещинский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Местонахождение Новодубровское расположено в с. Новодубровское в Убинском районе Новосибирской области. Первые находки относятся к 1978 г., когда был проложен водопровод к зданию МТС. В июле-августе 2015 г. впервые проведены исследования восточной части гривы, заложены раскопы 7×2 м и 4×3 м. Костеносный горизонт условно разделен на 2 уровня.

Плотность остатков на территории местонахождения весьма незначительна: на площади 26 м² обнаружено 55 фрагментов и целых костей, и зубов. Таксономический состав довольно разнообразен и представлен как крупными: мамонт (*Mammuthus primigenius* Blum.), шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis* Blum.), бизон (*Bison* sp.), лошадь (*Equus* sp.), олень (*Cervidae* sp.) или лось (*Alces* sp.), волк (*Canis* sp.); так и мелкими млекопитающими (различные грызуны), так и остатками птиц – белая куропатка (*Lagopus lagopus* L.). Все остатки мегафауны принадлежат взрослым особям.

Выветривание костных поверхностей [1] отсутствует или незначительно (преобладают стадии 0–1), что говорит о быстром захоронении обломков. Наличие раздавленных длинных и плоских костей с типичным смещением и часто крутым залеганием (до 90°) может объясняться трамплингом [2]. В результате данных процессов целых сохранившихся остатков мало: отдельные зубы, метаподии, фаланги и сесамовидные кости крупных млекопитающих, а также косточки мелких грызунов и птиц. Для ископаемых остатков обоих уровней характерно наличие следов корней растений (вероятно, современных).

Работа выполнена на средства гранта (8.1.22.2015; 8.1.13.2015 С) Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2015 – 2016 гг.

Литература

1. Behrensmeyer A.K. Taphonomic and ecologic information from bone weathering / *Paleobiology*, 4 (2). – 1978. – P. 150 – 162.
2. Лещинский С. В. Комплексные исследования Барабинского мамонтового рефугиума в 2015 г. / С.В. Лещинский, В.Н. Зенин, Е.М. Бурканова, А.А. Дудко, А.В. Гулина, Н.Я. Федяев, А.С. Семиряков, Е.В. Канищева // *Вестник Томского государственного университета*. – 2015. – № 400. – С. 354 – 365.

ТРИЛОБИТЫ КЫРШАБАКТИНСКОГО РАЗРЕЗА

Е.А. Уралбаев

Научный руководитель преподаватель А.Н. Сарсенбаева

Казахский Национальный исследовательский технический университет имени

К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

С начала кембрийского периода появляются большинство морских типов животных играющих ведущую роль геологической истории Земли. Стали массовыми скелетные формы животных, имеющие внешний хитиновый панцирь, закрывающий мягкое тело животного (трилобиты и брахиоподы) и внутренний – хорду, конечности для передвижения и глаза [1].

В Казахстане наиболее богаты местонахождения такой фауны в северных предгорьях хребта Каратау в Южного Казахстана, в Центральном и Восточном Казахстане. Многочисленные находки панцирей и отпечатков трилобитов обнаружены в отложениях начиная с нижнего кембрия (вымерший в перми класс типа членистоногих), хиолитов (вымерший в перми класс типа моллюсков), брахиопод (тип одиночных животных, существуют до ныне). Каратауская кембрийская фауна была характерна для мелководной части морского бассейна, занимавшего в то время всю территорию Казахстана за исключением Западного Казахстана [3].

Руководящей группой кембрийской системы являются трилобиты. В Казахстане наиболее изучены трилобиты на непрерывном Кыршабактинском разрезе, где находки фауны трилобитов датируются с нижнего кембрия, по Ергалиеву Г.К., которым сделан значительный вклад в изучении трилобитов и описании Кыршабактинского разреза [2]. Фаунистически охарактеризованные отложения кембрийской системы широко развиты в пределах Аксайского блока, где они представлены чулактауской фосфоритовой свитой и шабактинской серий. Шабактинская серия подразделена на алжарскую, актасскую, жумабайскую и бестогайскую свиты [2].

Фаунистически охарактеризованные отложения нижнего - верхнего кембрия известны в пределах Аксайского блока Малого Каратау. Наиболее фаунистически охарактеризованным разрезом являются непрерывный разрез Кыршабакты, где установлены 12 фаунистических зон по трилобитам [2]. Разрез расположен на правом борту среднего течения одноименной реки, на субширотном изгибе у проселочной дороги Беркуты-Аксай, в 28 км к востоку от г. Жанатас.

Как опорный разрез по реке Кыршабакты среднего-верхнего кембрия он впервые был предложен Г.К. Ергалиевым [2]. Начиная с 1971 года разрез систематически демонстрировался многим специалистам бывшего

Советского Союза и дальнего зарубежья, в том числе участникам 27-ой сессии МГК (Москва, 1984) и Третьего Международного симпозиума по кембрийской системе в 1990 г. и 14 Международной полевой конференции 2009 г., где Кыршабактинский разрез получил статус вспомогательного и решением Международной кембрийской подкомиссией ему был присвоен статус "Серебряный гвоздь" [2].

Район р.Кыршабакты до 70-х годов, в связи с проведением геологических съемок среднего и крупного масштаба, изучался Г.А.Ярмаком, К.А.Лисогор и другими. В результате этих работ на левом берегу реки Кыршабакты было обнаружено несколько местонахождений трилобитов среднего-верхнего кембрия [2, 3]. По этим находкам было установлено присутствие ниже-верхнекембрийских отложений в бассейне р. Кыршабакты и в других районах Аксайского блока хребта Малого Каратау. На этих участках также были выявлены более 300 местонахождений фауны трилобитов среднего и верхнего кембрия и нижнего ордовика, с теми же закономерностями в сменах комплексов трилобитов, что и на Кыршабактинском разрезе. Результаты работ привлекали и привлекают внимание многих специалистов стратиграфов и палеонтологов, так как находки трилобитов приурочены к фосфоритонесным отложениям хребта Малого Каратау.

Литература

1. Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах // Москва, – 2009. С. 55 – 62.
2. Ергалиев Г.Х. Агностиды среднего и верхнего кембрия Аксайского государственного геологического заказника в Южном Казахстане // Алматы, – 2008. Часть 1. - С. 8 – 11.
3. Путеводитель полевой экскурсии. Международная полевая конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Хребет Малый Каратау, Южный Казахстан 24 августа – 2 сентября 2009. // Алматы, – 2009. – С. 65 – 67.

ТАФОНОМИЧЕСКИЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗЫ ОСТАТКОВ ЛОШАДЕЙ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ НОВОДУБРОВСКОЕ И ВОЛЧЬЯ ГРИВА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ 2015 Г.)

Н.Я. Федяев

Научный руководитель доцент С.В. Лещинский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Местонахождение Новодубровское расположено в Убинском районе Новосибирской области. Костеносный горизонт местонахождения предварительно разделен на два уровня. Количество остатков млекопитающих, обнаруженных в 2015 г. – 55, из них лошади (*Equus* sp.) принадлежит не менее 10 (возможно, несколько особей), на некоторых костях наблюдаются погрызы. Обнаружены фаланги в анатомическом сочленении. Костные поверхности имеют нулевую стадию выветривания.

Южнее Новодубровского, в с. Мамонтовое Каргатского района Новосибирской области, находится местонахождение Волчья грива. Предыдущие работы проводились в 1957, 1967, 1968, 1975, 1991 гг. В раскопе 2015 г. на площади 12 м², на глубине от 0,7 до 1,25 м выявлен костеносный горизонт, в котором обнаружено 620 остатков крупных млекопитающих. Основная часть костей и зубов принадлежит мамонту и лишь 19 лошади. Остатки лошадей из Волчьей гривы относятся минимум к двум особям и были найдены в средней и нижней частях горизонта. Кости имеют относительно хорошую сохранность (стадии выветривания 0–2), в отличие от костей мамонтов (стадии выветривания 2–5) [1].

На обоих местонахождениях происходило достаточно быстрое захоронение остатков лошадей. Несмотря на это, наблюдается хаотичное распределение костей по поверхности палеорельефа, что может указывать на значительную активность плотоядных животных.

Работа выполнена на средства гранта (8.1.22.2015; 8.1.13.2015 С) Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2015 – 2016 гг.

Литература

1. Лещинский С.В. Комплексные исследования Барабинского мамонтового рефугиума в 2015 г./ С.В. Лещинский, В.Н. Зенин, Е.М. Бурканова, А.А. Дудко, А.В. Гулина, Н.Я. Федяев, А.С. Семиряков, Е.В. Канищева // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 400. – С. 354 – 365.

ПАЛЕОФИТОГЕОГРАФИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В РАННЕЮРСКОЕ ВРЕМЯ

А.О. Фролов, И.М. Мащук

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

В Евразии в ранней юре существовали две крупные палеофлористические области: Евро-Синийская и Сибирская [1]. В составе Сибирской области выделены провинции: Западно-Сибирская и Северо-Китайская [3]. Внутри провинций палеофитоценозов подчиненного ранга еще не установлены. Целям палеофлористического районирования служат осевые группы растений. Они характеризуются частой встречаемостью в геологической летописи, широким географическим распространением и выраженным эндемизмом на семейственном, родовом и видовом уровнях [2].

В раннеюрских флорах Западно-Сибирской провинции осевыми группами являются папоротники *Coniopteris*, *Cldophlebis*, представители порядков Ginkgoales, Leptostroboales, и хвойные сближаемые с семейством Pinaceae (*Pityospermum*, *Pityospernum*, *Schizolepis*). Для разновозрастных флор Северо-Китайской провинции, кроме перечисленных выше таксонов, осевыми являются цикадовые (*Ctenis*, *Nilssonina*), беннеттиты (*Anomozamites*, *Pterophyllum*, *Tyrnia*) и хвойные семейства Voltziaceae (*Ferganiella*, *Lindleyocladus*, *Podozamites*). В составе осевых групп присутствуют эндемичные виды и роды, опираясь на географическую приуроченность которых, устанавливаются фитохории ранга субпровинций. Особое место в раннеюрских флорах Сибирской области занимают виды-мигранты из южной Евро-Синийской области: папоротники (*Clatropteris*, *Phlebopteris*, *Todites*), цикадовые (*Ctenis*, *Nilssonina*) и беннеттитовые (*Anomozamites*, *Pterophyllum*, *Nilssoniopteris*, *Ptilophyllum*, *Otozamites*), хвойные (*Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*). При проведении палеофлористического районирования Сибирской области внимание уделялось наличию во флорах видов-мигрантов и эндемиков в составе осевых групп.

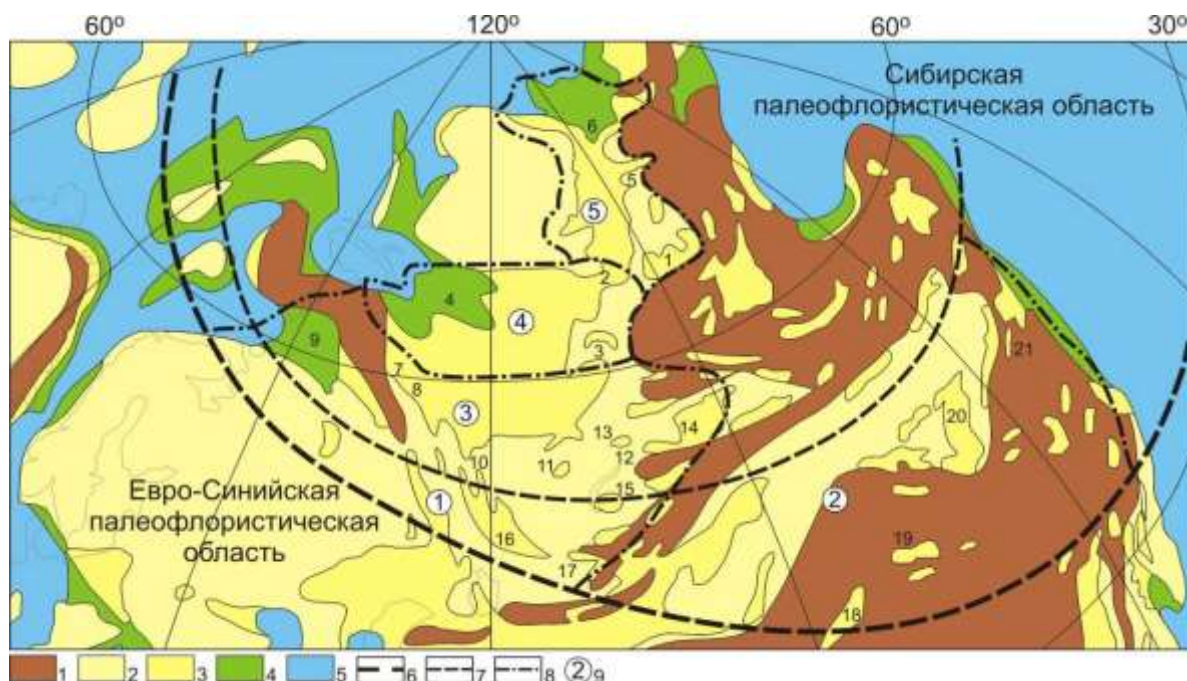


Рис. 1. Карта-схема палеофлористического районирования Северной Евразии в ранней юре.
Условные обозначения: 1 – горы; 2 – низменная суша; 3 – озерно-аллювиальные равнины; 4 – лагуны, прибрежные равнины; 5 – море; 6 – границы областей; 7 – границы провинций; 8 – границы субпровинций; 9 – субпровинции: 1 – Ферганская, 2 – Цайдамская, 3 – Уральская, 4 – Предъенисейская, 5 – Ангаро-Вилуйская. Цифрами обозначены: 1 – Иркутский бассейн, 2 – Каннский бассейн, 3 – Кузнецкий бассейн, 4 – Западная Сибирь, 5 – Южно-Якутский бассейн, 6 – Ленский бассейн, 7 – Богословская впадина, 8 – Челябинский бассейн, 9 – бассейн р. Печоры, 10 – Северный Тургай, 11 – Карагандинский бассейн, 12 – Алакуль, 13 – Майкюбенский бассейн, 14 – Джунгарский бассейн, 15 – Иссык-Кульская впадина, 16 – Каратау и Ангрэн, 17 – Ферганский бассейн, 18 – Цайдамский бассейн, 19 – провинция Шэньси, 20 – провинция Хэбэй, 21 – провинция Ляонинь.

В Северо-Китайской провинции установлены две субпровинции: Ферганская и Цайдамская. Ферганская субпровинция объединяет раннеюрские флоры Южной, Восточной и Северной Ферганы, Иссык-Кульской впадины, хребта Каратау и Ангрена (Рис. 1). В этих флорах высок уровень видового эндемизма (22% от общего числа видов), особенно среди папоротников *Coniopteris*, *Cladophlebis* и цикадовых *Ctenis*, *Nilssonina*, *Taeniopteris* (41% от общего числа эндемиков). Эндемичные виды присутствуют в составе лептострбовых (*Czekanowskia asiatica*, *Cz. australis*, *Cz. ketovae*) и хвойных (*Ferganiella lanceolata*, *F. latifolia*, *F. ovalis*, *Pityocladus kobukensis*, *Pityospermum parallelimarginata*, *P. karataviensis*) (Рис. 2). Участие видов-мигрантов из Евро-Синийской области относительно невелико (15% от общего числа видов) (Рис. 2). Они представлены, главным образом, папоротниками (*Todites*, *Phlebopteris*, *Clatropteris*, *Klukia*, *Marattiopsis*, *Osmundopsis*) и беннеттитами (*Nilssoniopteris*, *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum*).

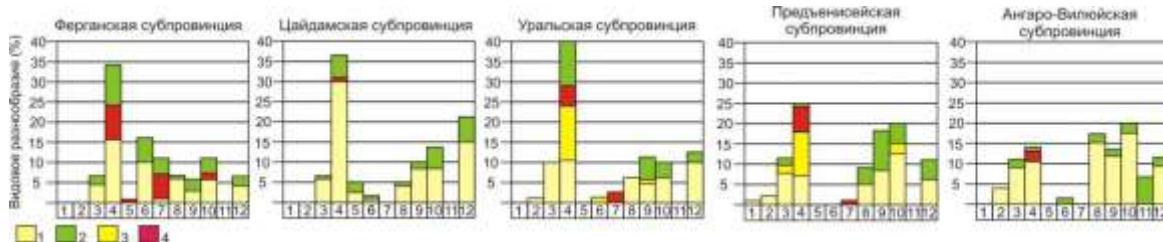


Рис. 2. Состав и структура раннеюрских флор субпровинций Сибирской палеофлористической области.

1 – общие виды, 2 – эндемичные виды, 3 – виды-мигранты из Северо-Китайской провинции Сибирской области, 4 – виды-мигранты из Евро-Синийской области. Цифрами на графиках обозначены: 1 – мхи, 2 – плауны, 3 – хвощи, 4 – папоротники, 5 – кейтониевые, 6 – цикадовые, 7 – беннеттитовые, 8 – гинкговые, 9 – лептострбовые, 10 – хвойные, 11 – гнетовые, 12 – растения спорного таксономического положения.

Цайдамская субпровинция объединяет раннеюрские флоры Северного Китая (провинции Цинхай, Шэньси, Хэбэй и Ляонинь) (Рис. 1). Флоры субпровинции характеризуются обедненным таксономическим составом папоротников, цикадовых, беннеттитовых и гинкговых, по сравнению с Ферганской субпровинцией (Рис. 2). Среди осевых групп наибольшим разнообразием и высоким эндемизмом (26% от общего числа эндемиков) характеризуются папоротники рода *Cladophlebis*, представители рода *Coniopteris* – отсутствуют. Эндемики присутствуют среди цикадовых (*Stenis haixizhouensis*), гинкговых (*Vitifolium*) и лептострбовых (*Czekanowskia elegans*, *Cz. pumila*). В составе семейства Voltziaceae вместо рода *Ferganiella*, распространенного в Ферганской субпровинции, присутствуют роды *Lindleyocladus* и *Podozamites*, представленные эндемичными видами *Lindleyocladus podozamioides* и *Podozamites paralanceolatus*. Мигранты из Евро-Синийской области единичны (Рис. 2). Такое своеобразие флоры обусловлено изоляцией территории Цайдамской субпровинции в ранней юре – она со всех сторон окружена горными системами.

В составе Западно-Сибирской провинции установлены три субпровинции: Уральская, Предьенсейская и Ангаро-Вилуйская. Уральская субпровинция объединяет раннеюрские флоры Тургайского, Челябинского, Богословского, Майкюбенского, Карагандинского бассейнов, Алакульской впадины и, вероятно, Печерского и Джунгарского бассейнов (Рис. 1). В раннеюрских флорах этой территории наблюдаются те же тенденции, что и в северных районах Западно-Сибирской провинции: ведущую роль играют папоротники *Coniopteris* и *Cladophlebis*, гинкговые и лептострбовые. Отличие заключается в высоком участии видов-мигрантов из Евро-Синийской области и особенно Северо-Китайской провинции Сибирской области. Это объясняется отсутствием географических барьеров (морей, горных систем) между этими территориями. Среди мигрантов преобладают папоротники *Coniopteris*, *Clatopteris*, *Todites*, *Cladophlebis*, цикадовые *Taeniopteris* и беннеттиты *Pterophyllum* (26% от общего числа видов) (Рис. 2). В составе осевых групп присутствуют эндемики (24% от общего числа видов): *Cladophlebis compacta*, *Cl. kuschmurumica*, *Cl. delicatula*, *Cl. heteropinnula*, *Cl. subdenticulata*, *Cl. princeps*, *Raphaelia kysyltaica*, *Czekanowskia orlovskajae*, *Cz. doludenkoeae*, *Cz. uralica*, *Cz. papillifera*, *Cz. prynadae*, *Cz. jenisejensis* (Рис. 2). Имеется и эндемичный род *Kinderlykia*, представленный видом *K. gracilis*.

Предьенсейская субпровинция объединяет флоры Западной Сибири, Кузнецкого и Канского бассейнов (Рис. 1). В этих флорах высок уровень эндемизма в порядках Ginkgoales, Leptostroboles (45% от общего числа эндемиков) (Рис. 2). В составе порядка Ginkgoales присутствует эндемичный род *Sibiriella*, представленный видами: *S. aksarinii* и *S. koltogorica*. Среди лептострбовых эндемиками являются *Czekanowskia kanensis*, *Phoenicopsis striata*, *Ph. kazakovii*. В раннеюрских флорах субпровинции впервые появляются виды гинкговых (*Baiera chachlovii*, *Ginkgo ananievii*) и лептострбовых (*Czekanowskia obiensis*, *Phoenicopsis angustifolia*, *Ph. irkutensis*, *Ph. densinervis*, *Ph. cognata*), имеющие более широкое распространение в средней юре. Велико участие мигрантов (17% от общего числа видов), среди которых наиболее разнообразны папоротники *Coniopteris* и *Cladophlebis* (Рис. 2).

Ангаро-Вилуйская субпровинция объединяет флоры Иркутского, Ленского и Южно-Якутского бассейнов (Рис. 1). Для флор субпровинции характерно присутствие эндемиков в порядках Ginkgoales (*Ginkgo cellebris*, *G. balejensis*), Leptostroboles (*Czekanowskia vilujensis*, *Cz. curta*) и Pinales (*Schizolepis glutaceus*, *Elatides brandtiana*). Свообразие этой флоры придает присутствие гнетовых, представленных эндемичными родами *Aegianthus*, *Angarolepis*, *Heerala* и *Cadmisega*. Количество мигрантов, представленных папоротниками *Coniopteris* и *Cladophlebis*, незначительно (4%) по сравнению с Предьенсейской субпровинцией (17%) (Рис. 2).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-60005).

Литература

1. Вахрамеев В.А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. – М.: Наука, 1988. – 214 с.
2. Игнатьев И.А. Принципы и задачи палеофлористического районирования суши в палеозое // Биосфера-экосистема-биота в прошлом Земли: палеобиогеографические аспекты. К 100-летию со дня рождения академика В.В. Меннера. – М.: Наука, 2005. – С. 113 – 132.
3. Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. – С.-Петербург.: Недра, 2005. – 378 с.

**ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВАЯ И ГОЛОЦЕНОВАЯ ИСКОПАЕМАЯ ФАУНА КУЙТУНСКОЙ
МЕЖГОРНОЙ КОТЛОВИНЫ (СЕЛЕНГИНСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ)**

В.Н. Черных

Научный руководитель профессор Т.Т. Тайсаев
Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

Куйтунская межгорная котловина расположена в центральной части Селенгинского среднегорья. Представляет собою межгорное понижение площадью 1100 км². Точных данных по возрасту котловины нет. Большинство исследователей относят подобные котловины к мезозойским, или мезо-кайнозойским [1]. Породы кристаллического фундамента представлены протерозойскими гранитоидами, диоритами, сненитами куналейского и бичурского комплексов, а также связаны с мезозойскими интрузиями. Мощность рыхлых отложений не велика и колеблется в пределах от первых десятков метров до 100 м. Буровыми скважинами в пределах территории рыхлых отложений, относящихся к периодам ранее четвертичного времени не вскрыто. В естественных обнажениях в оврагах и балках также не наблюдается неогеновых или мезозойских отложений. Отдельные описания красноцветных неогеновых толщ по оврагам в окрестностях села Десятниково и Тарбагатай имеются, но автором в ходе работ отложения подобного возраста нигде не обнаружены. Мощность, возраст отложений, строение речных долин говорят о том, что скорее всего котловина образовалась в результате тектонических движений блоков по разломам в кайнозое с последующей экзогенной обработкой.

Рыхлые отложения территории представлены несколькими генетическими типами, преимущественно неоднократно переотложены в ходе интенсивной эрозионной и эоловой деятельности. Преобладают пролювиально-делювиальные лессовидные супеси и суглинки. Их образование связывают с переносом пылеватых частиц из долин крупных рек в позднелепистоценовое время, которые аккумуляровались в виде покровов мощностью от 1 до 25 м на склонах и водоразделах речных долин. В последствии водными потоками лессовидные породы смывались к днищам котловин. Разрезы этих отложений изучены и описаны [1]. По погребенным почвам из почвенно-лессовых последовательностей, часто встречающихся в отложениях на разных гипсометрических уровнях, выполнены датировки. Календарный возраст наиболее древних погребенных почв в нижней части разреза Нижняя Буланка около 13270 кал. л. [2]. По остальным разрезам датировки дают голоценовый возраст от 8000 лет назад до современности.

Находки остатков ископаемой фауны в Куйтунской межгорной котловине известны с самого начала освоения территории. В основном случайным сбором крупных костей представителей вымершей фауны занимались местные жители пастухи, колхозники, охотники. Часть находок оставляли прямо на месте, крупные кости, по размерам явно превосходящие остатки коров или лошадей, люди сдавали в местные краеведческие музеи. Особо крупные из них перевозились в Улан-Удэ и сейчас являются экспонатами в Геологическом музее и Музее природы Бурятии. Этот материал, частью подъемный, а частью извлеченный из слоев как правило не имеет хроностратиграфической привязки. Отдельные энтузиасты, обладающие определенной подготовкой, занимались поиском костей ископаемых животных целенаправленно с фиксацией находок в установленном порядке (к.г.н., Клементьев А.М.) Сбором остатков занимались также геологи, изучавшие рыхлые отложения территории, в том числе Базаров Д.-Д. Б. и другие. В результате за долгий период сборов остатков костей в оврагах и балках Куйтунской межгорной котловине в музеях и частных коллекциях накопилось большое количество остеологического материала, который системно изучается с 2010 года.

Материал из отложений описан в ряде публикаций [2]. В большинстве своем найденные находки имеют подъемный характер, в некоторых случаях извлечены автором из слоев. За период с 2001 по 2015 г описано в музеях и в частном хранении, а также собрано в ходе полевых исследований 27 черепов и более 400 костей посткраниального скелета разных представителей фауны крупных млекопитающих. В ходе проводимых работ выполнены определения костных остатков, выявлен состав фауны, найдены новые местонахождения скопленных остатков, определены общие особенности захоронения и местоположения в слоях, выполнены абсолютные датировки.

Фауна крупных млекопитающих Куйтунской межгорной котловины была представлена двумя основными комплексами, существовавшими поочередно хазарским и верхнепалеолитическим. В составе фауны были представлены следующие рода и виды: *Mammuthus primegenius*, *Bison priscus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus*, *Capreolus*, *Ovis ammon*, *Spirocerus* sp., *Canis*, *Ursus*, *Vulpes*, *Lynx*. Фауна мелких млекопитающих несомненно составляла важную часть экосистем, но в ископаемом состоянии найдены лишь остатки рода *parameles*. Интересен тот факт, что из немногочисленных находок роговых стержней *Spirocerus kiakhtensis* 2 сделано в Куйтунской межгорной котловине в районе с. Надеино и в овраге пади Кокориной в окрестностях села Большой Куналей. Наиболее многочисленны остатки шерстистого носорога и бизона, в том числе черепов.

В ходе работ, проводимых осенью 2008 года в овраге, вскрывающим лессовидные отложения на глубину 4 м автором обнаружено 2 черепа и множество костей посткраниального скелета, в том числе позвонки в анатомическом порядке, принадлежащие *Coelodonta antiquitatis*. Из опросов местных жителей известно, что ранее, в 2006 году в этом овраге пастух выкопал 2 черепа, принадлежащие тому же виду, а также 2 бивня, предположительно рода *Mammuthus*. Находки были сданы в музей Большекуналейской СОШ где и хранились наряду со многочисленными другими остатками. Осмотр костей определил их принадлежность к описанным родам. В дальнейшем, в овраге проводились фрагментарные раскопки, которые дали богатый материал хорошей сохранности, включая фрагмент черепа носорога, череп и кости бизона, остатки, принадлежащие хищникам и множество других остатков. Сравнение морфологических и стратиграфических характеристик разреза,

названного Десятниково (по наиболее близко расположенному населенному пункту) с опорными разрезами с остатками мамонтовой фауны позволяют сделать вывод о том, что данный объект является новым местонахождением. Крупных работ на местонахождении не проводилось, но в будущем они дадут обширный материал по позднеплейстоценовой и голоценовой фауне.

Еще одно местонахождение скопления остатков фауны, принадлежащих различным родам и видам, обнаружено в пади Верхняя Буланка в верховьях реки Куналейки. В овраге, вскрывающем на полную мощность (1,5 м) лессовидные суглинки, которые сменяются слоем грубообломочных пролювиально-делювиальных отложений, обнаружены череп *Ovis ammon*, фрагмент бедренной кости *Mammuthus primegenius*, роговой стержень *Cervus sp.*, фрагменты черепа и ребра *Coelodonta antiquitatis*. Геоморфологические особенности территории и стратиграфия вскрытых отложений позволяют говорить о том, что в данном месте возможно наличие еще одного местонахождения фауны (в принятом его понимании).

Абсолютные датировки проводились в лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода СПбГУ по черепу бизона, найденному в лессовидных отложениях, вскрытых оврагом в пади Нижняя Буланка. Возраст костных остатков около 8 тыс. лет. Эта датировка первая для Селенгинского среднегорья, полученная по костям, происходящим не из археологических стоянок.

Изучение ископаемой фауны Куйтунской межгорной котловины позволяет делать выводы о палеогеографических обстановках прошлого и об особенностях накопления рыхлых отложений, об активизации эрозионных и эоловых процессов, об экосистемах позднеплейстоценового и голоценового времени и о роли древнего человека в их функционировании. Материалы, полученные в ходе исследований, служат для объяснения важных вопросов палеонтологии Забайкалья [3], поэтому работы в данном направлении будут проводиться и дальше. Куйтунская межгорная котловина благодаря геолого-геоморфологическим особенностям по-прежнему является перспективной и интересной для палеонтологов.

Литература

1. Базаров Д.Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья. – Улан-Удэ: Бурят, кн. изд-во, – 1968. – 166 с.
2. Калмыков Н.П., Кобылкин Д.В., Григорьева М.А., Черных В.Н. О валидности винторогих антилоп рода *Spirocerus* (*Mammalia, Artiodactyla*) Центральной Азии // Доклады академии наук. – 2014, – том 456, № 3, – с.1 - 3.
3. Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Кобылкин Д.В., Черных В.Н. Основные периоды почвообразования и осадконакопления в лесостепных ландшафтах Селенгинского среднегорья в позднеледниковье и голоцене // География и природные ресурсы. – 2015. – №3 – с.114 - 125.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И БИОФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА СРЕДНЕУРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Т.Н. Шумилова, В.А. Сухорукова

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проведение литолого-палеогеографических исследований юго-восточной части Западной Сибири (Томская область) активно используется при прогнозно-поисковых работах на углеводороды. Изучаемые отложения представлены тюменской свитой, полифациальный характер которой обусловлен изменчивыми условиями осадконакопления, что непосредственно влияет на формирование коллекторов. Изучение литологических особенностей пород и идентификация ихнофоссилий, как показателей условий седиментогенеза, позволили провести реконструкцию фациальных обстановок [5].

Изученные отложения тюменской свиты представлены следующими разновидностями: алевро-песчаники, алевролиты, алевро-аргиллиты и аргиллиты.

Алевро-песчаники и алевролиты характеризуются алевро-псаммитовыми структурами. Обломки составляют 85 % от объема породы, степень сортировки – средняя, форма – полуокатанная и полуугловатая. Минеральный состав обломочного материала: кварц – 60 %, полевые шпаты – 35 % (кислые плагиоклазы (олигоклаз, ортоклаз), обломки кремнисто-серицитовых сланцев – 5 %, типы зерновых контактов: точечные, прямолинейные, инкорпорационные. Обломки кварца корродированы и слабо регенерированы, полевые шпаты пелитизированы, а плагиоклазы слабо серицитизированы, либо практически не изменены. Отмечается уплощенность обломков вдоль поверхности напластования. Цементирующая масса преимущественно кремнисто-гидрослюдистая с примесью хлоритизированного биотита, мусковита и эпидота. В породах зафиксировано несколько мелких, уплощенных зерен глауконита (Рис. 1). Структура цемента – порово-пленочная, регенерационная.

Породы интенсивно катагенетически изменены, что подтверждается развитием эпигенетических минералов и трещин дифференциального скольжения, которые подчеркнуты скоплением битуминозного вещества. Поверхности кливажа изгибаются, местами сближаются, в результате, в породах отмечаются микроблоки линзовидной формы с размерами 0,2...0,3 мм, подчеркнутые изгибающимися чешуйками новообразованных слюд.

Алевро-аргиллиты и аргиллиты состоят преимущественно из глинистых минералов, представленных гидрослюдами с примесью хлоритизированного биотита, хлорита и мусковита. В алевро-аргиллитах содержание

обломков алевритовой размерности приблизительно 40%. Обломки полуокатанные, полуугловатые представлены преимущественно кварцем и полевыми шпатами. Распределение обломочного материала неравномерное вплоть до скопления в вытянутых линзах с размерами 1...3 мм в поперечнике. В породах отмечаются мелкие глобулы и скопление глобулей сингенетичного пирита с размерами от 0,02 до 2 мм в поперечнике, что указывает на восстановительные условия седиментогенеза.

Во всех литологических разновидностях в ультрафиолетовом свете (под люминесцентным микроскопом) установлено то или иное количество битумоидов. В алевро-песчаниках и алевролитах отмечается приуроченность битумоидов к цементирующему веществу, литогенетическим и тектоническим трещинкам. Состав эпититумоидов изменяется от смолисто-асфальтенового до маслянистого, содержание варьирует от 0,02 до 0,04%. Отмечается неоднократное поступление битуминозного вещества, что подтверждается битуминозными текстурами (рис. 1).

В алевро-аргиллитах и аргиллитах отмечается преимущественное преобладание битумоидов смолисто-асфальтенового и смолистого состава. Остаточный характер состава синбитумоидов свидетельствует об эмиграции легких фракций в более проницаемые алевро-песчаные разновидности пород (рис. 2).

В отложениях изученных скважин площади Снежная встречается большее разнообразие ихнофоссилий:

Ихнород *Schaubcylindrichnus* (рис. 3) представлен наклонным изолированным туннелем, форма которого уплощенно-овальная. Характерна и заметна сильная футеровка стенок ходов алевритовым материалом. Вероятнее всего, эти следы оставляли биофильтраторы, такие как кольчатые черви, система которых – поедатели суспензии.

Гидродинамика осадконакопления вмещающих отложений варьируется от умеренно активной в мелководных зонах, до спокойной в глубоких частях шельфа [1, 3, 6].

Ихнород *Ophiomorpha* (рис. 4) встречается в виде округлых и удлинённых срезов. Также, заметно характерное ячеистое строение стенок хода. Такое строение объясняется укреплением стенок глинисто-органическим пеллетовидным материалом. *Ophiomorpha* характерна для мелководно-морских отложений, но они могут встречаться и в опресненных обстановках, а также на глубоком шельфе. Такие следы оставляют ракообразные, например, креветки.

Ихнород *Teichichnus* (рис. 5) представлен слабоизвилистыми норками, выполненными веществом вмещающих отложений. Такая форма обусловлена движением организмов по вертикали. Внутреннее строение норки сегментарное, в общих чертах повторяющее слоистую текстуру вмещающих пород. Диаметр от 0.5 см до 1.2 см в раздувах.

Исследования среднеюрских отложений секвенс-стратиграфическим методом позволили выделить три типа трактов седиментационной системы: тракт низкого стояния уровня моря (ТНС), трансгрессивный тракт (ТТ) и тракт высокого стояния уровня моря (ТВС). ТНС в исследуемом районе формировался вдали от береговой линии [2]. Он представлен, в основном, алевро-песчаником, алевро-аргиллитом и углем. Для пород характерна субгоризонтальная, косоволнистая и линзовидная слоистость. Отмечается наличие обугленных остатков корневых систем растений, углефицированных отпечатков листьев растений, а также наличие ходов роющих животных. Встречены отпечатки листьев голосеменных р. *Czekanowska*, папоротника *Coniopteris vialovae* и отпечатки папоротника *Coniopteris depensis*. Кровля ТНС совпадает с трансгрессивной поверхностью. ТТ представлен преимущественно мелкозернистыми песчаниками с косослойчатой, косой плоскопараллельной, субгоризонтальной и троговой слоистостью. На отложениях ТТ залегают отложения ТВС. Для ТВС характерен регрессивный набор фации с увеличением гранулометрии осадков вверх по разрезу. ТВС представлен преимущественно песчаниками и алевролитами с редкими прослоями аргиллита и угля. В породах слабо проявляется слоистость, на переходных участках косая и субгоризонтальная, растительный детрит почти полностью отсутствует. В отложениях изученных скважин площади Снежная встречается большее разнообразие ихнофоссилий [5].

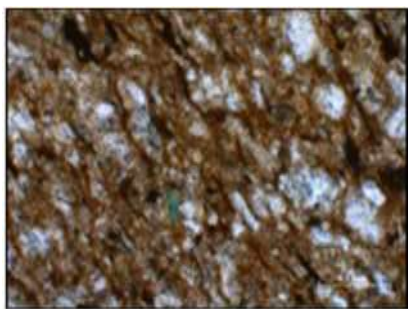


Рис. 1. Глауконит

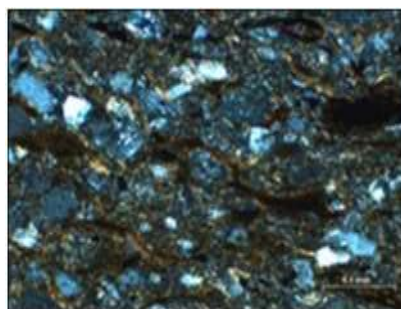
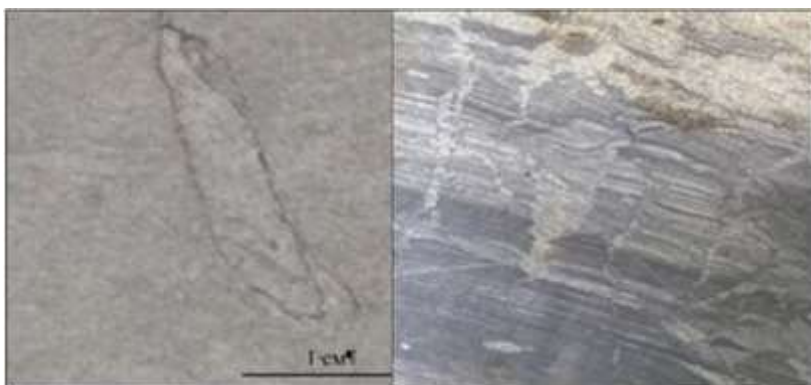


Рис. 2. Глобулы пирита

Рис. 4. Ихнород *Orphiomorpha*Рис. 3. Ихнород *Schaubcylindrichnus*Рис. 5. Ихнород *Teichichnus*

Результаты проведенных секвенс-стратиграфических, биофациальных (ихнофосилии), литолого-фациальных исследований свидетельствуют о формировании среднеюрских отложений в условиях переходного седиментогенеза от прибрежно-морских к континентальным [4]. В интервале изученного разреза не выявлено горизонтов перспективных для обнаружения углеводородов. Активная гидродинамика среды седиментации не способствовала захоронению углеводородов).

Литература

1. Вакуленко Л.Г., Ян П.А. Юрские ихнофашии Западно-Сибирской плиты и их значение для реконструкции обстановок осадконакопления // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 4: Приложение к журналу «Геология и геофизика». – т. 42, – 2001, с. 83 – 93.
2. Шамина М.И., Рычкова И.В., Кириллова М.М. Использование результатов литолого-фациальных, секвенс-стратиграфических и палеогеографических исследований для оценки нефтегазоносности среднеюрских отложений Тымского структурно-фациального района Западной Сибири // Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина (Санкт-Петербург, 25-29 сентября 2012 г.).
3. Ян П.А., Вакуленко Л.Г., Бурлева О.В., Аксенова Т.П., Микуленко И.К. Литология келловей-оксфордских отложений в различных фациальных районах Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. – 2001, т. 42 (11– 12), – с. 1897– 1907.
4. Ян П.А., Вакуленко Л.Г. Смена состава ихнофосилий в келловей-оксфордских отложениях Западно-Сибирского бассейна как отражение цикличности седиментогенеза // Геология и геофизика, – 2011, т.52, №10, с. 1517-1537.
5. 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) // XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development" – 6–10 April 2015, Tomsk, Russia.
6. Shaminova M., Rychkova I., U. Sterzhanova and Dolgaya T. Lithologo-facial, geochemical and sequence-stratigraphic sedimentation in Naunak suite (south-east Western Siberia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 21 (2014) 012001.

Секция 2

МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РУДООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

И.В. Кучеренко, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

1. Введение

Классификация природных процессов (явлений) с непосредственным основанием – источником информации, необходимым для ее создания, структура которой и принципы построения разработаны в современной теории систем, во всех областях знаний, как известно, представляет концентрированное выражение теории, служит показателем ее зрелости. Естественно корректная классификация не может быть создана, если отсутствует теория, адекватная природным процессам. В этом случае разрабатываются классификации, в том числе генетические, природных объектов, в рудной геологии – месторождений полезных ископаемых, при том, что корректность таких классификаций всецело зависит от знаний об их происхождении.

На начальном этапе создания теории рудообразования вопрос о том, какой должна быть классификация полезных ископаемых, выдающиеся геологические умы активно обсуждали в начале двадцатого столетия. Один из них, S.R. Van Hise [14], считал, что классификация полезных ископаемых должна быть генетической и построена на основе геологических процессов. Следуя этому, он выделял магматические, осадочные, метаморфические процессы. Другие геологи, Т. Crook [12], К. Богданович [3], В. Линдгрэн [13], В. Обручев [7] разделяли это мнение, но подчеркивали, что время совершенной генетической классификации рудообразующих процессов не пришло по причине отсутствия теории. В изложении В. Линдгрена [13, с. 180], Т. Crook считал, что «Построение совершенной генетической классификации в настоящее время (1914 год, – И.К.) невозможно вследствие того, что для этого геологу пришлось бы принять определенное положение относительно проблем, которые пока еще не разрешены». В свою очередь, и В. Линдгрэн полагал [13, с. 179], что «... построение такой классификации, которая заслужила бы всеобщее одобрение, – дело невозможное».

Вследствие медленного накопления знаний о процессах рудообразования, обусловленного вполне объективными обстоятельствами, «настоящее время», которое упоминал Т. Crook, растянулось на оставшуюся часть XX и начало XXI столетий, в течение которых предлагались полные генетические классификации только месторождений полезных ископаемых.

В докладе обсуждается возможность трансформации генетической классификации месторождений полезных ископаемых в более совершенную генетическую классификацию рудообразующих процессов на базе достигнутых в теории рудообразования современных знаний и с использованием следующего из теории систем подхода к классифицированию естественно научных объектов и процессов. Предлагается вариант разработанной автором классификации.

2. Структуры и содержания генетических классификаций месторождений полезных ископаемых

В. Линдгрэн, автор одной из ранних классификаций месторождений полезных ископаемых, считал [13, с. 179], что «... единственным рациональным разделением месторождений на классы было бы следующее: 1) месторождения, образовавшиеся из ранее существовавших минералов путем механической концентрации; 2) месторождения, образовавшиеся под действием реакций в растворах», ...а «... направление, взятое в настоящее время (1928 год, – И.К.) в области построения классификации сложных явлений отложения руд, является единственно правильным». Это направление реализовано в его классификации.

Классификация месторождений полезных ископаемых (по W. Lindgren [13])

- I. Месторождения, образовавшиеся механическими процессами концентрации (температура и давление умеренны).
- II. Месторождения, образовавшиеся химическими процессами концентрации (температура и давление варьируют в широких пределах).
 - A. В поверхностных водах:
 - 1. Взаимодействием растворов:
 - a) неорганическими реакциями
 - b) органическими реакциями
 - 2. Испарением растворителя
 - B. В горных породах:
 - 1. Концентрацией веществ, присутствующих в самих горных породах:
 - a) концентрацией при выветривании и разложении пород близ земной поверхности
 - b) грунтовыми водами глубокой

Температура от 0° до 7° C ±
Давление от среднего до сильного

Температура от 0° до 100° C ±
Давление среднее

Температура от 0° до 100° C ±
Давление среднее

циркуляции		
с) динамическим и региональным метаморфизмом	}	Температура до 400° С ±
2. Концентрацией веществ, посторонних вмещающим горным породам:		Давление высокое
а) генезис независимый от магматической деятельности циркулирующей атмосферных вод на малой и средней глубине	}	Температура до 100° С ±
б) генезис, связанный с магматической деятельностью		Давление среднее
• Горячими восходящими водами неопределенного происхождения:		
1. Отложение и концентрация на малой глубине. Эпитермальные месторождения	}	Температура от 50° до 200° С ±
2. Отложение и концентрация на средней глубине. Мезотермальные месторождения		Давление среднее
3. Отложение и концентрация на большой глубине и под большим давлением. Гипотермальные месторождения	}	Температура от 200° до 300° С ±
• Непосредственными магматическими эманациями:		Давление высокое
1. Из интрузивных тел. Контактново-метаморфические и пирометасоматические месторождения	}	Температура от 300° до 500° С ±
2. Из эффузивных тел. Продукты возгонки, фумаролы.		Давление очень высокое
С. Процессами дифференциации магмы		
а) Собственно магматические месторождения	}	Температура от 700° до 1500° С ±
б) Пегматитовые		Давление очень высокое
		Температура около 575° С ±
		Давление чрезвычайно высокое

Месторождения I^н совокупности представлены обломочными породами, глинами, россыпями. Месторождения II^н совокупности соответствуют в отечественных классификациях экзогенным (выветривания, осадочным) и эндогенным.

В изданном в СССР в 1925 году в переводе на русский языке выдающегося американского геолога В. Эммонса «Введение в учение о рудных месторождениях», автора знаменитой концепции зонального размещения месторождений металлических полезных ископаемых вокруг гранитных плутонов, генетический материал обсуждается по отдельным металлам. Например, в главах «Марганец», «Железо», «Хром» и других описаны все генетические типы месторождений каждого из металлов. Подобное распределение материала принято во второй части дисциплины «Учение о полезных ископаемых» под названием «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых», преподаваемых в ВУЗах геологического профиля в прошлом в СССР, ныне в России. Это рационально в образовательном процессе, поскольку обеспечивает возможность и целесообразность обсуждать и оценивать промышленную значимость месторождений каждого вида полезных ископаемых, образованных по нескольким генетическим сценариям, после изучения всех возможных сценариев в объеме первой части дисциплины. Принятая же в упомянутом труде система описания процессов рудообразования зависит от случайного фактора – сочетания процессов образования оруденения каждого вида, сопряжена с неизбежными повторами и/или отсылками на предшествующие описания, вследствие чего для первоначального обучения менее удачна в сравнении с предложенной В. Линдгреном.

В одни годы с В. Эммонсом и В. Линдгреном вариант генетической классификации месторождений полезных ископаемых разработал организатор Горного отделения в Томском технологическом институте (1901–1912 гг.) В. Обручев [7].

Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых (по В. Обручеву [7])

ГРУППА А. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГЛУБИННЫЕ (ЭНДОГЕНОВЫЕ)

Категория 1. Магматические

Класс 1. Эвмагматические

Тип а. Сегрегационные

Тип б. Ликвационные

Класс 2. Инъекционные

Класс 3. Пегматитовые

Категория 2. Эманационные

Класс 1. Контактные

Класс 2. Пнеуматолитовые

Класс 3. Эксудаты и сублиматы

Категория 3. Гидротермальные*Класс 1. Гипотермальные**Класс 2. Мезотермальные**Класс 3. Эпитермальные**Тип а. Заполнения пустот**Тип б. Метасоматические***ГРУППА Б. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫЕ (ЭКЗОГЕНОВЫЕ)***Класс 1. Осадочные**Класс 2. Инфильтрационные**Класс 3. Остаточные**Класс 4. Обломочные или россыпи***ГРУППА В. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗМЕНЕННЫЕ (МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ)***Класс 1. Пирометаморфические**Класс 2. Динамометаморфические**Класс 3. Гидатометаморфические**Класс 4. Сложного генезиса (первично-магматические, первично-контактовые, первично-осадочные метаморфизованные, например, железистые кварциты)*

Некоторые термины, вышедшие из употребления или малоупотребляемые в последующие годы и ныне, требуется пояснить.

Месторождения эвмагматические – образованные в магматических камерах, в том числе в процессе и в результате кристаллизационной дифференциации расплавов (сегрегационные). Инъекционными названы магматические месторождения, рудные тела которых – производные кристаллизации рудных расплавов – залегают в теле материнских интрузий и во вмещающих интрузии породах в непосредственной близости от них. Эманационные месторождения образованы в результате функционирования газо- пароводных растворов, отделившихся от расплавов, пневматолитовые – в результате функционирования также «сухих» эманаций, содержащих Cl, F, B, P. Эксудаты – это выполняющие трещины созданные эманациями «выпоты» в интрузиях, сублиматы – «возгоны» в вулканических аппаратах. Те и другие представляют минералогический, теоретический интерес. Месторождения метаморфические (метаморфогеновые) в понимании В. Обручева – это месторождения разного происхождения и разных видов полезных ископаемых, существовавшие до метаморфизма, в разной степени преобразованные при метаморфизме с сохранением вида полезного ископаемого. К гидатометаморфическим отнесены месторождения сернистых руд эндо- или экзогенного происхождения, подвергшиеся воздействию вод глубокой циркуляции неизвестного генезиса, в том числе настолько сильному, что утратили первоначальный минеральный состав и условия залегания рудных тел. В качестве примеров приводятся, в частности, месторождения Раммельсберг в Германии, Брокен-Хилл в Австралии. Метаморфические процессы В. Обручев считал неспособными к образованию рудных месторождений.

Генетические классификации полезных ископаемых В. Линдгрена и В. Обручева содержат аутентичную информацию, отражавшую знания о процессах рудообразования того времени, но устроены по разному.

Месторождения обломочных пород и россыпей в классификации В. Обручева соответствуют по механизмам концентрирования полезных компонентов месторождениям, «образовавшимся механическими процессами концентрации» в классификации В. Линдгрена. Месторождения, «образовавшиеся химическими процессами концентрации» в классификации В. Линдгрена, описаны, как и процессы их образования, во всех остальных таксонах классификации В. Обручева. В той и другой классификации они без проблем узнаваемы, а глубина проникновения в сущность процессов сопоставима. Очевидны глубокие знания и мощный интеллект их авторов. У В. Линдгрена В. Обручев заимствовал дифференциацию гидротермальных месторождений на гипо-, мезо-, эпитермальные. Последние два термина используются и ныне.

Различия между классификациями заключаются в разном порядке описания процессов образования месторождений – от экзогенных к эндогенным у В. Линдгрена и в обратном – у В. Обручева. Главное различие выражается в расстановке приоритетов при оценке значимости факторов, определяющих содержания процессов рудообразования: способы и механизмы концентрирования полезных компонентов в классификации В. Линдгрена и источники энергии, необходимой для образования месторождений, в классификации В. Обручева.

Все последующие многочисленные отечественные генетические классификации месторождений полезных ископаемых наследуют классификацию В. Обручева, но, как правило, с незначительными или существенными изменениями, дополнениями, потребность в которых возникала по мере накопления новых данных или была продиктована желанием авторов внести свой вклад в совершенствование базовой классификации, зафиксировать в ней свои представления о процессах рудообразования.

**Классификация месторождений полезных ископаемых
(по А. Бетехтину и др. [1])**

А. ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

I. Магматические

1. Сегрегационные
2. Гистеромагматические
3. Ликвационные

II. Пегматито-пнеуматолитические

1. Пегматитовые
2. Пнеуматолитовые
 - а) контактово-метасоматические
 - б) выполнения пустот
 - в) сублиматы

III. Гидротермальные

1. Гипотермальные
2. Мезотермальные
3. Эпитермальные

В. ЭКЗОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

I. Месторождения выветривания

1. Остаточные
 - а) железные шляпы
 - б) латериты
 - в) элювиальные
2. Инфильтрационные
 - а) цементационные
 - б) метасоматические (конкреционные)
 - в) секреторные

II. Осадочные месторождения

1. Механические осадки
 - а) аллювиальные россыпи
 - б) конгломераты
 - в) отложения озерных и морских бассейнов
2. Химические осадки
 - а) из молекулярных растворов
 - б) из коллоидальных растворов
 - в) биохимические

С. МЕТАМОРФОГЕННЫЕ

1. Метаморфизованные
2. Метаморфические

Первое существенное дополнение в классификацию В. Обручева внесено вскоре после опубликования следующей классификации [1]: в группу «В» измененных месторождений, переименованную в «С» метаморфогенных, включены метаморфические месторождения, образованные в процессе и результате метаморфизма и представленные кровельными сланцами, мраморами, кианитом. Таким образом, третий таксон верхнего уровня объединил месторождения двух совокупностей: метаморфизованные (метаморфические, метаморфогеновые, измененные, следовательно, существовавшие до метаморфизма, по терминологии В. Обручева) и метаморфические, не существовавшие до метаморфизма, обязанные своим образованием метаморфизму. Это дополнение – изменение сохранилось во всех классификациях, созданных в последующие десятилетия, включая современную, наиболее полную в соответствии с успехами, достигнутыми в совершенствовании теории рудообразования и вследствие этого наиболее отличающуюся от первоисточника [10].

С сохранением структуры базовой классификации изменения в ней затронули, в частности, терминологию: группы В. Обручева названы сериями, категории – группами, исключены или заменены устаревшие термины (эвмагматические, сегрегационные, пнеуматолитовые, гидатометаморфические и др.). Некоторые группы месторождений названы терминами, обозначающими, в отличие от В. Обручева и В. Линдгрена, не процессы их образования (генезис), а названия сингенетичных рудам горных пород, – карбонатитовые, пегматитовые, скарновые, альбититовые, грейзеновые. Единственное исключение, которое в свое время допустили отцы-основатели, – назвали пегматитовыми месторождения пегматитов по той причине, что в те времена еще не был разгрызен сверхтвердый созданный природой орешек. Из группы гидротермальных выделены в самостоятельные группы гидротермальные карбонатитовые, скарновые, альбититовые, грейзеновые месторождения.

Классификация дополнена классом эксфильтрационных месторождений, также видами полезных ископаемых, представляющих группы и классы месторождений.

Таблица

Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых
(по В. Старостину, П. Игнатову [10])

Группа	Класс	Типы месторождений
<i>I. Эндогенная серия</i>		
Магматическая	1. Ликвационный	а) сульфидные медно-никелевые в основных и ультраосновных комплексах; б) хромитовые, титаномагнетитовые и руды элементов платиновой группы в расслоенных ультраосновных комплексах; в) редкие, редкоземельные и рассеянные элементы в щелочных комплексах
	2. Раннемагматический	Магматические горные породы, алмазоносные кимберлиты и лампроиты
	3. Позднемагматический	Хромитовые, титаномагнетитовые и апатит-нефелиновые
Карбонатитовая	Флюидно-магматический карбонатитовый	Перовскит-титаномагнетитовые, камафоритовые, редкометалльно-пироклоровые, редкоземельные и флюоритовые
Пегматитовая	1. Магматогенный	Керамические, мусковитовые, редкометалльные и цветных камней
	2. Флюидно-анатектический	Редкометалльно-пироклоровые и апатит-нефелиновые
	3. Флюидно-метаморфогенный	Керамических, мусковитовых, редкометалльных пегматитов и цветных камней
Скарновая	1. Известковый	Железорудные, вольфрам-молибденовые, медно-молибденовые, свинцово-цинковые
	2. Магнезиальный	Железорудные, медно-молибденовые, оловорудные, борные
Альбитит-грейзеновая	1. Альбититовый	Бериллиевые, литиевые, урановые и редкоземельные
	2. Грснзсновый	Олово-вольфрамовые, литиевые, бериллиевые
Гидротермальная	1. Плутоногенный	Штокверковые и жилные а) высокотемпературные медно-молибден-порфиоровые, золото-, олово-, медно-кварцевые; б) среднетемпературные полиметаллические, сурьмяно-мышьяковые редкометалльные, ураноносные; в) низкотемпературные сидеритовые, родохрозитовые, магнезитовые, хризотил-асбестовые, баритовые
	2. Вулканогенный андезитовидный	Золото-серебряные, олово-вольфрамовые, ртутные, медные, алунитовые, исландского шпата, самородной серы
	3. Вулканогенно-осадочный, базальтоидный, субмаринный	Колчеданные, медноколчеданные, колчеданно-полиметаллические
<i>II. Экзогенная серия</i>		
Выветривания	1. Остаточный и переотложенный	Никель-кобальтовые, бокситовые, редкометалльные и редкоземельные, каолиновые, апатитовые, марганцевые
Осадочная	1. Механический россыпной	Гравийные, песчаные и глинистые (огнеупорные, бентонитовые) а) Континентальные россыпные золотые, платиновые, касситеритовые, алмазные, танталит-колумбитовые, корундовые б) Литоральные россыпные рутиловые, ильменитовые, циркониевые, касситеритовые, алмазные, цветные камни

Продолжение таблицы

	2. Хемогенный	а) гидроксидные, суспензионно-коллоидные: бурых железняков, марганца, железо-марганцевых конкреций и корок; б) сульфидно-сульфатно-карбонатные: цветных и редких металлов в черных сланцах; в) сульфатно-галоидные: каменных, калийных солей, боратов, лития
	3. Биохимический	Фосфоритовые (континентальные и прибрежно-морские), кремнистые породы (диатомиты, трепелы, опоки), известняки, угли, горючие сланцы, торф
Эпигенетическая	1. Грунтовых вод 2. Инфильтрационный	Медистых песчаников, уран-ванадиевые в палеорулах
		Редкометалльно-урановые
	3. Эксфильтрационный	Свинцово-цинковые в карбонатных породах, свинцовые в песчаниках, золоторудные и урановые в терригенно-карбонатных и черно-сланцевых толщах, самородная сера, нефть и газ, йодо-бромистые и металлоносные рассолы
<i>III. Метаморфогенная серия</i>		
Метаморфизованная	1. Регионально-метаморфизованный	Железорудные, марганцевые, золото-урановые, апатитовые, колчеданные
	2. Контактново-метаморфизованный	Железорудные, графитовые, корундовые, скарнированные
Метаморфическая	1. Зеленосланцевый	Горный хрусталь, золото-кварцевые, мраморы, кварциты, кровельные сланцы
	2. Амфиболитовый	Андалузитовые, кианитовые, силлиманитовые, наждака, амфибол-асбестовые
	3. Гранулит-эклогитовый	Гранатовые, рутил-ильменитовые, флогопитовые
	4. Импактитовый	Алмазные

3. Результаты и обсуждение

Краткий экскурс в историю разработки структуры, содержания и создания генетической классификации месторождений полезных ископаемых демонстрирует жизнеспособность представлений о происхождении месторождений выявленных столетие назад генетических типов, участвующих в классификациях под названиями категории, группы, классы и т. д., – они повторяются в ранних классификациях авторов-современников и подтверждаются в последующих, в том числе в современных, классификациях с более глубоким и расширенным проникновением в существо геологических событий – термодинамических, физико-химических режимов и других условий рудообразования. Повторяемость в трудах нескольких поколений ученых результатов, характеризующих процессы рудообразования, как известно, служит доказательством их достоверности, адекватности сценариям, по которым природа создавала месторождения.

За столетие накоплен такой объем достоверных знаний, который за редкими исключениями достаточен, чтобы составить основу теории рудообразования в генетическом ее аспекте, описывающей процессы, происходящие в объемах формирующихся месторождений [4, 8–11]. Вместе с тем, непрерывная корректировка, расширение, углубление теоретических положений, равно как совершенствование методологии и методов исследований, аналитической аппаратуры выражают бесконечный естественный процесс познания.

Нельзя сказать о значительных успехах, достигнутых в теории рудообразования в геологическом (металлогеническом) ее аспекте, призванной в этом качестве реконструировать, описывать (раскрывать) более масштабные геологические процессы в земной коре и/или мантии, инициирующие и обуславливающие (сопровождающие) рудообразование.

Геологическая составляющая теории в части эндогенных и полигенных процессов отягощена многовариантными выраженными в многочисленных гипотезах представлениями об обуславливающих рудообразование геологических (магматических, метаморфических) процессах в приложении к одним и тем же генетическим типам (категориям) месторождений и к конкретным месторождениям. Многообразие представлений, как правило, не связано с конвергенцией рудообразования, поскольку они объясняют условия образования одних и тех же объектов. Наибольшие трудности возникают при реконструкции геологических факторов образования гидротермальных месторождений вследствие ограниченной доступности для изучения находившихся во время рудообразования на значительных гипотетических глубинах источников энергии, флюидов, рудного вещества.

Выражающая содержание теории в обоих ее аспектах геолого-генетическая классификация рудообразующих процессов вследствие ущербности геологической составляющей может быть создана только на уровне фрагментов, содержание которых отражает доказанные положения, касающиеся в основном происхождения полезных ископаемых в корях выветривания и в бассейнах осадконакопления. Вариант структуры и содержания классификации на матричной основе для ее разработки в будущем предложен и обсуждался ранее [6].

Итак, достигнутыми успехами в разработке генетической составляющей теории рудообразования определяется целесообразность и своевременность трансформации генетической классификации месторождений полезных ископаемых в более совершенную классификацию рудообразующих процессов, структура которой удовлетворяет требованиям теории систем [2].

В разработке структуры классификации за основу принята классификация В. Обручева, в отличие от классификации А. Бетехтина с соавторами и всех последующих отечественных классификаций, наследующих упомянутую базовую, в наибольшей степени при отсутствии в те годы еще не созданной теории систем удовлетворяющая этим требованиям.

Согласно теории систем, классификация должна включать соподчиненные таксоны, на которые дифференцированы процессы, и непосредственное основание – источник информации, на основе которой диагностированы процессы.

Предлагаемая генетическая классификация рудообразующих процессов разработана с учетом: 1) принципа обращаемости, обеспечивающего переход от непосредственного основания к процессам и в обратном направлении; 2) принципа целостности, выраженного в требовании к процессам как к внутренне расчлененным единствам; 3) принципа использования одного признака при автономизации каждого однорангового таксона; 4) принципа иерархической уровневой организации процессов как составных частей системы, представляющих определенные уровни соподчинения, связанные между собой иерархически так, что один из них служит основанием для других; 5) принципа дискретности таксонов.

Генетическая классификация рудообразующих процессов

ГРУППА ЭНДОГЕННЫЕ

Категория Магматические

Класс Ликвационные

Класс Кристаллизационные

Подкласс Ранней кристаллизации

Подкласс Поздней кристаллизации

Категория Флюидно-магматические

Класс Плутоногенные

*Рудная формация Редкометально-камнесамоцветная
гранитных пегматитов*

Рудная субформация Редкометальная

Рудная субформация Камнесамоцветная

Класс Ультраметаморфогенные

Категория Гидротермальные

Класс Магматогенные

Подкласс Плутоногенные

Рудная формация Железо-фосфор-редкометальная в карбонатах

Рудная субформация Железо-фосфорная

Рудная субформация Редкометальная-редкоземельная

Рудная субформация Полиметаллическая

.....

Рудная формация Золото-уран-полиметаллическая березитовая

Рудная субформация Золотая

Геологические типы.....

Рудная субформация Урановая

Геологические типы.....

Рудная субформация Сурьмяная

Геологические типы.....

Рудная субформация Полиметаллическая

Подкласс Вулканогенные

Класс Метаморфогенные

Подкласс Зеленосланцевые

Подкласс Эпидот-амфиболитовые (амфиболитовые)

Подкласс Гранулитовые

ГРУППА ЭКЗОГЕННЫЕ**Категория** Гидрогенные (выветривания)**Класс** Остаточные**Подкласс** Сиалитные**Подкласс** Латеритные**Класс** Инфильтрационные**Категория** Осадочные**Класс** Механической седиментации вещества**Подкласс** Континентальные**Подкласс** Морские**Класс** Химической седиментации вещества**Подкласс** Континентальные**Подкласс** Морские*Рудная формация Железо-марганцевая карбонатно-песчано-глинистая**Рудная субформация Железородная**Рудная субформация Марганцевая***Класс** Биохимической седиментации вещества**Подкласс** Континентальные**Подкласс** Морские**ГРУППА ПОЛИГЕННЫЕ****Категория** Гидротермально-осадочные (типа куроко)**Категория** Метаморфизованные**Категория** Типа несогласия

Представляется очевидным, что в некоторых аспектах от современных классификаций необходимо вернуться к базовой В. Обручева. Это продиктовано следующими соображениями.

Карбонатитовые, скарновые, альбититовые, грейзеновые месторождения образованы в результате гидротермальных процессов, следовательно, представляют составные части всего сообщества (группы в классификации [10]) гидротермальных, в числе которых участвуют также фенитовые, березитовые, аргиллизитовые, эйситовые, пропилитовые и др. Системный подход предполагает объединение их всех в один таксон гидротермальных, – не должен таксон в целом и его составные части представлять один таксономический уровень. В предлагаемой классификации все перечисленные месторождения включены в один дискретный таксон гидротермальных. Поскольку рудная нагрузка скарнов образована в результате функционирования гидротермальных растворов с разным, как и в других гидротермальных месторождениях, соотношением газовой и жидкой фаз, скарновые месторождения также включены в категорию гидротермальных.

Необходимо обратить внимание во всех обсуждаемых отечественных классификациях на верхний таксономический уровень. В. Обручев создал безупречную систему, включающую три группы: эндогенных, экзогенных и образованных в результате затрат внешней и внутренней энергии (измененных) месторождений. Начиная с классификации [1] и до сих пор система нарушена, – в совокупность измененных при метаморфизме месторождений, то есть образованных как минимум в два этапа с затратами той и другой энергии, включены эндогенные гидротермальные месторождения, образованные только при метаморфизме. Если на раннем этапе речь шла об образовании промышленных горных пород и одного минерала (кианита), то начиная с шестидесятых годов и до сего времени многие геологи под названием метаморфогенных гидротермальных включают гидротермальные месторождения металлов – урана, золота, сурьмы и других. Место этих эндогенных месторождений в группе эндогенных, категории гидротермальных, классе метаморфогенных (по породному источнику рудного вещества) в сочетании с классом магматогенных.

Помимо метаморфизованных месторождений в последние десятилетия открыты гидротермально-осадочные месторождения типа куроко, представляющие в грибообразных рудных телах сочетание гидротермально-метасоматической «ножки», образованной в подводящем металлоносные флюиды каналеразломе дна океана, и «шляпки», образованной на дне по законам осадочного рудообразования. Известны уникальные по запасам урана в комплексе с медью, золотом месторождения типа «несогласия» – производные нескольких не связанных между собой процессов. Сохранение за объединяющей такие полигенные и полихронные месторождения группой название «метаморфогенная» нецелесообразно, – это полигенные месторождения и полигенная группа.

В отличие от генетической классификации месторождений полезных ископаемых, в которой систематизированы месторождения – источники информации об их происхождении и в которой приведены примеры наиболее значительных объектов или перечислены виды полезных ископаемых [10], в генетической классификации рудообразующих процессов генетические положения в составе соподчиненных таксонов и источники информации разделены. В качестве последних предпочтительны не отдельные месторождения с их индивидуальными чертами, а обобщенные образы – модели, аккумулирующие типовые (повторяющиеся во множестве объектов) для каждого генетического типа черты. Такими моделями служат рудные формации при условии, что система рудных формаций создана не на основе фрагментов метально-минерального состава руд (ведущих, главных металлов, минералов, парагенетических, устойчивых парагенетических ассоциаций рудных минералов и т. д. и т. п.), как это безуспешно практиковалось до сего времени, а посредством учета всего созданного геологическими, в том числе рудообразующими, процессами вещества в объеме геологических

формаций [5, 6]. В этом случае рудная формация – геологическая формация с сингенетичным ей оруденением, например, медно-никелевая габбровая, фосфор-титан-железорудная габбро-пироксенитовая, хром-платиноидная габбро-перидотит-дунитовая, алмазная лампроит-кимберлитовая, редкометально-редкоземельно-титано-магнетитовая карбонатитовая, уран-редкоземельно-редкометальная альбититовая, олово-молибден-вольфрам-редкометальная грейзеновая, золото-серебро-олово-сурьяно-ртутная аргиллизитовая, алюминиевая (бокситовая) известняковая прибрежно-морская, железо-марганцевая известняково-песчано-глинистая прибрежно-морская, алюминий (боксит)-железо-марганцевая латеритная и многие другие.

Эндеогенные (магматические, метасоматические) и осадочные формации выделены на вещественно-генетической основе без учета геодинамических режимов их образования, метасоматические формации, кроме того, – без учета связей с магматизмом. Диагностика геодинамических режимов образования оруденения, доказательства связей метасоматических формаций с магматизмом, а эндеогенного оруденения – с магматизмом и/или метаморфизмом представляют значительные, не преодоленные до сих пор в полном объеме трудности, и, как следствие, причину многовариантных исключаящих один другой результатов при формационной типизации месторождений полезных ископаемых.

Ученым сообществом признано целесообразным диагностировать геодинамические режимы образования, доказывать связи с более масштабными геологическими процессами не на этапе выделения, а уже выделенных геологических (но не рудных) формаций, геологические условия образования которых в сочетании с вещественно-генетической их основой призваны характеризовать закономерности формирования земной коры.

Такой подход, который свел к минимуму или исключил дискуссии в обосновании формационной самостоятельности (автономности) ассоциаций горных пород, рекомендуется реализовать при формационной типизации месторождений полезных ископаемых как средство устранения непреодолимых трудностей, возникающих при реализации существующего металльно-рудно-минерального подхода [5, 6]. Перечисленные выше рудные формации есть результат реализации предлагаемого подхода.

Поликомпонентный состав большинства выделяемых рудных формаций, включающий несколько видов полезных ископаемых, выражает металлогеническую специализацию геологических формаций, обусловленность которой в приложении к эндеогенному оруденению остается «белым пятном» в рудной геологии. Очевидна потребность устанавливать в перспективе законы, закономерности, определяющие образование в объеме каждой геологической формации всех присущих ей (сингенетичных) видов полезных ископаемых. Поэтому целесообразно каждую рудную формацию оставить поликомпонентной.

Необходимость выявлять законы, которым следует природа, создавая месторождения одного вида полезных ископаемых, предполагает дифференциацию поликомпонентной рудной формации на монокомпонентные рудные субформации. Например, золото-уран-полиметаллическая березитовая формация включает золотую, урановую, сурьяную, полиметаллическую березитовые субформации.

Вследствие наблюдаемой в ряде случаев конвергенции рудообразования геологические условия его (геодинамические режимы, обусловленность инициирующими рудообразование более масштабными геологическими процессами) составляют содержание геологических типов, число которых равно числу конвергентных условий. Участие в генетической классификации рудообразующих процессов геологических типов оруденения в объеме рудных формаций и субформаций, содержание которых выражает закономерности размещения и геологические условия образования оруденения, сообщает ей прогнозные функции и обеспечивает в перспективе плавный переход в геолого-генетическую классификацию рудообразующих процессов с приведенной здесь или матричной [5] структурой одновременно с наполнением геологической и генетической составляющих теории рудообразования.

4. Заключение

В первой четверти XX столетия ученым сообществом ряда стран были реконструированы почти все известные ныне процессы образования месторождений полезных ископаемых. Информация, которой располагали ученые, была в основном достаточна для того, чтобы классифицировать месторождения с использованием терминов, обозначающих процессы их образования. Большинство терминов, за исключением некоторых устаревших, сохранилось и используется в современных классификациях, но каждый из них аккумулирует в себе несопоставимо более глубокие и обширные знания, накопленные за прошедшие десятилетия.

Вместе с тем, во времена создания первых классификаций структуры их принципиально отличались, что нетрудно видеть, сравнивая классификации В. Обручева, В. Линдгрена, В. Эммонса, П. Ниггли, Г. Шнейдерхёна и других ученых. Наиболее соответствует принципам классифицирования естественно-научных объектов и явлений, совокупность которых следует из не существовавшей в те годы теории систем и приведена выше, как отмечалось, генетическая классификация месторождений полезных ископаемых В. Обручева.

Этого нельзя сказать о современных классификациях, о чем речь шла выше. Так, эндеогенные метаморфические месторождения включены не в группу (серию) эндеогенных, а в группу (серию) метаморфогенных, которые по смыслу тоже принадлежат к эндеогенным. Некоторые совокупности гидротермальных месторождений исключены из гидротермальных, но имеют равный с последними таксономический статус (размещены в таксоне одного ранга – уровня).

Поэтому для трансформации классификации месторождений в классификацию процессов оказалось достаточным внести соответствующее изменение в название базовой классификации В. Обручева и дополнить последнюю ранжированным непосредственным основанием, в котором таксон «геологические типы» способен аккумулировать накапливающиеся новые данные о геологических процессах, обуславливающих рудообразование, раскрывающие закономерности размещения и образования оруденения.

Таким образом, генетическая классификация месторождений полезных ископаемых естественным (эволюционным) путем трансформируется в генетическую классификацию рудообразующих процессов, а последняя в будущем – в геолого-генетическую, в концентрированном содержании выражающую в полном объеме теорию рудообразования.

Литература

1. Бетехтин А.Г., Ершов С.П., Зверев В.Н., Иванов Г.А., Наконник Н.И., Озеров К.Н., Талдыкин С.И., Татаринцов П.М., Успенский Н.А. Краткий курс месторождений полезных ископаемых. – Л. – М.: Главная редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы, 1938. – 473 с.
2. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
3. Богданович К.И. Рудные месторождения. Т. 1, 2. – СПб., 1912, 1913.
4. Вольфсон Ф.И., Некрасов Е.М. Основы образования рудных месторождений. М.: Недра, 1986. – 205 с.
5. Кучеренко И.В. Теория и практика формационного метода в рудной геологии. Ч. 3 // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 6. – С. 25 – 30.
6. Кучеренко И.В. Формационный метод в геологии золота: итоги и перспективы реализации в генетических и металлогенетических исследованиях // Золото и технологии. – 2015. – № 1 (27). – С. 108 – 120.
7. Обручев В.А. Рудные месторождения. Второе издание. М. – Л. – Новосибирск: Государственное научно-техническое горно-геолого-нефтяное изд-во, 1934. – 596 с.
8. Овчинников Л.Н. Образование рудных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 284 с.
9. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1989. – 326 с.
10. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. – М.: Академический проект, 2004. – 512 с.
11. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1, 2, 3. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
12. Crook T. The genetic classification of rocks and ore deposits // Mineralogy Magazine. – London, 1914. – № 17. – pp. 55 – 85.
13. Lindgren Waldemar. Mineral Deposits. – New York and London, 1928. – V. 1. – 196 p.
14. Van Hise S.R. A treatise on metamorphism. – U. S. Geol. Survey. Monograph. 47, 1904.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОХИМИИ ЗОНАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ И ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМЕТИСТОВОЕ

(КАМЧАТКА)

К.Р. Арлюкова

Научный руководитель доцент О.М. Гринев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В ходе исследовательской практики магистра на месторождении Аметистовое К.Р. Арлюковой был отобран каменный материал из последовательно сменяющих друг друга неизменных магматитов и зонально построенных метасоматических зон в составе: 1) порфиридных обильновкрапленных андезитов; 2) пропилитов; 3) каолинит-адуляровых метасоматитов; 4) кварцевого метасоматита по брекчии; 5) пирит-кварц-полевошпатовых предрудных метасоматитов; 6) золото-кварцевых метасоматитов рудной зоны.

Аналитические исследования заключались в детальном петрографическом изучении образцов из зональных метасоматитов и рудных жил и последующем анализе состава и содержаний широкого спектра представляющих их микроэлементов, определенных методом ICP MS, выполненным в «Аналитическом центре геохимии природных систем» ГГФ ТГУ.

Петрографическое изучение пород метасоматической рудоносной колонки показало, что выделенные зоны характеризуются следующими особенностями состава.

1. Породами, вмещающими оруденение, являются обильно вкрапленные сериально порфиридные андезиты субвулканического облика, сложенные средним плагиоклазом (до 75 %), роговой обманкой (20 %), пироксеном (5 %) и примесью зерен пирита, включая незначительно развитые по ним продукты вторичных изменений. По простиранию рудных зон встречаются также мелковкрапленные андезиты вулканического облика, по минеральному составу близкие к порфиридным андезитам.

2. Первичные породы зоны пропилитов несколько отличаются от обильно вкрапленных порфиридных андезитов, не подверженных наложенным изменениям. Они представлены редко вкрапленными плагиоклаз-роговообманковыми андезитами эффузивного облика, претерпевшими заметную карбонатизацию, серицитизацию, хлоритизацию. Эти процессы существенно замещают первичную ткань пород. В меньшей степени проявлена каолинизация и образование мелких и тонких вкраплений рудных минералов, в основном пирита, а также появление извилистых новообразованных прожилков из агрегатов кварца, карбоната, хлорита и таких же по форме выделения прожилков рудного вещества.

3. Зона метасоматитов кварц-адуляр-каолинитового состава под микроскопом обнаруживает реликты структуры плагиоклаз-роговообманкового андезитового порфирита, подобного тому, что описан в зоне развития пропилитов. Отличаются от пропилитов более интенсивным замещением первичной породы тонкозернисто-пылевидным плотного строения агрегатом, состоящим из серицита и каолинита. Весьма характерно для породы наличие сравнительно крупных (0.3...1.5 мм) выделений идиоморфных зерен рудного минерала – пирита. По размерам эти выделения сравнимы с реликтами порфирированных вкрапленников. По содержанию рудный минерал составляет до 5...7 % от объема породы.

4. Существенно кварцевый метасоматит, развитый по тектонической брекчии вулканитов. Первичных структурно-текстурных признаков вулканитов в метасоматитах не сохранилось, исключая полуизотропные мелкие обломки, запыленные мельчайшей сыпью рудного вещества и кварца. В целом под микроскопом порода характеризуется линзовидно-полосчатым строением, при котором линзовидно-полосчатые скопления слагаются шестоватыми агрегатами кварцевых зерен с размерами их по удлинению до 3...5 мм, перемежаемые с такими же по форме, а также пятнистыми агрегативными скоплениями кварца тонко- мелкозернистого строения (десятые и сотые доли миллиметра). Линзовидно-полосчатые скопления ориентированы субпараллельно друг другу. Тонко- мелкозернистые из них нередко насыщены кроме кварца включениями агрегативного хлорита, образующего пятна и полоски, и рудного минерала. Судя по форме зерен рудный минерал, в основном, представлен пиритом.

5. «Первичная» руда под микроскопом по составу и строению подобна кварцевому метасоматиту, развитому по тектонической брекчии из зоны 4. Крупнозернистые полосы и пятна кварцевого состава часто подвергаются наложенным метасоматическим изменениям с развитием реакционных кайм, шликера и пятен кварц-полевошпатового состава и тонкой пыли рудного вещества.

6. «Вторичная» руда под микроскопом представляет собой неравномернозернистый полосчато-пятнистый, участками друзообразный, метасоматит, существенно кварцевого состава, который образовался путем существенной перекристаллизации и окисления «первичной» руды. Окислению подвергались почти все выделения пирита как самостоятельные идиоморфные зерна, так и агрегаты, замещающие окрашенные минералы. Вместо пирита интенсивно развиваются гидроокислы железа, содержание которых в рудной массе составляет не менее 5...10 %.

Анализ аналитических данных по определению качественного состава и количественного содержания микроэлементов в породах рудоносной метасоматической колонки позволил выявить следующие их геохимические черты, наглядно представленные на мультиэлементной спайдерграмме, которая показывает, что породы метасоматической колонки разбиваются на две контрастные группы в составе: 1) исходных андезитов и апоандезитовых пропилитов; 2) рудоносных золото-малосульфидно-кварцевожильных метасоматитов и 3) зону кварц-адуляр-каолинитового состава, занимающей промежуточное положение между этими группами (рис. а).

Первая группа исходных андезитов и апоандезитовых пропилитов характеризуется следующими вариациями содержаний микроэлементов (в г/т, первая цифра андезиты, вторая пропилиты): Be – 1.2...1.7, Sc – 21.4...17.8, Ti – 4542.8...2656.6, V – 130.2...64.2, Cr – 81.3...70.4, Mn – 793.2...563.7, Co – 20.0...11.3, Ni – 18.6...9.6, Cu – 24.7...23.5, Zn – 77.8...148.9, Ga – 15.0...18.7, Ge – 0.8...0.8, Rb – 51.4...97.4, Sr – 266.2...241.8, Y – 20.4...23.2, Zr – 124.3...170.1, Nb – 5.8...5.9, Mo – 0.5...0.6, Sn – 0.7-1.8, Cs – 1.3...3.6, Ba – 357.9...581.6, сумма P3Э – 89.1...111.4, Hf – 3.3...4.8, Ta – 0.4...0.5, W – 0.7...0.9, Pb – 35.5...90.3, Th – 4.5...5.7, U – 1.4...1.7, Ru – 0.0013...0.0014, Pd – 0.04...0.05, Ag – 0.2...0.9, Cd – 0.3...0.7, Pt – 0.028...0.04, Au – 0.04...0.17, Bi – 686.1...1112.9.

Промежуточная кварц-адуляр-каолинитовая зона характеризуется содержаниями Be – 1.2, Sc – 2.4, Ti – 2668.1, V – 21.5, Cr – 43.0, Mn – 35.1, Co – 6.6, Ni – 0.3, Cu – 41.7, Zr – 17.5, Ga – 18.8, Ge – 0.4, Rb – 230.7, Sr – 35.5, Y – 5.3, Zr – 181.4, Nb – 6.2, Mo – 0.40, Sn – 1.8, Cs – 5.4, Ba – 531.3, сумма P3Э – 14.0, Hf – 4.8, Ta – 0.4, W – 2.0, Pb – 29.1, Th – 1.1, U – 0.9, Ru – 0.0003, Pd – 0.06, Ag – 0.5, Cd – 0.27, Pt – 0.031, Au – 0.2, Bi – 2045.2.

Группа рудоносных метасоматитов, содержащих первичные руды и вторичные перекристаллизованные и окисленные руды характеризуется следующими вариациями содержаний микроэлементов (в г/т, первая цифра метасоматиты по тектонической брекчии, вторая – первичные руды, третья – вторичные, окисленные руды): Be – 0.20...0.38-0.50, Sc – 0.20...0.62-0.96, Ti – 9.11...21.69-22.65, V – 8.81...10.90-22.44, Cr – 5.12...10.23-9.87, Mn – 78.37...46.49-103.01, Co – 1.30...1.16-0.84, Ni – 3.39...5.79-2.68, Cu – 2325.43...190.8-98.97, Zn – 236.8...1214.47-24.31, Ga – 7.67...5.37...5.75, Ge – 0.36...0.17...0.40, Rb – 2.48...16.49...17.55, Sr – 6.16...9.06...7.97, Y – 0.18...0.28...0.36, Zr – 0.64...1.12...1.51, Nb – 0.06...0.09...0.07, Mo – 0.10...0.15...0.13, Sn – 6.81...2.01...1.52, Cs – 1.41...1.41...1.48, Ba – 167.04...112.95...82.03, сумма P3Э – 1.88...2.06...1.51, Hf – 0.02...0.03...0.03, Ta – 0.00...0.01...0.01, W – 0.54...0.20...0.24, Pb – 3456.87...1230.60...51.88, Th – 0.02...0.03...0.03, U – 0.01...0.01...0.01, Ru – 0.0004...0.0019...0.0001, Pd – 0.07...0.02...0.01, Ag – 16.63...8.62...22.16, Cd – 1.29...4.83...0.08, Pt – 0.0003...0.0001...0.0004, Au – 2.50...27.01...0.21, Bi – 460.13...252.96...12791.12.

Основные выводы: 1) наличие реликтов тектонических брекчий в зонах метасоматитов свидетельствует о том, что оруденение трассирует зоны тектонических нарушений; 2) в пределах выделяемых зон породы четко разделяются на две основные группы: первичные вулканиты и пропилиты и зональные рудоносные образования; 3) в основных чертах метасоматиты наследуют характер геохимического спектра первичных вулканитов и накапливают в себе основной спектр их металлов (рис. б), главными из которых являются – Be, Cr, Ni, Cu, Gu, Mo, Pd, Ag, W, Au, Pb и Bi; 4) помимо Au и Ag, рудные метасоматиты и вулканиты специализированы на Pt и Pd; 5) отмеченные особенности существенно расширяют спектр элементов-индикаторов при поисках новых рудных тел и позволяют прогнозировать их значимую платиноносность.

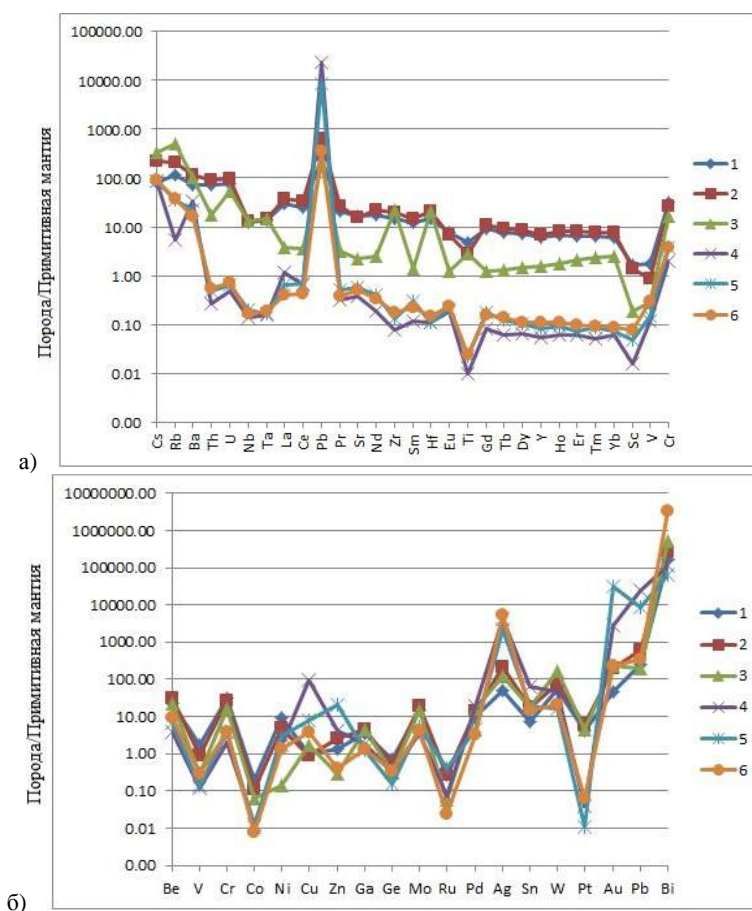


Рис. Диаграммы распределения спектров редких и рассеянных (а) и рудных (б) микроэлементов во вмещающих магматитах, метасоматитах и рудных жилах.
 1 (обр. 22) – андезит; 2 (обр. 19) – пропилит; 3 (обр. 21) – кварц-адуляр-каолиновый метасоматит;
 4 (обр. 16) – тектоническая брекчия; 5 (обр. 7) – первичная руда; 6 (обр. 2) – кварцевая руда

СОСТАВЫ ОЛИВИНОВ В УЛЬТРАМАФИТАХ КУЛИБИНСКОЙ ПЛАТИНО-НИКЕЛЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Н.А. Бабинцев

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Целью работы является анализ состава оливинов в ультрамафитах массивов Кулибинской платино-никеленозной площади для выделения среди изучаемых ультрамафитов пород кингашского комплекса, перспективного на сульфидную медно-никелевую с попутными ЭПГ минерализацию. При работе использовался каменный материал, отобранный автором и научным руководителем в ходе выполнения поисковых работ ГПКК «КНИИГ и МС».

В данной работе проведено изучение состава оливинов из дунитов, верлитов, пикритов, гарцбургитов и пироксенитов массивов Адралка, Борынь и Куйга, проведено сравнение с оливинами в породах Кингашского рудного района и породами Восточно-Саянского офиолитового комплекса [1, 4]. Изучаемые массивы располагаются на северо-западном окончании Канского зеленокаменного пояса (ЗКП). В центральной части ЗКП вскрыт преимущественно вулканогенный разрез, состоящий из нижней амфиболитовой с горизонтами мраморов и биотитовых ортогнейсов (мощность 300...1100 м) и верхней – существенно ортогнейсовой с редкими телами амфиболитов (мощность ~700 м) частей [2, 3]. Тела серпентинизированных ультрамафитов обычно приурочены к границам тектонических пластин. В бассейне р. Бол. Кулижа разрез наращивается существенно парагнейсовой толщей с горизонтами кварцитов и мраморов мощностью около 1500 м. На юге Канского ЗКП преобладают биотитовые и биотит-амфиболовые ортогнейсы (мощность ~1400 м), которым подчинены амфиболиты и редкие прослои мраморов. Выше они перекрываются толщей биотитовых и двуслюдяных парагнейсов (мощность ~700 м). Изучаемые массивы имеют сложные формы и блоковое строение, обусловленное многочисленными тектоническими нарушениями. Массив Адралка сложен преимущественно дунитами и, в меньшей степени, пикритами, массив Борынь – дунитами и гарцбургитами, массив Куйга – верлитами, пикритами и, в меньшей

степени, дунитами. Пироксениты встречаются относительно редко, однако распространены в пределах всех вышеперечисленных массивов. Ультрамафиты всех изучаемых массивов интенсивно изменены (серпентинизированы, оталькованы, амфиболизированы), обнаружение относительно свежих разностей, пригодных для определения составов исходных минералов, затруднено. Основная задача исследования – установление отличий состава оливинов ультрамафитов продуктивного кингашского и идарского комплексов.

В ультрамафитах **кингашского комплекса** Кулибинской площади оливины по химическому составу (рис. 1, 2) соответствуют хризолиту ($Fa = 19,24...28,06\%$). В ряду: дуниты-верлиты-оливин-пироксеновые пикриты отчетливо отмечается увеличение железистости оливина, соответственно, $(19,24...23,22\%) - (23,09...24,37\%) - (25,49...28,06\%)$, что, вероятно, обусловлено возрастанием степени магматической дифференциации исходного высокомагнезиального пикритового расплава. В оливинах постоянно присутствует MnO , его максимальные количества характерны для дунитов $(0,69...0,75\%)$ и уменьшаются к оливин-пироксеновым пикритам и затем к верлитам (до $0,33\%$). NiO и CaO не были установлены в изученных образцах. Оливины по своему составу обнаруживают сходство с оливинами из ультрамафитов Кингашского рудного района [4]. Однако отмечаются также и заметные различия. Оливин в дунитах Кингашского рудоносного массива отличается существенно меньшей железистостью ($Fa = 12,9...16,3\%$) и содержаниями MnO $(0,19...0,23\%)$ (рис. 2). При этом составы оливина в верлитах и пикритах являются близкими, отмечается лишь небольшое уменьшение их железистости в Кингашском массиве. В составе оливина из ультрамафитов Кингашского массива постоянно присутствует NiO .

Оливины ультрамафитов **идарского комплекса** Кулибинской площади существенно отличаются от оливинов кингашского комплекса (рис.1, 2). Они соответствуют преимущественно форстериту и, частично, магнезиальному хризолиту ($Fa = 3,73...11,59\%$). Составы оливина в дунитах и гарцбургитах перекрываются и отвечают форстериту ($Fa = 4,77...8,06\%$), ($Fa = 3,73...9,71$), соответственно. В оливиновых ортопироксенитах железистость оливина незначительно возрастает до магнезиального хризолита ($Fa = 10,07...11,37\%$). В хлорит-тальк-оливиновых метасоматитах оливин также соответствует магнезиальному хризолиту ($Fa = 10,41...11,59\%$). В отличие от оливинов кингашского комплекса они не содержат MnO и, в то же время, в них присутствует NiO . Спорадически отмечается CaO в оливинах идарского комплекса, что, возможно, обусловлено вторичными наложенными процессами (тремолитизацией). По составу оливины из дунитов и гарцбургитов идарского комплекса Кулибинской площади аналогичны оливинам из подобных пород идарского комплекса Кингашского рудного района и офиолитового комплекса Восточно-Саянского пояса (рис.1, 2) [1, 4]. Они отличаются

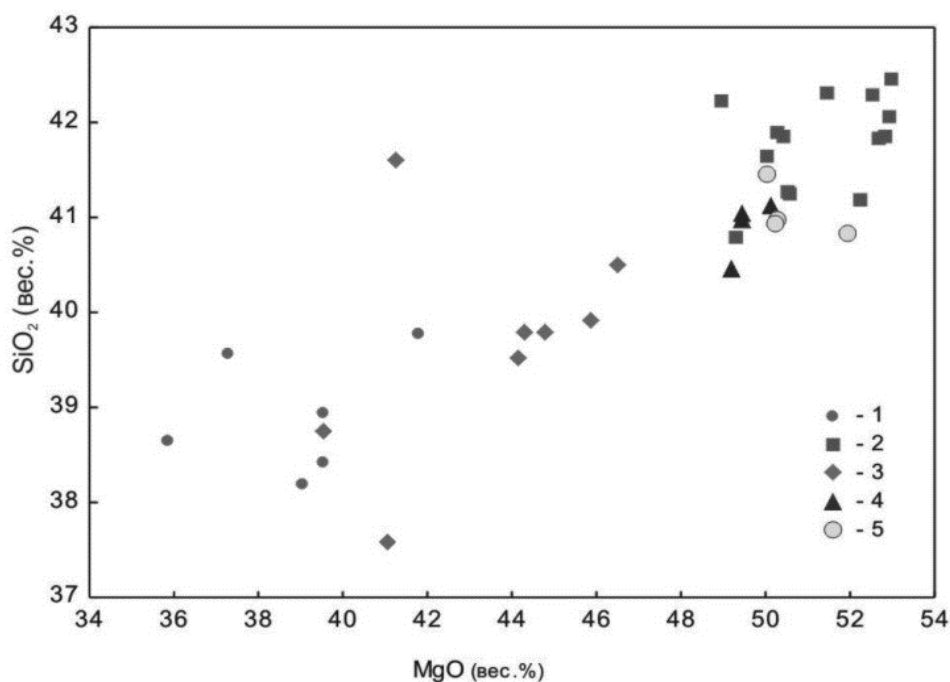


Рис. 1. Составы оливинов в породах кингашского и идарского комплексов Канской глыбы. Бинарная диаграмма $MgO - SiO_2$. 1-2 – Кулибинская площадь: 1 – кингашский комплекс, 2 – идарский комплекс; 3-4 – Кингашский рудный район: 3 – кингашский комплекс, 4 – идарский комплекс; 5 – офиолитовый комплекс Восточно-Саянского пояса

несколько большей вариацией составов оливина и присутствием в них MnO .

Анализ составов оливина в ультрамафитах исследуемой Кулибинской площади показал, что они имеют близкие составы с оливинами из ультрамафитов Кингашского рудного района. При этом оливины в ультрамафитах кингашского комплекса существенно отличаются от оливинов идарского на обеих территориях и образуют самостоятельные непересекающиеся поля распространения фигуративных точек. Несмотря на сходство составов оливинов кингашского комплекса изучаемой площади с оливинами из ультрамафитов кингашского

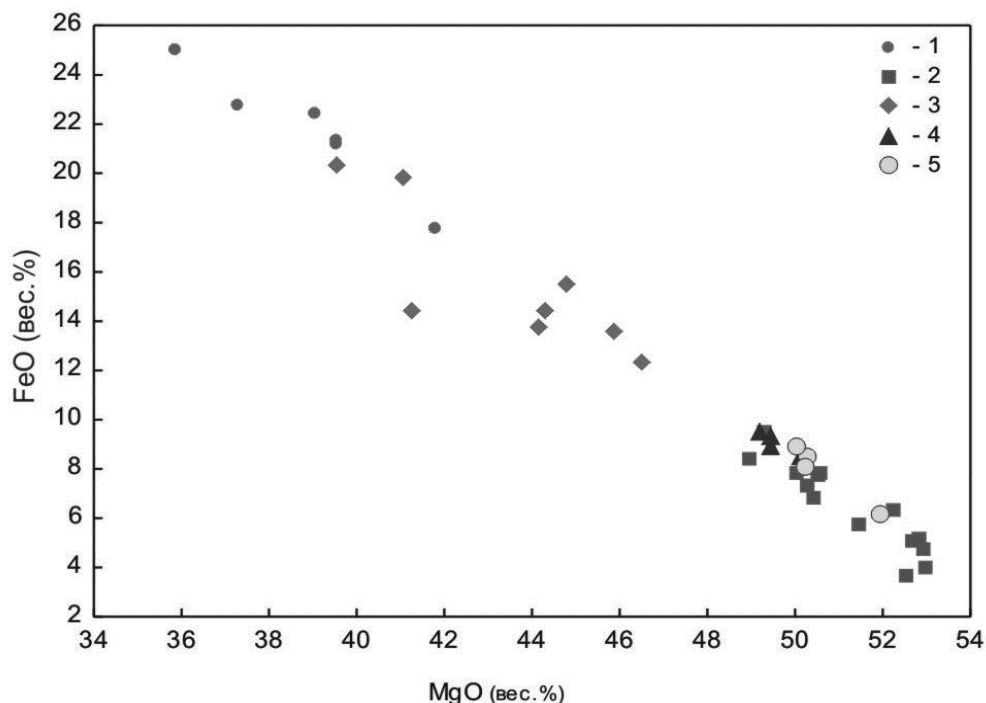


Рис. 2. Составы оливинов в породах кингашского и идарского комплексов Канской глыбы. Бинарная диаграмма MgO – FeO. 1-2 – Кулибинская площадь: 1 – кингашский комплекс, 2 – идарский комплекс; 3-4 – Кингашский рудный район: 3 – кингашский комплекс, 4 – идарский комплекс; 5 – офиолитовый комплекс Восточно-Саянского пояса

комплекса Кингашского рудного района, отмечаются и заметные их различия. В оливинах Кулибинской площади отмечается повышенная железистость, несколько более высокие содержания MnO и практически полное отсутствие примеси NiO.

Литература

1. Гончаренко А.И., Чернышов А.И. Деформационная структура и петрология нефритонесных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 200 с.
2. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Бибилова Е.В., Пономарчук В.А. Строение, состав и условия формирования метаосадочно-вулканогенных комплексов Канского зеленокаменного пояса (СЗ Присяянье) // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 7. – С.1058–1078.
3. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Бобров В.А., Киреев А.Д. Амфиболит-гнейсовые комплексы зеленокаменных поясов Канской глыбы: геохимия, реконструкция протолитов и условий их образования (Восточный Саян) // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37. – № 12. – С.30–41.
4. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Мишенина М.А. Петрогеохимическая типизация ультрамафитов Канского блока (Восточный Саян) // Геохимия. – 2010. – № 2. – С. 126–150.

ИЗВЕСТКОВЫЕ КАЛИЧЕ В ПАЛЕЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Ж.М. Бакаева

Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

По всему миру в составе красноцветных отложений встречаются образования преимущественно карбонатного состава, известные под названием каличе (калькреты). Они формируются в наземных условиях и связаны (генетически и пространственно) с почвами и терригенными осадочными отложениями [5]. Каличе в аридных условиях исключительно устойчивы к выветриванию и практически водонепроницаемы.

Термин “каличе” имеет испанское происхождение, но в разных странах мира ему дают различное толкование. В Чили он используется для обозначения нитратных руд (Чилийская селитра), бразильские геологи используют этот термин для обозначения белых сульфатных корок, сформированных при изменении

вулканических пород фумарольной кислотой. В России под каличе понимают [2, 4] твердые известковые корки, пленки, комки, карбонатные инкрустации или цементированный пласт, сформированный при вторичной аккумуляции известкового материала в иллювиальном горизонте почв в засушливых или полузасушливых районах. К этим образованиям иногда относят даже карбонатный цемент терригенных отложений (песчаников, алевролитов, конгломератов) или рассеянную форму карбонатизации и, наконец, фитоморфозы – замещение карбонатами корней растений и флоры почв (ризолиты, ризоконкреции, роренштейны, аккырыши и др) [5]. В группу каличе входят встречающиеся реже карбонатно-кремнистые и железистые корки (хардпэны).

Каличе в общем случае образуется путем осаждения извести при испарении воды, однако процесс этот протекает по-разному. В некоторых случаях главную роль играют поверхностные воды, вымывающие известь из верхнего слоя почвы и осаждающие в следующем слое на глубине до 3 метров под землей. Начальным этапом этого процесса является желваковая стадия [6], когда каличе в виде прослоя еще не образовалось, а формируются лишь отдельные желвачки, которые постепенно срастаются в тонкий слой (несколько см ... первые десятки см). И, наконец, при длительном перерыве в осадконакоплении и при наличии достаточно зрелой почвы образовывается выдержанный и мощный пласт (до 1...2 м), толщина которого будет расти вплоть до прихода следующего водного потока (рис. 1). В других случаях каличе образуется при сильном нагреве поверхности. Грунтовые воды подтягиваются по капиллярам и, испаряясь, отлагают карбонат кальция в верхних горизонтах. Растения также играют немаловажную роль в формировании известковых корок. Корни растений впитывают воду, оставляя карбонат кальция в почве. В целом, процесс осаждения кальцита довольно медленный и зависит от количества влаги в засушливых зонах [5]. В любом случае формирование каличе связано с перерывами в осадконакоплении.

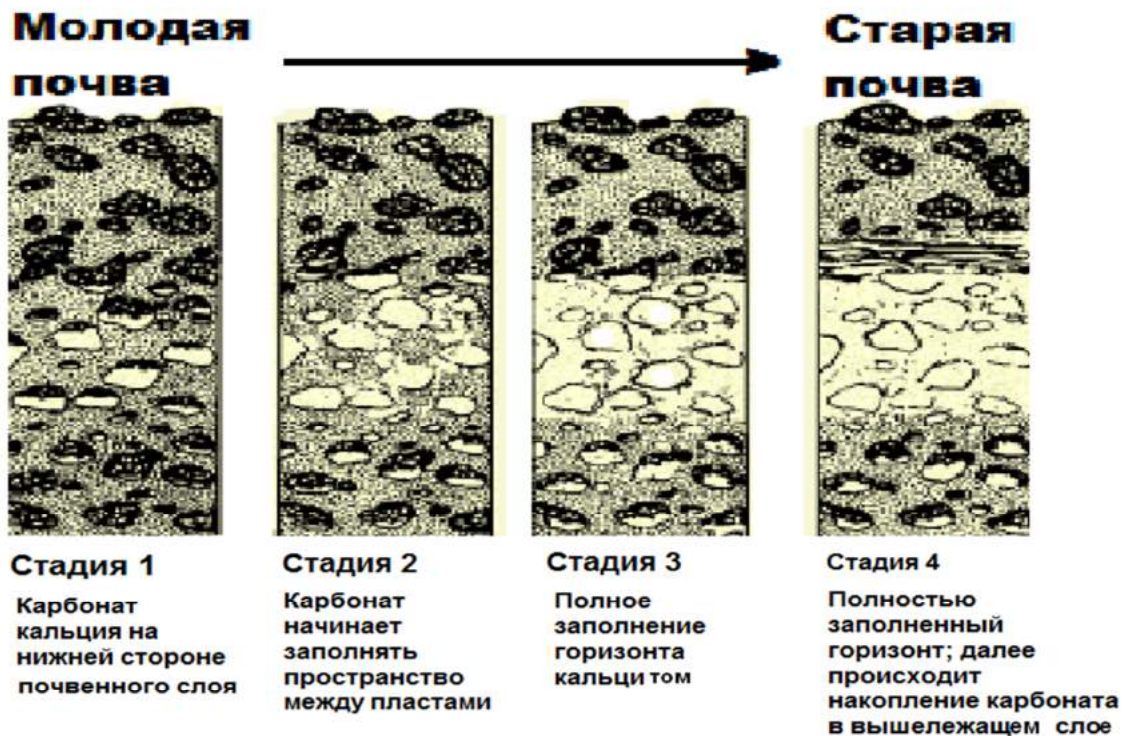


Рис. 1. Постадийное формирование скоплений каличе [6]

Исследователи, ранее изучавшие верхнепалеозойские красноцветы на Урале, принимали известняковые комки, корки и их скопления, не уточняя, за «конкреции мергеля» или «линзы и прослои известняков». В настоящее время эти образования упомянуты и описаны как каличе лишь в нескольких работах, опубликованных за последние 15 лет [1, 2, 4]. Они встречаются в составе красноцветных терригенных пород верхнего карбона на востоке Южного Урала, верхнего девона в Боровской зоне Зауралья, но особенно представительные разрезы с многочисленными горизонтами каличе обнажаются в поле развития песчано-глинистых отложений верхней перми и нижнего триаса на юге Предуральяского прогиба, в бассейнах рр. Сакмара, Большой Ик и Белая. В упомянутых зонах среди красноцветных пород распространены карбонатные стяжения (светлые, серые, розовые, нередко пятнистые) размером от нескольких миллиметров до 7...10 сантиметров, нередко образующие скопления в виде пластов мощностью до 1...2 м. Форма отдельных выделений неправильная, с многочисленными неровностями, иногда с расплывчатыми границами, но относительно изометричная, реже линзовидная, с длинной стороной, ориентированной параллельно напластованию (рис. 2 а). В долине р. Сакмара среди верхнепермских красноцветов присутствуют небольшие (до 5 см) своеобразные карбонатные комки. Эти образования имеют неровные, округлые, лепешкообразные и даже гроздевидные формы (рис. 2 б). Нередко они

сливаются в горизонтальные относительно массивные пласты толщиной до 1,5 м, в которых можно заметить карбонатные фитоморфозы (ризолиты). Ризолиты в каличе представляют собой широкораспространенное явление. Они имеют трубчатую форму, иногда с неровными, извилистыми границами.

Нередко на выветренной поверхности верхнепермских красноцветных песчаников встречаются кальцитовые пленки белого и серовато-белого цвета, ширина которых колеблется от 1...2 мм до 1 см, а длина от 1 см до 7 см. Для них характерна неправильная форма, рваные извилистые границы и, иногда, круглое ядро (рис. 2 в). Возможно, что эти пленки являются бактериальными образованиями.

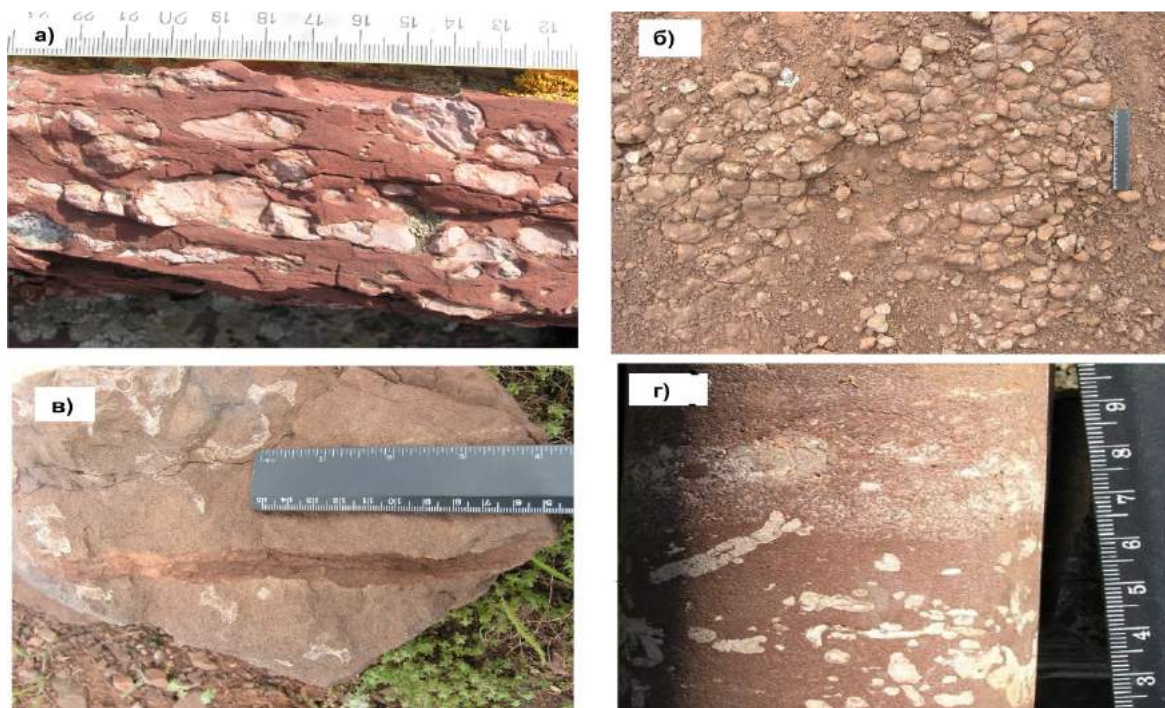


Рис. 2. Некоторые типы каличе в красноцветных отложениях Урала (фото Г.А. Мизенса)

Каличе распространены и среди верхнедевонских красноцветных отложений Зауралья, которые также формировались в наземных обстановках в условиях активного погружения земной коры [1]. Эти образования здесь представлены маломощными карбонатными прослоями и линзами, сформированными преимущественно по ризоидам (рис. 2 г), в меньшей степени распространены карбонатные пятна и комки.

Обобщив все вышесказанное, можно сделать выводы, что каличе или калкреды представляют собой континентальные постседиментационные карбонатные отложения, генетически связанные с почвами и терригенными осадочными отложениями. В большинстве случаев каличе возникают в условиях аридного климата при участии грунтовых и поверхностных вод, но некоторые карбонатные корки могут образовываться в семиаридных, а иногда даже в гумидных обстановках тропиков. Распределение каличе в геологических разрезах во многом зависит от проницаемости осадочных образований. Перерывы в осадконакоплении на рассматриваемых территориях были различными – в восточных зонах Урала относительно небольшие, так как карбонатные стяжения чаще всего разрозненные, не образуют сплошных мощных пластов, а в Предуральском прогибе более продолжительные.

Автор выражает благодарность профессору Г.А. Мизенсу за предоставленный материал.

Литература

1. Мизенс Г.А., Кокшина Л.В. Условия осадконакопления в среднепалеозойских бассейнах на Юго-Западе Западной Сибири (зона сочленения Уральских и Казахстанских структур) // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности*. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». – 2010. – 210 с.
2. Мизенс Г. А., Маслов А.В. Каличе в составе верхнепалеозойских континентальных отложений юга Урала и их значение для палеогеографических реконструкций // *Доклады РАН*. – 2008. – Т. 421. – №. 3. – С. 371–374.
3. Петтиджон Ф.Дж. *Осадочные породы*. – М: Недра, 1981. – 751 с.
4. Твердохлебов В.П. Каличе в континентальных красноцветных формациях на востоке Европейской части России // *Геология и разведка*. – 2001. – № 6. – С. 145–148.
5. Холодов В.Н. Каличе – карбонатное пограничное почвенное новообразование // *Литология и полезные ископаемые*. – 2007. – № 3. – С. 273–285.
6. Bretz J.H. and Horberg L. Caliche in southeastern New Mexico // *J. Geol.*, – 1949. – № 57. – P. 492–511.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КОСТНОЙ ТКАНИ МАМОНТОВ

Е.А. Белоголова

Научный руководитель доцент О.В. Бухарова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Биоминералогия является самостоятельным научным направлением. Она объединила в себе основы таких дисциплин как медицина, биология и минералогия. К объектам исследования биоминералогии относятся образования, состоящие как из органической, так и из минеральной составляющих, которые сформировались внутри организма или при его непосредственном участии. В связи с такой спецификой объектов их принято называть органо-минеральными агрегатами. К таким объектам также относятся кости человека и животных.

Исследование органо-минеральных агрегатов (ОМА) включает в себя методы разных научных направлений. Органическая составляющая костной ткани, прежде всего, изучается с помощью органической химии, иногда дополнительно привлекаются биологические исследования. Для изучения неорганической части требуются минералогические анализы. Однако существуют и комплексные методы, которые возможно использовать для исследования как минеральной, так и органической составляющих. К подобным анализам относится люминесцентный.

Люминесценция является свойством вещества, основанным на способности светиться после поглощения им энергии возбуждения. Сущность метода заключается в преобразовании различных видов энергии в веществе в световую энергию. Под действием рентгеновского, светового или α - β -излучения, при пропускании электрического тока, нагреве и по другим причинам в веществе возникают центры с высокой энергией, исчезающие после прекращения действия облучения. При изучении органо-минеральных агрегатов люминесценция имеет относительно небольшое применение [1].

В область наших научных интересов попали кости мамонта. Мамонты являются ближайшими родственниками современных слонов. Причина их вымирания доподлинно неизвестна. Большая часть ученых утверждают, что мамонты вымерли из-за резкой смены климатических условий, другие же ученые оспаривают это мнение и предполагают, что исчезновение мамонтов, связано, прежде всего, с человеческим фактором. В последнее время появилась гипотеза, где исчезновение животных связывают с минеральным голоданием [2]. Таким образом, работа с останками мамонтов – исследование их костей, которые являлись при жизни геохимически динамично изменяющимся органом – задача новая и интересная для минералогии и геохимии.

Материал для исследований был предоставлен заведующим лабораторией континентальных экосистем мезозоя и кайнозоя Томского государственного университета С.В. Лещинским. В коллекции есть образцы костной ткани мамонтов из 4 местонахождений (Свердловская, Томская, Новосибирская, Кемеровская области). Совместно с сотрудниками лаборатории была разработана концепция исследований минеральной составляющей костной ткани мамонта на предмет изучения ее люминесцентных свойств. Однако для начала был выполнен рентгеноструктурный анализ, который показал, что минеральная составляющая кости мамонтов сложена кристаллическим гидроксиллапатитом.

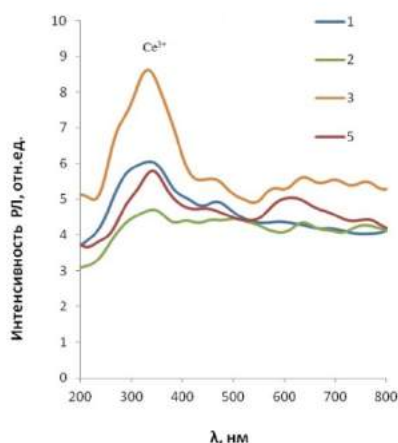


Рис. 1. Спектры люминесценции центров Ce^{3+} в костной ткани мамонтов

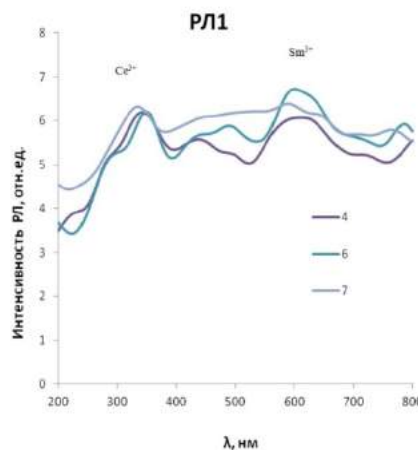


Рис. 2. Спектры люминесценции центров Ce^{3+} и Sm^{3+} в костной ткани мамонтов

1–3 – местонахождение Гари, Свердловская область; 4–5 – местонахождение Красноярская курья, Томская область; 6 – местонахождение Волчья Грива, Новосибирская область; 7 – местонахождение Кочегур, Кемеровская область. Анализы выполнены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (аналитик Н.Н. Борозновская)

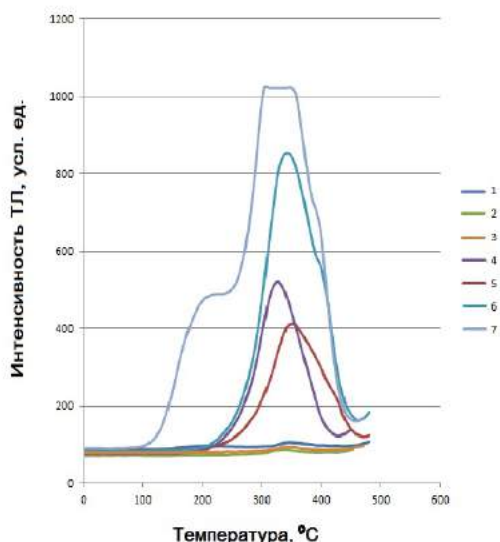


Рис. 3. Спектры термолюминесценции костной ткани мамонта
 1 – 3 – местонахождение Гари, Свердловская область; 4– 5 – местонахождение Красноярская курья, Томская область; 6 – местонахождение Волчья Грива, Новосибирская область;
 7 – местонахождение Кочегур, Кемеровская область. Анализы выполнены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ

Рентгенолюминесцентный анализ показал, что люминофорами в костях мамонта являются два элемента группы редких земель, а именно Ce^{3+} и Sm^{3+} . Центры свечения Ce^{3+} отмечаются во всех образцах (рис. 1, 2). В образцах из Новосибирской и Кемеровской областей, а также в одном образце из Томской области дополнительно отмечаются центры свечения Sm^{3+} (рис. 2). Полученные результаты по рентгенолюминесцентному анализу костной ткани мамонта соответствуют данным свечения абиогенного апатита.

Таким образом, были получены данные о центрах свечения кости и обнаружены температурные интервалы свечения при нагревании палеонтологического физиогенного органо-минерального агрегата.

Литература

1. Кораго А.А. Введение в биоминералогю. – СПб.: Недра, 1992. – 280 с.
2. Лещинский С.В., Зенин В.Н., Бурканова Е.М., Орлова Л.А. Зверовые солонцы Чулымо-Енисейской равнины – минеральные (геохимические) оазисы и очаги активности мамонтовой фауны и палеолитического человека // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2010. – № 333. – С. 181–186.

К ВОПРОСУ ОБ ЭТАПНОСТИ И СТАДИЙНОСТИ РУДООБРАЗОВАНИЯ БАРИТ–ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗМЕИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

К.В. Бестемьянова

Научный руководитель доцент О.М. Гринев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Целью работы являлось выявление последовательности рудообразования барит – полиметаллических руд и оценка источников рудного вещества на примере трех месторождений Змеиногорского рудного района – Змеиногорского, Стрижковского и Зареченского. В основу исследований легли следующие критерии, позволяющие выделить основные этапы и стадии минералообразования: строение рудных полей и рудных тел, характерные текстуры и структуры руд, вариации в пространственном распределении минеральных комплексов и слагающих их минералов, типоморфные свойства минералов (прежде всего смена химического состава минералов от стадии к стадии), вариаций изотопного состава серы основных сульфидных минералов комплексов, а также расчет температур минералообразования по природным геотермометрам (по основным сульфидным парам, входящим в состав комплексов).

Барит – полиметаллические месторождения Змеиногорского рудного района, согласно данным предшественников [3], характеризуются наличием в вертикальных рудных колоннах нескольких типов руд, последовательно сменяющих друг друга (снизу вверх по разрезу): колчеданно – полиметаллических (среди, которых можно выделить существенно медные, встречающиеся преимущественно в нижнепалеозойских толщах

разреза) [2]; полиметаллических (среди которых можно выделить существенно цинковые, существенно свинцовые, или же смешанные свинцово – цинковые); барит – полиметаллические (среди которых можно выделить существенно баритовые). Основные рудные минералы: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, второстепенные блеклые руды, борнит, халькозин, акантит, самородное золото, электрум, амальгамы золота и серебра.

Процесс рудообразования носил сложный полиэтапный и полистадийный характер. При этом процессом, предшествующим этапу отложения основной массы сульфидов, являлось метасоматическое или околорудное изменение вмещающих пород с образованием березитоподобных кварц – хлорит – серицитовых, кварц – хлоритовых и кварц – серицитовых пород. В минералогическом плане особенностью околорудно измененных пород изученных месторождений является наличие в них редкоземельной минерализации [1].

В изученных барит – полиметаллических рудах выделено два этапа рудообразования и пять основных минеральных комплексов (ассоциаций). Первый этап рудообразования был, по – видимому, кратковременным, по времени образования соответствовал концу эмса – началу эйфеля (D_1), но характеризовался интенсивным проявлением тектонических движений.

Минеральный комплекс первого этапа минералообразования представлен пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом (здесь и далее минералы указаны в порядке выделения и распространения). Для первого минерального комплекса весьма характерны брекчиевые и вкрапленные текстуры, структуры – дробления, замещения (сульфиды, образованные в этот этап, зачастую замещаются сульфидами второго этапа). Руды первого этапа слагают не больше 10...15 % от общего объема оруденения.

Второй этап рудообразования был наиболее длительным и продуктивным – здесь происходило отложение около 80 % руд. По времени образования он, вероятно, приходился на эйфель (D_2) и сопровождался тектоническими син- и пострудными подвижками с оживлением разломов и зон трещиноватости.

Первый минеральный комплекс (первой стадии второго этапа) сложен халькопиритом, сфалеритом, галенитом и в меньшей степени пиритом. Для второго этапа в целом характерны текстуры: вкрапленная, прожилково – вкрапленная, прожилковая, массивная; структуры – неравномернозернистая, мелко-, средне- и крупнозернистая, эмульсионная, колломорфная, коррозионная, дробления, смятия, в меньшей степени замещения. Данные микроструктуры свидетельствуют о том, что рудный процесс сопровождался тектоническими подвижками.

Средний химический состав сульфидных минералов, входящих в комплекс (определен на растровом электронном микроскопе «VGA II LMU», совмещенном с энергодисперсионным спектрометром (Oxford INCA Energy 350, в аналитическом центре «Геохимии природных систем» НИ ТГУ). Согласно полученным данным содержания элементов в минералах составляют (в массовых %): халькопирит Cu 35.1 %, Fe 29.76 %, S 34.26 %; сфалерит Zn 64.98 %, S 35.02 %; галенит Pb 86,06 %, S 13,86 %. Средний изотопный состав серы сульфидов комплекса (и вариации ее изотопного состава) определялись в лаборатории стабильных изотопов ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток, $\delta^{34}\text{CDT},\text{‰}$. Согласно полученным данным средний изотопный состав сульфидов первого комплекса характеризуется следующими значениями: для пирита – 0,2 ‰, для халькопирита 0 ‰, для галенита +0.5 ‰, для сфалерита – 1,2 ‰.

В минеральном комплексе первой стадии второго этапа были выбраны две пары сульфидов, по которым был произведен расчет температур, основанный на близко одновременном их образовании и равновесии условий отложения, определившим стабильное фракционирование их изотопов. Согласно изотопным данным, на основе которых по методике [4] были рассчитаны примерные температуры минералообразования данного комплекса, для пары пирит II / халькопирит II температура соответствует 300...340°C; для пары сфалерит II – галенит II 300...320°C.

Второй минеральный комплекс второго этапа (отвечает наиболее длительной стадии) сложен баритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, тетраэдритом, арсенипиритом, акантитом. Средний химический состав основных сульфидов: сфалерит Zn 64.16 %, Fe 0.29 %, Cd 1.28 %, S 34.27 %; галенит Pb 85.84 %, Se 1.05 %, Fe 0.72 %, S 13.23 %; халькопирит Cu 33.78 %, Fe 31.12 %, S 34.81 %; тетраэдрит Cu 38.66 %, Fe 1.21 %, Sb 23.75 %, As 4.32 %, Zn 7.34 %, S 24.72 %. К концу данной стадии в тетраэдрите отмечаются содержания серебра вплоть до 17 %.

Средний изотопный состав сульфидов второго комплекса второго этапа: халькопирит – 1.9 ‰, галенит – 3.4 ‰, сфалерит – 2.3 ‰, тетраэдрит – 3.7 ‰. Для данного комплекса для расчета температур минералообразования выбрана пара сфалерит – галенит, расчет которой соответствовал 280...320°C

Третий минеральный комплекс второго этапа сложен борнитом, теннантитом, халькозином, в меньшей степени галенитом. Средний химический состав основных сульфидов: борнит Cu 62.86%, Fe 11.36%, S 25.51%; теннантит Cu 40.34 %, As 15.47 %, Sb 5.96 %, Zn 7.0 %, Fe 0.63 %, S 30.98 %; галенит Pb 84.17 %, Ag 1.2 %, S 14.63 %; халькозин Cu 78 %, S 19.8 %, Ag 2.2 %. Средний изотопный состав серы сульфидов третьего комплекса: теннантит – 12,8 ‰, борнит – 8,9 ‰.

Четвертый минеральный комплекс второго этапа сложен преимущественно нерудными минералами, а именно кварцем, баритом, кальцитом, гематитом и гипсом. Минералы, слагающие комплекс, выполняют трещины, прожилки, а также полости растворения.

Для полноты картины следует указать, что в изученных месторождениях довольно интенсивно проявился и пострудный (третий) этап преобразования уже сформированных рудных полей и рудных тел, выразившийся в частичном их тектоническом и гипергенном преобразовании в случае выведения на поверхность.

Согласно полученным данным изученные руды имеют сложное двухэтапное и полистадийное образование. При этом первый этап, вероятно, был довольно кратковременным и скорее имел колчеданно – полиметаллический профиль; его формирование происходило в обстановке смены растяжения на более интенсивное сжатие территории (конец эмса – начало эйфеля). Второй этап был более интенсивным, долговременным и полистадийным, при этом 80 % руд изученных месторождений образовывались во втором этапе минералообразования, носившего барит – полиметаллический профиль. По-видимому, стадиям рудообразования этого этапа соответствовали многократные импульсы тектонической активизации (смена растяжений сжатиями).

Наиболее значимой, в минералогическом и промышленном плане является вторая стадия второго этапа, где наряду с основными сульфидами (галенитом, сфалеритом, халькопиритом, тетраэдритом, арсенопиритом) происходило выделение акангита, электрума, амальгамы золота и серебра, гессита, штрмейерита, ялтаита, а также самородного теллура.

Изученные вариации изотопного состава серы сульфидов, входящих в выделенные минеральные комплексы, говорят о неоднородности источника рудного вещества, имевшего мантийно – коровый характер. Так, в процессе рудообразования (от начальных стадий к конечным) происходила смена доминирующего мантийного источника начальной стадии этапа на существенно коровый к концу рудного процесса. Происхождение коровой составляющей может быть гетерогенной – как за счет заимствования серы из вмещающих осадочных толщ, так и за счет метеорных вод, учитывая приповерхностный (вулканотектонический) тип гидротермально-метасоматических рудных систем.

Температура характеризовалась скачкообразным изменением. Так, в начале второго этапа она соответствовала значениям от 300 до 340° С, далее к средним стадиям опускалась до 280° С и вновь поднималась до 320° С, что может быть связано с поступлением свежих порций растворов в минералообразующую систему.

Литература

1. Бестемьянова К.В., Гринев О.М. Минеральный состав околорудных метасоматитов барит – полиметаллических месторождений Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай) // Четвертая Российская молодежная школа с международным участием "Новое в познании процессов рудообразования". – М.: ИГЕМ РАН, 2014. – С.67–72.
2. Бестемьянова К.В. Минералого – геохимическая характеристика вкрапленных медных руд Стрижковского месторождения (Рудный Алтай) // Вопросы естествознания. – Иркутск, 2015. – № 3 (7). – С. 13–16.
3. Чекалин В.М., Королев Г.Г. Геолого-генетическая модель Среднего и Зареченского месторождений полиметаллических руд на Рудном Алтае // Рудообразование и генетические модели эндогенных рудных формаций. – Новосибирск, 1988. – С. 89–99.
4. Seal R.R. Sulfur isotope geochemistry of sulfide minerals // Mineralogy and Geochemistry. – 2006. – V. 61. – P. 633–677.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ХЛОРИТОВ. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ

А.И. Бородина, Е.В Корбовяк

Научные руководители доцент П.А. Тишин, ведущий инженер Т.С. Небера

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Исследовалась глинистая составляющая осадочных пород-коллекторов Тэтэрской нефтегазоносной площади (скважина № 1). Тэтэрская площадь расположена в 40 километрах восточнее Собинского месторождения. На данной площади выделяется архейский фундамент и осадочный чехол (рифей – антропоген). В геологическом отношении эта часть территории Сибирской платформы находится в пределах южного района Лено-Тунгусской нефтегазоносной области.

Рентгеновская дифрактометрия проводилась на рентгеновском дифрактометре XPert PRO в ЦКП «АЦГПС» ТГУ. Рентгенограммы снимались с шагом около 0.02 в интервале 4...60 град. 2 θ с вращением 30 об./мин и выдержкой 0.1 сек в точке.

Эксперимент выполнен при нормальных условиях по геометрии Брэгга-Брентано с использованием CuK α – излучения. Напряжение на трубке 40 кВ., ток 30 мА. Съемка проведена трехкратно: для ориентированных препаратов из отмученной глинистой фракции, осажденной на стеклянную пластину в интервале углов отражения от 4 до 60 ° 2 θ ; в воздушно-сухом состоянии после прокаливании и после насыщения глицерином в интервалах углов 4...35° 2 θ (рис. 1, 2).

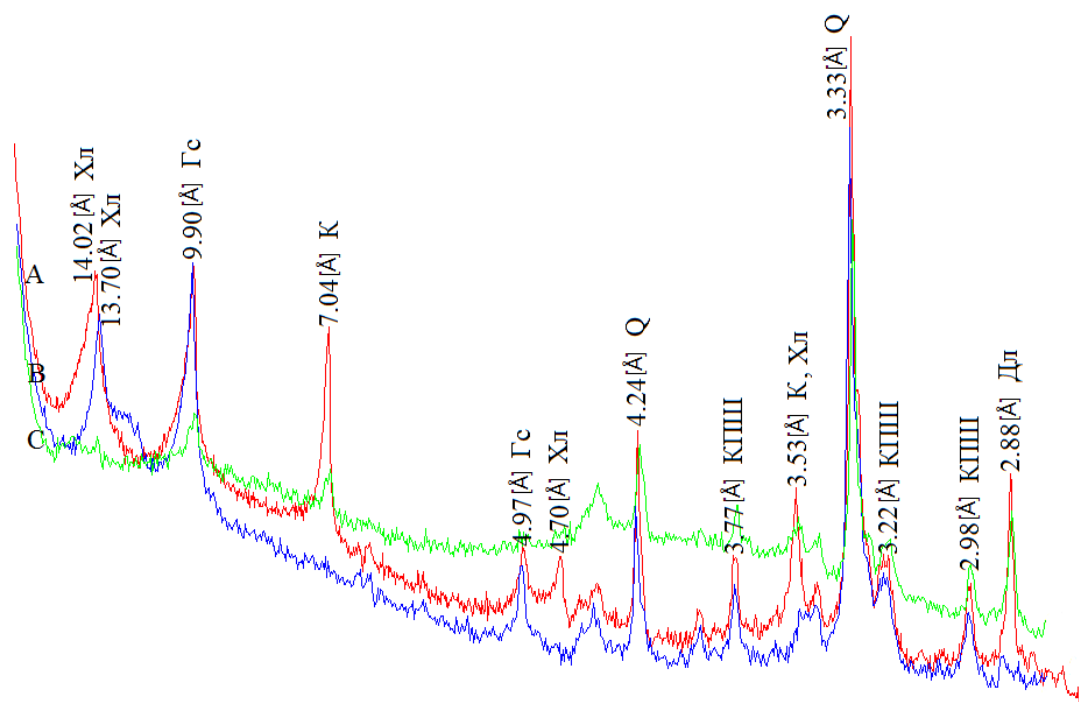


Рис. 1. Рентгенограмма образца 85.

A – в воздушно-сухом состоянии; B – после прокаливания; C – после насыщения глицерином.

Примечание: Xл – хлорит, Гс – гидрослюда, К – каолинит, Q – кварц, КПШ – калиевый полевои шпат, Дл – доломит

Приготавливали ориентированные препараты глинистых частиц путем нанесения на стекло нескольких капель густой суспензии. При этом для уточнения диагностики некоторых глинистых минералов, имеющих близкие величины отражений, дополнительно обрабатывали исходные ориентированные препараты; среди применяемых приемов важнейшие – насыщение глицерином и термическая обработка (прокаливание при 550°C в течение 1,5...2 ч). Руководящие глинистые минералы идентифицировали по комплексу рентгенографических показателей. **Гидрослуду** выявляли по серии базальных отражений 9,91; 4,97; 3,33 Å, которые не изменяются при насыщении глицерином и после прокаливании. **Каолинит** диагностировали по базальным отражениям 7,04; 3,53 Å, они не меняются при насыщении глицерином, а после прокаливании исчезают вследствие разрушения кристаллической решетки каолинита. **Хлориты** устанавливали по серии рефлексов 14,0...14,1; 7,0...7,1; 3,53 Å, не меняющихся при насыщении глицерином [3].

Хлориты кристаллизуются в моноклинной сингонии, обладают слюдообразной спайностью, низкой твердостью, небольшим удельным весом. Для большинства из них характерна бутылочно-зеленая окраска, что и послужило основанием для общего названия этой группы минералов ("хлорос" по-гречески – зеленый). С химической точки зрения хлориты представляют алюмосиликаты, главным образом Mg, Fe²⁺ и Al, отчасти Ni, Fe³⁺, Cr³⁺. Явно индивидуализированные в кристаллографическом отношении, богатые магнием минеральные виды получили общее название ортохлоритов. Химическая их формула выражается следующим образом: (Mg, Fe)_{6-p}(Al, Fe)^{2p}Si_{4-p}O₁₀[OH]₈. Богатые железом преимущественно колломорфные минеральные виды, характеризующиеся часто очень непостоянным составом, обычно выделяются в особую подгруппу алюмо-феррисиликатов под общим названием лептохлоритов. Общая формула: (Fe, Mg)_{p-p}(Fe, Al)_{2p}Si_{4-p}O₁₀[OH]_{2(n-2)}•xH₂O, где n обычно около 5 [1].

Диагностика хлоритов проводилась по результатам исследований прокаленных образцов. У хлоритов с повышенным содержанием Fe (рис. 1) при прокаливании d₀₀₁ уменьшается до 13,6...13,8 Å, в нашем случае уменьшается до 13,7 Å, а интенсивность рефлекса d₀₀₁ увеличивается. У Mg и Al-Mg хлоритов (рис. 2) все отражения после прокаливании сохраняются. У Mg хлоритов рефлексы d₀₀₂, d₀₀₃ и d₀₀₄ характеризуются одинаково высокой интенсивностью, что и было отмечено для исследуемых образцов (рис. 2). Для высокожелезистых хлоритов характерно полное отсутствие d₀₀₁ после прокаливании.

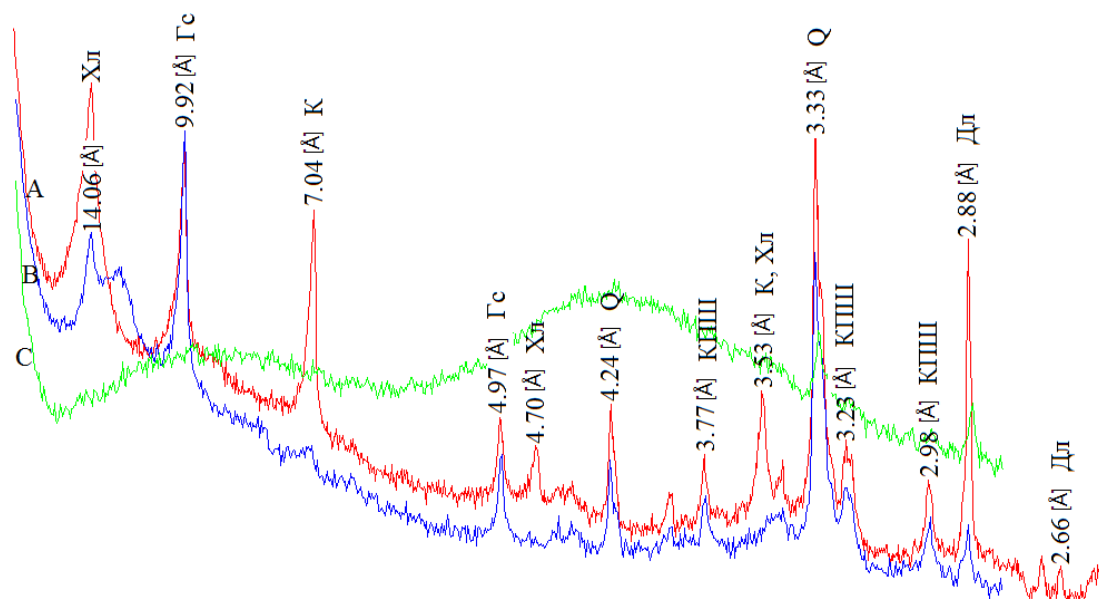


Рис. 2. Рентгенограмма образца 98. А – в воздушно-сухом состоянии; В – после прокаливания; С – после насыщения глицерином.
Примечание: Хл – хлорит, Гс – гидрослюда, К – каолинит, Q – кварц, КПШ – калиевый полевои шпат, Дл – доломит.

Считается, что присутствие Fe-Mg – хлоритов свидетельствует о более высокой степени окисленности [2].

Литература

1. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. – М.: Наука, 1991. – 175 с.
2. Дриц В.А., Сахаров Б.А. Рентгеноструктурный анализ смешаннослойных минералов // Труды ГИН. – М.: Наука, 1976. – Вып. 295. – 256с.
3. Рентгенография основных типов породообразующих минералов (Слоистые и каркасные силикаты). – Л.: Недра, 1983. – 356 с.

РОЛЬ ПАЛЕОВУЛКАНИЗМА В НАКОПЛЕНИИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ В УГЛЯХ БЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНУСИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

А.В. Вергунов

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тонштейны часто применяются в геологии с целью характеристики роли вулканизма во время образования угленосных отложений, выяснения периодичности и состава продуктов извержения вулканов, корреляции угольных пластов в границах угольных месторождений и бассейнов, а также для решения других задач. Тонштейны выявлены и описаны во многих угольных бассейнах мира. Исследователями установлено, что пирокластика, которая формирует тонштейны, служит источником накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей [2].

Целью исследования является идентификация тонштейнов Минусинского каменноугольного бассейна на основе анализа их минералого-геохимических особенностей, а также оценка роли пирокластического материала в накоплении редких и радиоактивных элементов-примесей в углях.

Дело в том, что специфической особенностью торфяников, особенно верхового типа, является хорошая сохранность в них большинства попадающих в них элементов. Выщелоченные из тонштейна химические элементы в большинстве случаев накапливаются на границе с тонштейном как ниже его, так и над ним [1]. Мощность ореола накопления химического элемента над и под тонштейном зависит от подвижности элемента в палеоболотной среде и последующей его диффузии из тонштейна в уголь в процессе углефикации. Формирующиеся при этом минеральные ассоциации отличаются от исходных минералов тонштейнов. Используя математические процедуры, можно ориентировочно рассчитать содержания этих элементов в исходном пелловом материале [3].

В ходе исследования в угольных пластах 15, 16а и 16 Бейского месторождения были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли. Всего выявлено и изучено 4 тонштейна мощностью 0,4, 2, 2,5 и 6,5 см.

Исследование химического состава тонштейнов выполнено методом ICP MS в химико-аналитическом центре «Плазма» (исполнитель Н.В. Федюнина). Исследовано содержание 61 элемента. Анализ состава петрогенных элементов выполнен методом рентгено-флуоресцентного анализа в Институте геологии и минералогии СО РАН (исполнитель Н.Г. Карманова).

Восстановление первичного состава пирокластического материала тонштейнов выполнено с использованием классификационной диаграммы Винчестера и Флойда [7]. Согласно этой диаграмме, изученные тонштейны попадают в поля, относящиеся к следующим типам пород: Ap-27-14 щелочной базальт, Ap-46-14 и Ap-62-14 риодацит/дацит и Ap-87-14 андезит (рис.1).

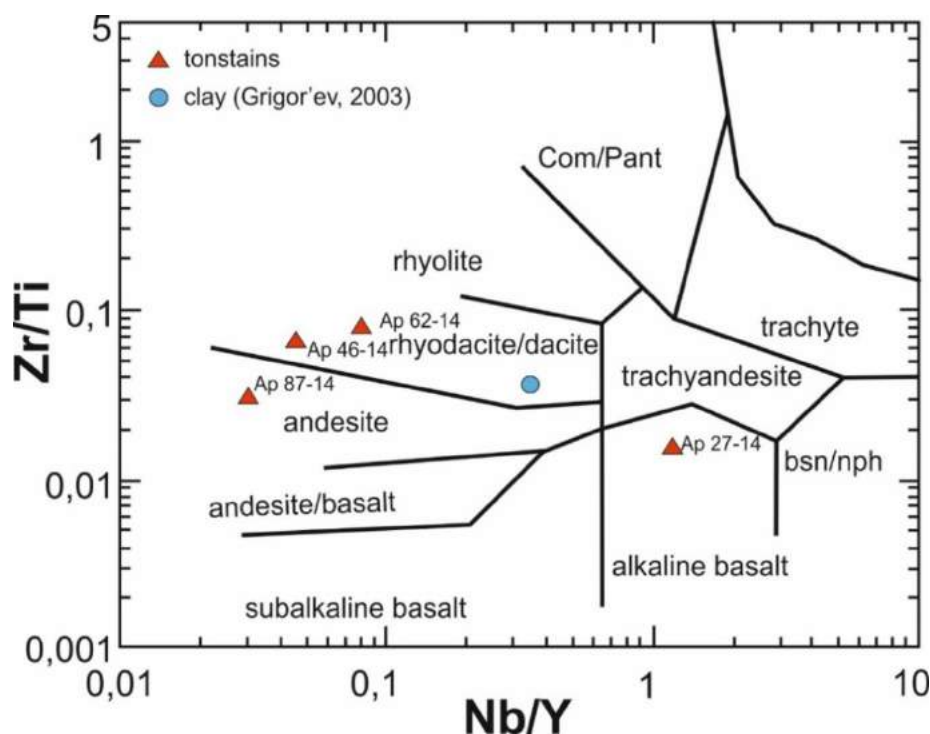


Рис. 1. Zr/Ti – Nb/Y классификационная диаграмма тонштейнов Бейского месторождения [7]

Изучение химического состава тонштейнов показало, что они существенно обогащены PЗЭ, P, Cr, Zn, Ga, Ge, Se, Sr, Mo, Ag, In, Sn, Bi, Th и U по сравнению со средним составом глинистых сланцев [4].

Угли, а особенно золы углей, в контакте с тонштейнами аномально обогащены этими же элементами, их содержание достигает значительных концентраций. Например, пробы угля, которые находятся в контакте с тонштейном (Ap-27-14), образовавшимся из щелочно-базальтоидной пирокластике, обогащены PЗЭ, Sc, Ti, Co, Ni, Rb, Cs, Pb, Sn, Sb, Zr, Hf, Th и U. В отдельных пробах содержание элементов достигает следующих количеств: тория – 30 г/т, урана – 40 г/т, титана – 1,45%, кобальта – 35,7 г/т. Закономерно, что концентрация этих элементов уменьшается по мере удаления от притонштейнового угля.

В углях, находящихся в контакте с тонштейнами, образовавшимися из пирокластического вещества риодацитового состава (Ap-46-14 и Ap-62-14), прослеживается повышенная концентрация PЗЭ, Co, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Zr, Nb, Pb, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Tl, Th, U. Следует особенно выделить содержание урана, достигающее в золе угля 385 г/т, тория – 212 г/т, кобальта – 0,21% и тантала – 55,2 г/т.

В составе золы углей, которые граничат с тонштейном (Ap-87-14), образовавшимся из пеплов андезитового состава, выявлена повышенная концентрация Ti – 2,4%, Fe – 3,9%, Co – 424 г/т, Th – 129 г/т, U – 153 г/т (рис. 2).

Можно предполагать, что их накопление в углях произошло за счет выщелачивания из тонштейна и переотложения в угле [5, 6].

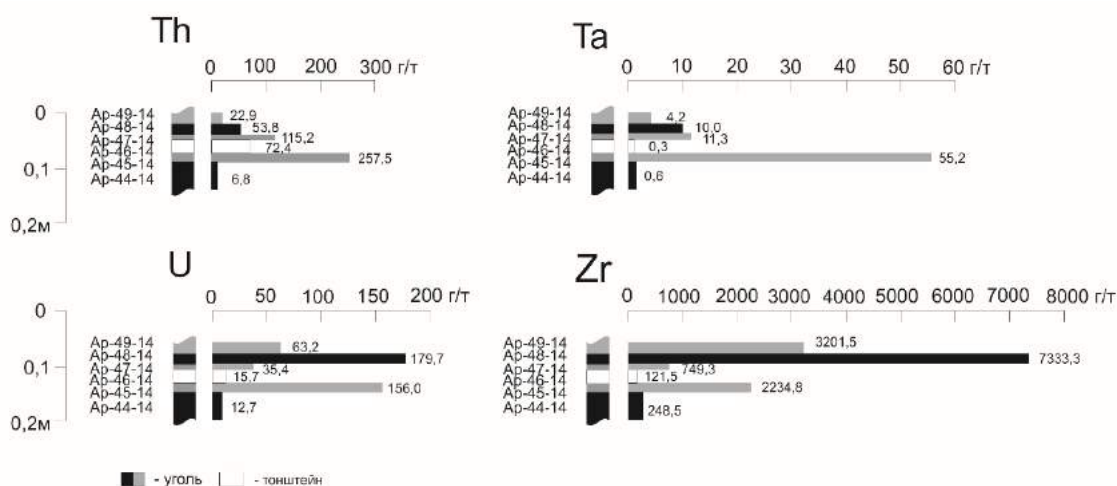


Рис. 2. Распределение Th, Ta, U и Zr в разрезе средней части пласта 16 (зола угля) вблизи тонштейна; цифры справа – содержание Th, Ta, U и Zr

Анализ полученных результатов показал, что пирокластика субсинхронная угленакпленению, способна существенно влиять на геохимический облик угольных пластов, обогащая приконтактные участки, примыкающие к тонштейнам, комплексом разнообразных химических элементов. Особенности геохимического спектра накапливающихся элементов зависят от состава исходной пирокластики.

Литература

1. Адмакин Л.А. Тонштейны – геохронометры древних эруптивных циклов // Доклады АН СССР. – 1991. – Т. 320. – № 5. – С. 1194–1197.
2. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Издат. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
3. Арбузов С.И., Ершов В.В. Роль вулканизма позднего карбона-перми в формировании геохимического облика углей Минусинского бассейна // «ВУЛКАНИЗМ И ГЕОДИНАМИКА»: Материалы III Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии Бурятского научного центра СО РАН, г. Улан-Удэ, 5-8 сентября 2006. – Улан-Удэ, 2006. – Т.3. – С. 628 – 632.
4. Черновьянц М.Г. Тонштейны и их использование при изучении угленосных формаций. – М.: Недра, 1992. – 144 с.
5. Lyons P.C., Spears D.A., Outerbridge W.F, Evans H.T. Euroamerican tonsteins overview, magmatic origin, and depositional – tectonic implications // Paleogeogr., Paleoclimatol. – 1994. –Vol.106. – P. 113–134.
6. Spears D.A. The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks // Int. J. of Coal Geol. – 2012. – Vol.94 – P. 22–31.
7. Winchester J.A., Floyd P.A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements // Chemical Geology. – 1977. – Vol. 20. – P. 325–343.

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЕСЧАНИКОВ С БАЗАЛЬНЫМ ГИПСОВЫМ ПОЙКИЛИТОВЫМ ЦЕМЕНТОМ

К.К. Вислогузов, А.С. Гайворонская, И.А. Голованев

Научный руководитель доцент В.С.Исаев

Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия

В процессе изучения дисциплины литология мы обратили внимание на шлифы песчаников с базальным гипсовым цементом, в которых гипс представлен монокристаллами. К сожалению, место взятия образцов (привязка), из которых изготовлены шлифы (а их оказалось два), остаётся неизвестным. Тем не менее, необычность состава цемента данных объектов и особенность их структуры стали мотивом, побудившим нас на дальнейшее их изучение.

Первый вопрос, который нам предстояло решить, – можно ли породу, представленную в шлифах, отнести к кластолиту, т.е. необходимо было установить точное соотношение между аллотигенными компонентами и цементом. Для решения этой задачи мы воспользовались интеграционным столиком Андина (ИСА-1). Как известно, он позволяет измерять одновременно размеры всего лишь шести объектов, поэтому все компоненты шлифов нами были объединены в следующие шесть групп: 1) темноцветные минералы и слюды (биотит, мусковит, эпидот, роговая обманка); 2) кварц; 3) полевые шпаты; 4) горные породы (магматические и метаморфические); 5) карбонатные породы; 6) цемент. Измерения на интеграционном столике показали, что аллотигенные компоненты в исследуемых шлифах занимают, соответственно, 52,3 и 52,1%. Таким образом,

данные объекты можно рассматривать как обломочную породу (кластолит). Процентное соотношение перечисленных компонентов, определённое путём измерений на интеграционном столике, приведено в таблице.

Таблица

Результаты измерения на интеграционном столике Андина

№п/п	Название компонентов	Шлиф 1Г, %	Шлиф 1аГ, %
1	Темноцветные минералы	8,00	7
2	Кварц	15,50	17
3	Полевые шпаты	7,10	8
4	Породы(магматические метаморфические)	14,20	15
5	Карбонатные породы	7,50	5,10
6	Гипсовый цемент	47,70	47,90
	Σ	100	100

Для гранулометрической классификации кластолитов, представленных в шлифах, нами также было предпринято измерение размеров аллотигенных компонентов под микроскопом с применением соответствующего окуляра по известной методике [7]. Полученные таким образом результаты показали, что в данных объектах содержание мелкозернистой фракции составляет 67 %, среднезернистой – 30 %, а крупнозернистой – всего лишь 3 %. Следовательно, представленные в шлифах кластолиты можно отнести к мелкозернистым песчаникам с примесью среднезернистой фракции в количестве 30%. Результаты выполненных измерений представлены в виде гистограммы на рисунке.

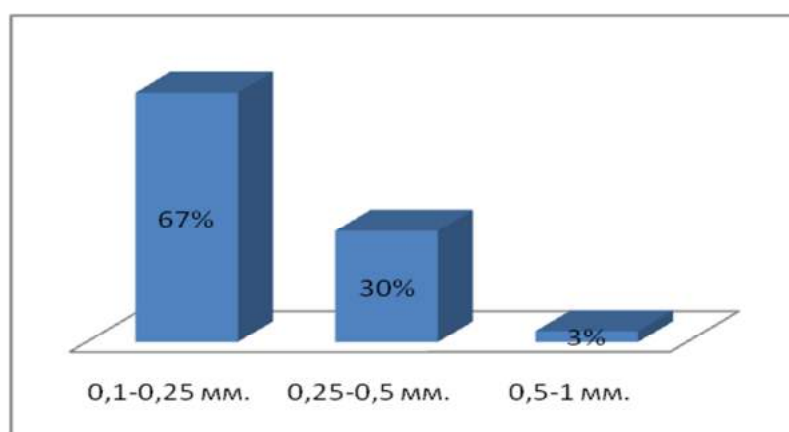


Рисунок. Гистограмма гранулометрического состава песчаников с гипсовым базальным цементом, построенная по результатам измерения 350 зёрен в шлифах

обломки отсутствуют, но и отчётливо окатанные крайне редки. Последние чаще всего представлены сравнительно крупными обломками мраморизованных известняков и, возможно, жильных карбонатов.

Цемент, как отмечено выше, в обоих шлифах представлен монокристаллическим гипсом, размеры кристаллов которого достигают величины 15x18мм. Судя по структуре цемента и его соотношению с обломочными зёрнами (зерна «плавают» в цементе, не соприкасаясь друг с другом), цемент является классическим пойкилитовым [8].

Пойкилитовые структуры, как известно, часто встречаются в магматических и метаморфических породах и характеризуются включением одного или нескольких минеральных зёрен небольших размеров в более крупных индивидах другого минерала. Происхождение такого рода структур в магматических и метаморфических породах достаточно легко поддаётся объяснению [1].

Пойкилитовые же структуры в осадочных породах встречаются нечасто и характерны они, как правило, для обломочных пород с мономинеральными цементами [8]. Однако образование таких структур в зависимости от состава цемента имеет свои генетические особенности. Так, карбонатный пойкилитовый цемент в песчаниках возникает в результате перекристаллизации первичного пелитоморфного карбонатного, возможно, даже порового, с последующим его разрастанием за счет коррозии обломочных зерен [3].

Песчаники с гипсовым пойкилитовым цементом являются достаточно редким явлением. Одним из наиболее известных примеров такого соотношения гипса и обломочных зёрен назван репетекским гипсом [6], по одноименному названию станции и заповедника «Репетек», расположенных в пустыне Каракумы в Туркмении.

Процесс образования данных объектов достаточно хорошо изучен и связан с процессом разгрузки грунтовых вод в результате их испарения на поверхности. Кроме этого, аналогичные по структуре и составу объекты встречаются и в так называемых селенитовых куполах. Непосредственно в эвапоритовых формациях подобные образования отмечаются Т.Н. Соколовой в пермских осолонённых бассейнах юго-востока Русской платформы [5]. Так, ей выделяются песчаники с гипсовым или гипсо-ангидритовым цементом с порово-пойкилитовой или метасоматически-пойкилитовой структурой, которые отличаются по степени "агрессивности" цемента. Первый тип цемента наблюдается в песчаниках, в которых зёрна защищены оболочками из гидроокислов железа, а второй тип характерен для песчаников с "незащищёнными" зёрнами.

В исследованных нами шлифах взаимоотношение цемента и аллотигенных компонентов практически индифферентно (не реакционно), за исключением лишь некоторых случаев корродирования отдельных зерен мраморизованных известняков. Таким образом, пойкилитовая структура в данных песчаниках возникла, вероятно, в результате отодвигания и захватывания обломочных зёрен в процессе роста монокристаллов гипса, что отмечается Д. П. Григорьевым [2]. В то же время он подчёркивает, что при росте гипса в глинистых породах, растущие его кристаллы отталкивают глинистые частицы, часто оказываются чистыми и не содержат включений. Наши попытки установить в пределах шлифов какие-либо следы процесса раздвигания обломочных зерен, которые должны возникать при росте кристаллов гипса, не увенчались успехом. Единственное, что является очевидным, это то, что трещинки спайности в монокристаллах гипса при встрече с обломочными зёрнами после них продолжения не обнаруживают. Таким образом, обломочные зёрна являются препятствием, после встречи с которым продолжения трещинок спайности не наблюдается.

В конечном счёте, остаётся вопрос – каково же происхождение исследованных нами песчаников и где они образовались. Для решения данного вопроса нами было выполнено сравнение обломочной составляющей наших песчаников и состава песков Каракумов, которые были детально изучены М.А. Романовой [4]. Как оказалось, состав аллотигенных компонентов и их количественное соотношение очень близко каракумским пескам. Таким образом, исследованные нами песчаники представляют собой, с высокой долей вероятности, одну из разновидностей репетекского гипса.

Литература

1. Белоусова О. Н., Михина В.В. Общий курс петрографии. – М.: Недра, 1972. – С 102 – 105.
2. Григорьев Д.П. Онтогенез минералов. – Львов: Издательство Львовского государственного университета, 1961. – С. 118.
3. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы: Перевод с английского. – М., Недра, 1981. – С. 305–310.
4. Романова М.А. Современные песчаные отложения Центральных Каракумов. – Л.: Наука, 1971. – 135 с.
5. Соколова Т.Н. Аутигенное силикатное минералообразование разных стадий осолонения. – М.: Наука, 1982. – 27 с.
6. Федоровский Н.М. По горам и пустыням Средней Азии. - М. – Л., 1937. – С. 58 – 59.
7. Фролов В.Т. Литология: Учебное пособие. – М.: Издательство Московского государственного университета, 1993. – Т. 2 – С. 345–346.
8. Шванов В. Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). – Л.: Недра, 1987. – С. 106 –107.

МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОНШТЕЙНОВ ЧЕРНОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНУСИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

И.С. Вопилов

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для корреляции угольных пластов во всем мире широко используются специфические маломощные, но удивительно выдержанные по простиранию глинистые прослои, получившие в мировой геологической литературе название флинтклей или тонштейны. Они известны еще с XIX века. Также тонштейны используются геологами для характеристики роли вулканизма в формировании угленосных отложений, для оценки периодичности и состава вулканических извержений, а также для решения ряда других задач. Наличие тонштейнов выявлено и охарактеризовано во многих угольных бассейнах мира. Пирокластика, которая участвует в формировании тонштейнов, интерпретируется исследователями как источник накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей [1].

Влияние фактора пирокластического материала на формирование геохимического фона редких элементов-примесей в угольных месторождениях и бассейнах в полной мере не оценено. В настоящей работе приведены данные минералого-геохимических исследований тонштейнов Черногорского месторождения Минусинского бассейна, а также анализ оценки роли пирокластического материала как источника накопления редких и радиоактивных элементов-примесей в углях.

С целью выяснения роли тонштейнов в накоплении ценных элементов-примесей в углях были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли. Всего было изучено 3 тонштейна, один в пласте Великан I (Вел-03-32-2) мощностью 5 см и два в пласте Двухаршинный (Дв-12-02) и (Дв-17-02) мощностью 0,75 и 2,0 см соответственно.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) состав тонштейнов обоих пластов близок к нормативному составу каолинита. Так, содержание Al, Si, K, Mn совпадает или практически совпадает с

составом каолинита, однако наблюдается немного повышенное содержание Mg, Fe в тонштейне (Дв-12-02) и Na, P, Ca, Ti в (Дв-17-02) (табл.) [2].

Таблица

Химический состав тонштейнов по данным РФА

№ проб	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
Дв-12-02	0,08	0,47	22,42	27,99	0,05	0,05	0,13	0,16	0,05	2,05
Дв-17-02	0,31	0,15	31,05	38,95	1,18	0,11	1,51	0,86	<0,01	0,27
Вел-03-32-2	0,09	0,14	19,61	24,62	0,04	0,06	0,10	0,16	0,01	0,53

Тонштейн в пласте Великан существенно обогащен такими элементами как PЗЭ, U, Th, Cr, Hf, Ta, а тонштейны в пласте Двухаршинный обогащены PЗЭ, P, Ti, Sr, Ni, Zr, Ga, Hf, Ta, Zn, U и Th.

Угли, а главным образом зола углей, на контакте с тонштейнами характеризуются аномальными концентрациями этих же элементов. Так, пробы угля на контакте с тонштейном (Вел-03-32-2) обогащены PЗЭ, U, Th, Cr, Hf, Cs, Ta. Содержание некоторых элементов в угле достигает: U – 8,3 г/т, Th – 52,6 г/т, Ta – 2,5 г/т, La – 51,2 г/т (рис. 1).

В углях на контакте с тонштейнами пласта Двухаршинный (Дв-12-02) и (Дв-17-02) наблюдается обогащение PЗЭ, P, Ti, Sr, Zr, Hf, Ta, U и Th. Отдельно можно отметить концентрации: Th – 28,4 г/т, U – 3,9 г/т, La – 64 г/т, Ce – 116 г/т. В золе угля они достигают 440 г/т Th, 60 г/т U, 42 г/т Ta, 240 г/т La и 460 г/т Ce. (рис. 2.).

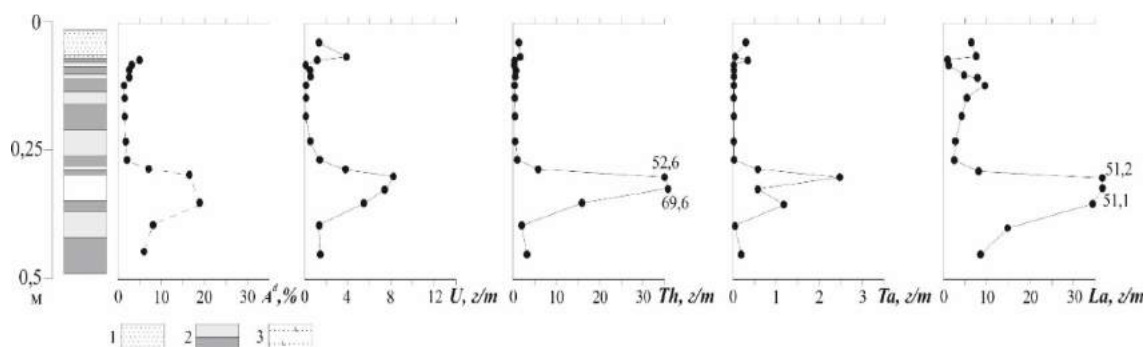


Рис. 1. Распределение U, Th, Ta, La и зольности в углях в вертикальном профиле пласта Великан-I (Минусинский бассейн): 1) песчаник; 2) уголь, интервалы опробования; 3) тонштейн

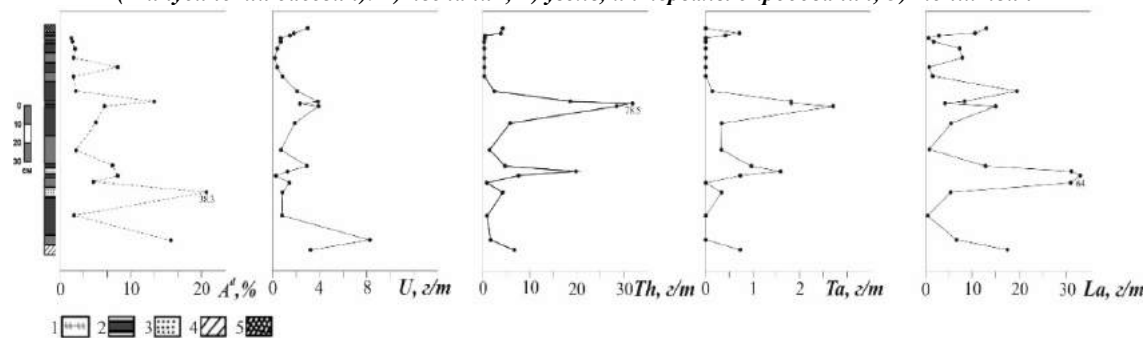


Рис. 2. Распределение U, Th, Ta, La и зольности в углях в вертикальном профиле пласта Двухаршинный (Минусинский бассейн): 1) тонштейн; 2) уголь, интервалы опробования; 3) песчаник; 4) аргиллит; 5) алевролит

Примечательно, что концентрация некоторых элементов в углях притонштейновой зоны выше, чем концентрация в самих тонштейнах. Скорее всего, связано это с разной способностью к миграции различных химических элементов. К тому же наблюдается тенденция снижения концентраций литофильных редких элементов в угле по мере удаления от тонштейнов, что позволяет сделать выводы о непосредственном влиянии пирокластического материала на элементный состав углей (рис. 1, 2) [1].

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Издат. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
2. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В СОСТАВЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ Ву Конг Ханг

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определение вещественного состава пород-коллекторов является сложной задачей. Проблема изучения глинистых пород и составляющих их глинистых минералов в настоящее время становится актуальной в различных направлениях геологических изысканий и разработки нефтяных и газовых месторождений.

Глинистые минералы образуются в результате изменения первичных минералов (полевых шпатов, слюд, хлоритов и т. п.), а также в результате выпадения в виде гелей из коллоидных и истинных растворов. Глинистые минералы групп монтмориллонита, гидрослюд, каолинита и смешанно-слоистые образования являются главными во многих глинистых породах [1]. С учетом преобладающего содержания того или иного глинистого минерала выделяют следующие основные типы глин: каолиновые, гидрослюдистые и монтмориллонитовые [2]. Общими принципами кристаллохимической классификации глинистых минералов, относящихся к подклассу слоистых силикатов, является учет следующих показателей: соотношения числа тетраэдрических и октаэдрических сеток в структурном пакете, характера заполнения октаэдров в октаэдрическом слое, величины и положения заряда в кристаллической решетке [3].

В данной работе для определения минералов пород-коллекторов использовался метод инфракрасной спектроскопии (ИКС) [4]. Методом инфракрасной спектроскопии изучают молекулярные спектры поглощения, испускания и отражения, и определяют минерал по его характеристическому спектру.

Сущность метода ИКС состоит в следующем: инфракрасные лучи проходят через вещество и вызывают возбуждение колебательных уровней молекул. В случае, если частота колебания молекулы совпадает с частотой падающего на образец инфракрасного излучения, то происходит резонансное поглощение энергии и переход с более низкого энергетического уровня на более высокий с образованием полосы поглощения. Совокупность полос, отвечающих переходу молекулы с данного колебательного уровня на соседние, представляет собой колебательный спектр. По значениям волновых чисел, форме, ширине, интенсивности полос поглощения в спектре методом ИКС можно определять структуру, качественный и количественный химический состав вещества [4]. Основой качественного и количественного спектрального анализа является аддитивность ИК-спектров: инфракрасный спектр минеральной смеси является суммой спектров компонентов смеси, а интенсивность полос поглощения в спектре каждого компонента пропорциональна его содержанию в смеси [5].

Целью данной работы является определение глинистых минералов в сложной смеси породы (качественный анализ) методом ИКС.

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» с преобразованием Фурье (FTIR-8400S) в интервале $300...4000\text{ см}^{-1}$ с разрешением $0,001\text{ см}^{-1}$ (FT-IR), с помощью программного обеспечения IRsolution (кафедра геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов ТПУ).

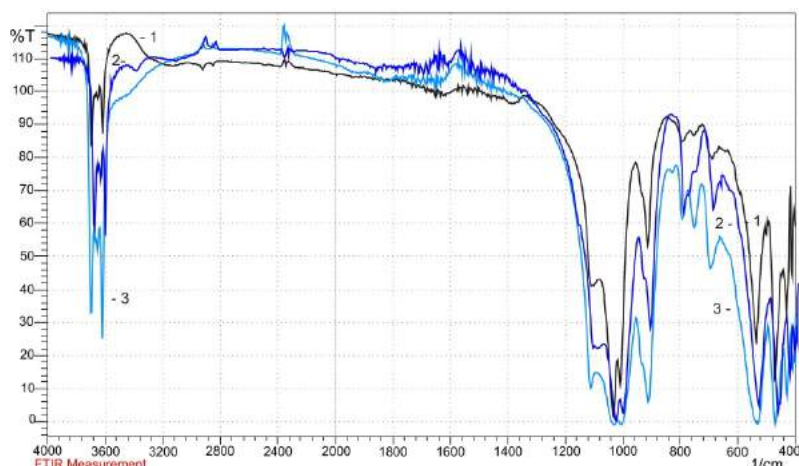


Рис. 1. Обзорные спектры минералов в области $4000...400\text{ см}^{-1}$: 1 – монтмориллонит (учебная коллекция ТПУ), 2 – болюс – Германия, 3 – минерал, определённый как «каолинит» (Красноярский край, месторождение Верхотуровское)

В Красноярском крае на месторождении Верхотуровском минерал, определённый как каолинит, имеет обзорный спектр, который совпадает со спектрами группы монтмориллонита и отличается от спектра каолинита, представленного на рисунке 2. При этом можно сказать, что минерал определённый как каолинит на самом деле нужно диагностировать как монтмориллонит.

Спектры инфракрасного поглощения минералов группы монтмориллонита характеризуются двойным пиком поглощения при $3734...3600\text{ см}^{-1}$, расщеплением пика приблизительно 1032 см^{-1} и тремя слабыми пиками при $920...900\text{ см}^{-1}$, $553...505\text{ см}^{-1}$ и $505...458\text{ см}^{-1}$, которые можно наблюдать в представленных на рисунке 1.

Сходство глинистых минералов в структуре проявляется в ИК-спектрах для области полос поглощения между $3735...3585\text{ см}^{-1}$, $1200...995\text{ см}^{-1}$, $932-898\text{ см}^{-1}$ и $568...421\text{ см}^{-1}$.

Две полосы поглощения $932...898\text{ см}^{-1}$ и $568...421\text{ см}^{-1}$ смещаются в более длинноволновую область с увеличением ионного радиуса катиона в минерале. Это значит, что более длинные межатомные расстояния будут давать более низкие частоты колебаний, то есть большие длины волн. Исследование спектров глинистых минералов показали, что при переходе от одного вещества к другому происходят заметные изменения ИК-спектров для идентификации соединений. Полосы между $3735...3585\text{ см}^{-1}$ и $1200...955\text{ см}^{-1}$ являются наиболее диагностическими и применяются как для качественного, так и для количественного определения минеральной конституции породы.

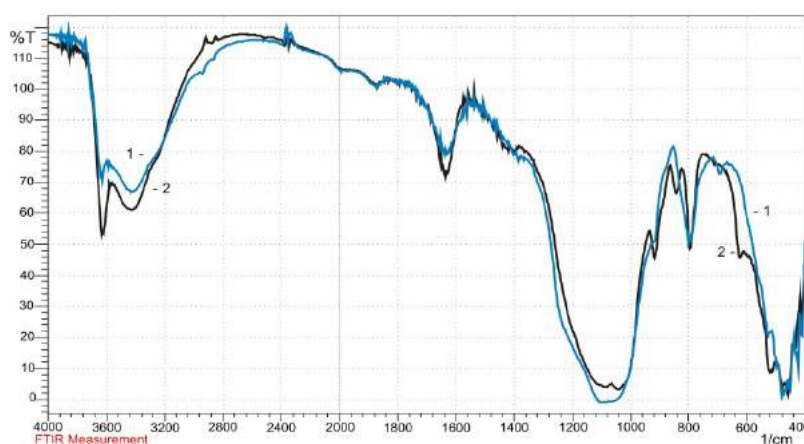


Рис. 2. Обзорный спектр в области $4000...400\text{ см}^{-1}$: 1 – каолинита и 2 – бентонита (Таджикистан)

При исследовании спектров следует отметить, что каолинит и бентонит имеют сходные спектры, представленные на рисунке 2, несмотря на то, что химический состав этих соединений разный. Бентонит – это горная порода, основным породообразующим материалом которой является глинистый минерал монтмориллонит. Качество бентонита зависит от количества и ионной формы монтмориллонита.

Сопоставление ИК-спектров различных модификаций глинистых минералов позволяет выявить и оценить влияние на структуру этих спектров структуры минералов. Например, рассмотрим спектр бентонита. Считаем, что спектр бентонита отличается от спектра монтмориллонита в появлении промежуточных полос поглощения в области $1679...1600\text{ см}^{-1}$, а также в слабом расщеплении пика 1032 см^{-1} , при том, что слабый пик 1105 см^{-1} отсутствует. Следовательно, наибольшее различие между глинистыми минералами наблюдается в области $1200...995\text{ см}^{-1}$ и $3735...3585\text{ см}^{-1}$. Обычно диагностика глинистых минералов производится в области $1200...995\text{ см}^{-1}$, где обнаруживают интенсивные широкие полосы поглощения, и в области $3735...3585\text{ см}^{-1}$, где присутствует двойной пик.

В данной работе при интерпретации спектров получили следующие признаки о диагностике глинистых минералов: полосы для монтмориллонита $3705...3606\text{ см}^{-1}$, для каолинита – $1120...980\text{ см}^{-1}$. Таким образом, с помощью метода ИК-спектроскопии можно качественно определить неизвестные глинистые минералы. В настоящее время с помощью атласов и автоматизированных картотек спектров можно отождествить любые соединения, минерал и вещество, если они раньше были известны и для них получен колебательный спектр [4].

Литература

1. Бурлин Ю.К., Иванов М.К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. Петрофизические методы исследования ядерного материала: Учебное пособие в 2-х книгах. Кн. 1. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. – 112 с.
2. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования): Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1967. – 416 с.
3. Дронова Т.Я., Соколова Т.А., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. – Тула: Гриф и К, 2005. – 366 с.
4. Коровкин М.В.. Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.

5. Скочилов Р.А., Фишман А.И., Иванов А.А., Носков А.И. Определение минерального состава пород методом ИК-спектроскопии // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 10. – С.135–142.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКЦЕССОРНОГО ИЛЬМЕНИТА ГРАНИТОИДОВ ПОЛИФАЗНОГО АЛЕЙСКО-ЗМЕИНОГОРСКОГО КОМПЛЕКСА (СЗ ЧАСТЬ РУДНОГО АЛТАЯ)

К.А. Гаврилова

Научный руководитель доцент К.Л. Новоселов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В северо-западной российской части Рудного Алтая в средне–верхнедевонское время широко проявился гранитоидный магматизм, сформировавший ряд крупных массивов и небольших тел, объединённых в составе единого полифазного алейско-змеиногорского комплекса (D₂₋₃) [3, 4, 5]. Становление гранитоидного комплекса происходило в гомодромной последовательности – от габброидов ранней фазы, плагиогранитов второй, главной, фазы, до лейкогранитов четвертой, заключительной фазы внедрения. Гранитоидный комплекс включает три крупных интрузива – Новониколаевский, Алейский и Устьянский, расположенных в северном окончании Алейского поднятия. Рудный Алтай давно известен как уникальная металлогеническая провинция с запасами редких и благородных металлов, железорудных месторождений [2]. Вопросы геохимической специализации гранитоидных комплексов, их потенциальной рудоносности остаются актуальными в настоящее время.

Цель работы – выявление закономерностей распределения и содержания акцессорного ильменита как главного минерала-носителя и концентратора Ti, особенностей его кристалломорфологии и химического состава в гранитоидах последовательных интрузивных фаз.

Методика исследований включала изучение в протолочках гранитоидов акцессорного ильменита, его диагностика, отбор мономинеральных фракций для количественного подсчёта содержаний и аналитических исследований. Химический состав ильменита определён на электронном сканирующем микроскопе JSM–6510LV (г. Новосибирск, аналитик Хлестов М.В.), и при участии автора – в лаборатории каф. ГРПИ на рентгено-флюоресцентном микроскопе (XGT-7200, аналитик к.г.-м.н. Рудмин М.А.). С целью определения коэффициентов титанности, марганцевистости, концентрации Ti относительно кларка использованы методы петрохимических пересчётов, для вычисления температур кристаллизации использованы формулы Г.М. Беляева и В.А. Рудника [1].

Результаты исследований

Изучением кристалломорфологических особенностей акцессорного ильменита выделено две его формы: кристаллогранные, толстотаблитчатые с отчётливыми гранями ромбоэдров размером 0,3...0,5 мм и уплощенные зёрна, лишённые кристаллогранных очертаний с пористой микроямчатой поверхностью. Хорошо огранённые кристаллы преимущественно распространены в плагиограните главной фазы, в лейкограните заключительной фазы зёрна ильменита обычно лишены граничных форм.

Таблица

Химический состав акцессорного ильменита гранитоидов алейско-змеиногорского комплекса, мас. %

№№	TiO ₂	FeO	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	V ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	Cr ₂ O ₃	ZnO	Сумма
Плагиограниты главной фазы												
1.	50,36	39,42	11,72	0,47	–	–	–	–	–	–	–	101,97
2.	49,67	47,73	3,06	–	–	–	–	–	–	–	–	100,46
3.	50,38	45,75	4,74	–	–	–	–	–	–	–	–	100,87
4.	49,94	41,23	8,95	–	–	–	–	–	–	–	–	100,12
5.	54,06	42,39	4,56	–	–	–	–	–	–	–	–	101,01
6.	52,06	38,7	4,3	0,34	–	0,5	0,48	–	–	–	–	96,38
7.	52,38	41,26	5,27	–	–	0,31	–	–	–	–	–	99,22
8.	51,44	37,69	7,53	–	–	0,35	0,43	–	–	–	–	97,44
Лейкограниты заключительной фазы												
9.	51,63	37,67	12,19	–	–	–	–	–	–	–	–	101,49
10.	51,34	32,79	13,96	–	–	–	–	–	–	–	–	98,09
11.	49,62	47,65	3,54	–	–	–	–	–	–	–	–	100,81
12.	49,56	44,46	3,78	–	–	–	–	–	–	–	–	97,8
13.	43,77	43,96	0,39	1,13	0,85	–	–	–	–	–	–	90,1
14.	47,27	37,03	2,49	3,42	1,13	–	–	–	–	–	–	91,34
15.	51,19	40,19	8,33	–	–	–	0,033	0,079	0,042	0,045	–	99,91
16.	51,01	27,39	16,89	–	–	0,29	–	–	–	–	3,85	99,43

Примечание: 1) прочерк – элемент не установлен; 2) порядковые номера анализов в таблице соответствуют номерам кристаллохимических формул, приведённых ниже.

1. $(\text{Fe}_{0,826}\text{Mn}_{0,249})_{1,075}(\text{Ti}_{0,95}\text{Si}_{0,011})_{0,961}\text{O}_3$
2. $(\text{Fe}_{1,021}\text{Mn}_{0,066})_{1,087}\text{Ti}_{0,956}\text{O}_3$
3. $(\text{Fe}_{0,973}\text{Mn}_{0,102})_{1,075}\text{Ti}_{0,962}\text{O}_3$
4. $(\text{Fe}_{0,883}\text{Mn}_{0,193})_{1,076}\text{Ti}_{0,961}\text{O}_3$
5. $(\text{Fe}_{0,881}\text{Mn}_{0,0958})_{0,9768}\text{Ti}_{1,011}\text{O}_3$
6. $(\text{Fe}_{0,832}\text{Mn}_{0,094}\text{Ca}_{0,013})_{0,939}(\text{Ti}_{1,01}\text{Si}_{0,0118}\text{V}_{0,010})_{1,032}\text{O}_3$
7. $(\text{Fe}_{0,884}\text{Mn}_{0,113})_{0,997}(\text{Ti}_{0,995}\text{V}_{0,007})_{1,002}\text{O}_3$
8. $(\text{Fe}_{0,812}\text{Mn}_{0,164}\text{Ca}_{0,001})_{0,977}(\text{Ti}_{0,997}\text{V}_{0,012})_{1,009}\text{O}_3$
9. $(\text{Fe}_{0,804}\text{Mn}_{0,252})_{1,056}\text{Ti}_{0,971}\text{O}_3$
10. $(\text{Fe}_{1,123}\text{Mn}_{0,245})_{1,368}\text{Ti}_{0,815}\text{O}_3$
11. $(\text{Fe}_{1,023}\text{Mn}_{0,059})_{1,082}\text{Ti}_{0,958}\text{O}_3$
12. $(\text{Fe}_{0,939}\text{Mn}_{0,063})_{1,002}\text{Ti}_{0,998}\text{O}_3$
13. $(\text{Fe}_{0,958}\text{Mn}_{0,055})_{1,013}(\text{Ti}_{0,88}\text{Si}_{0,062}\text{Al}_{0,067})_{1,009}\text{O}_3$
14. $(\text{Fe}_{0,639}\text{Mn}_{0,108})_{0,747}(\text{Ti}_{0,941}\text{Si}_{0,159}\text{Al}_{0,033})_{1,133}\text{O}_3$
15. $(\text{Fe}_{0,854}\text{Mn}_{0,179}\text{Na}_{0,003}\text{Ca}_{0,001}\text{Mg}_{0,001})_{1,038}(\text{Ti}_{0,98}\text{Cr}_{0,001})_{0,981}\text{O}_3$
16. $(\text{Fe}_{0,591}\text{Mn}_{0,369}\text{Zn}_{0,083})_{1,043}(\text{Ti}_{0,973}\text{V}_{0,006})_{0,979}\text{O}_3$

Содержание ильменита по площади массива в гранитоидах варьирует в широких пределах – от 29,5 до 94 г/т. Существенно обеднены ильменитом лейкоплагиограниты 3 фазы, в которых его содержание не превышает 7 г/т. Количество ильменита в породах хорошо согласуется с вычисленными коэффициентами титанистости пород и концентрации Ti относительно кларка, значения которых также резко понижаются в лейкогранитах 3 фазы.

В химическом составе ильменита постоянно присутствует примесь Mn, количество которого возрастает в ильмените лейкогранита заключительной фазы. Содержание пиррофанитового минала (MnTiO_3) в плагиограните главной фазы варьирует от 6,5 до 24,7%, в лейкограните заключительной фазы – возрастает до 36,7%. Из других элементов-примесей постоянно присутствуют Si, Ca, V, в ильмените лейкогранита заключительной фазы появляются примеси Al, Mg, Zn, Cr, а также Na, не характерные для ильменитов пород главной фазы (табл.).

Выводы

В результате изучения акцессорного ильменита в гранитоидах полифазного алейско-змеиногорского комплекса представляется возможным отметить следующие его типоморфные особенности.

1. Наибольшими содержаниями ильменита характеризуется плагиогранит главной фазы и лейкогранит заключительной.
2. Кристаллогранные формы ильменита типичны для плагиогранитов главной фазы.
3. В составе ильменита постоянно присутствует пиррофанитовая молекула, количество которой возрастает в ильмените лейкогранита заключительной фазы.
4. Примесь ванадия наиболее типична для ильменита плагиогранитов главной фазы. Ильменит лейкогранита заключительной фазы содержит варьирующие и повышенные концентрации Si, Al, появляются примеси Cr, Zn, Mg, Na.
5. Таким образом, типоморфные особенности ильменита – кристалломорфология, химический состав, концентрации и набор примесных элементов могут служить дополнительными критериями в решении вопросов потенциальной рудоносности гранитоидов.

Литература

1. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород: Справочное пособие. – М.: Недра, 1985. – С. 205 – 212.
2. Кузубный В.С. Магматические формации Юго-Западного Алтая и их металлогения. – Алма-Ата, Наука КазССР, 1975. – 342 с.
3. Новоселов К.Л., Туркин Ю.А. Типоморфизм акцессорного титаномагнетита девонских гранитоидов северо-западной части Рудного Алтая // Известия ТПУ. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 5–14.
4. Туркин Ю.А. Тоналит-плагиогранит-лейкогранитовая формация Рудного Алтая // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2009. – № 2. – С. 70 – 79.
5. Туркин Ю.А., Новоселов К.Л. Петролого-геохимические особенности девонских гранитоидов северо-западной части Рудного Алтая // Известия ТПУ. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 5 – 15.

УГЛЕРОДНОЕ ВЕЩЕСТВО В СЛАНЦАХ НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

О. В. Гракова, Н. С. Уляшева

Научный руководитель ведущий научный сотрудник лаборатории региональной геологии,
Ю.И. Пыстина*Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской
академии наук, г. Сыктывкар, Россия*

Черные или углеродистые сланцы в древних толщах характеризуются повышенными содержаниями благородных металлов, редких, рассеянных элементов. Углеродное вещество оказывает существенное влияние на формирование, перенос и накопление рудных компонентов в породах черносланцевого типа и его изучение представляет большой практический интерес.

Нами исследованы углеродистые сланцы няровейской серии среднерифейского возраста Центрально-Уральской зоны Полярного Урала вдоль руч. Няршор и Графитовый, а также по безымянным притокам р. Ингилорьган. Они залегают в виде пластов и тонкоплитчатых образований мощностью до 2 м среди клинозоизит-хлорит-мусковит-кварцевых, хлорит-мусковит-кварцевых и альбит-мусковит-хлорит-кварцевых пород и представлены метасаммитами и метапелитами [8]. По данным В. А. Душина [5] углеродистые сланцы няровейской серии имеют надкларковые содержания серебра, цинка, свинца, ванадия, фосфора, платиноидов и др.

Целью данной работы является петрографическое изучение черных сланцев няровейской серии и установление формы проявления углеродного вещества в них.

Минеральный состав, структурные и текстурные особенности черных сланцев изучались на поляризационном микроскопе, а углеродное вещество исследовалось с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) (аналитик С.И. Исаенко) в ЦКП «Геонаука» (ИГ КОМИ НЦ УрО РАН).

Петрографическое описание пород позволило установить, что практически все черные сланцы представлены хлорит-мусковит-кварцевыми и мусковит-кварцевыми разновидностями. Содержания углеродного вещества варьирует от 2 до 15 %, мусковита от 10 до 20 %, хлорита (0...10 %), кварца от 60 до 80 %. Углеродное вещество распределено в породах в виде полос и прослоев мощностью от 0.02 мм до 0.1 мм, а также в виде изометричных и струевидных обособлений, линз. Встречаются участки пород мощностью до 2 мм, где углеродное вещество практически отсутствует. Нередко хлорит и мусковит приурочены к углеродистым прослоям и отделяются от полос, обогащенных кварцем. Местами порода милонитизирована, в результате чего кварц превращается в тонкозернистый материал, а углеродное вещество и мусковит сминаются в мелкие складочки. Структура пород лепидогранобластовая, текстура сланцеватая, полосчатая, местами плейчатая.

По данным романовской спектроскопии графитовые частицы в исследуемых образцах (рис.) характеризуются присутствием основной полосы G графита 1569...1586 см^{-1} (табл.). Ширина на половине высоты полосы G (FWHM) колеблется в пределах 21...43 см^{-1} . Полоса D1 имеет значение 1324...1337 см^{-1} . Присутствие полосы D2 – 1618 см^{-1} может указывать на проявление внутрислоевых дефектов в углеродном веществе из-за присутствия гетероатомов, включая O, H, N, и повышением степени структурного упорядочения вещества при графитизации [4]. Размер кристаллитов La [7] составляет 4...9 нм, следовательно, можно сделать вывод, что углеродное вещество представлено нанокристаллическим графитом по классификации [2]. По [3] изученные образцы, с характерными пиками полос G и D1, по их полуширине и соотношению интегральных интенсивностей сопоставимы с графитом зеленосланцевой фации метаморфизма.

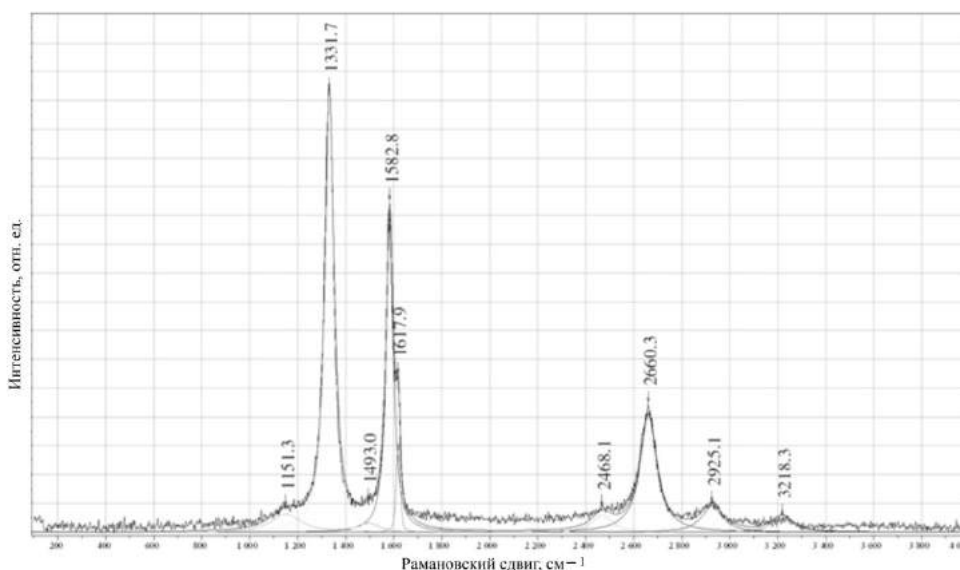


Рисунок. Типичный рамановский спектр графита в сланцах няровейской серии

Таблица

Параметры, полученные из разложения романовских спектров УВ в сланцах няровейской серии, размеры кристаллитов La, результаты расчета R2 и температуры образования

№ образца	№ спектра	G см ⁻¹	FWHM _G , см ⁻¹	D1, см ⁻¹	D2, см ⁻¹	L _a , нм	R2	T, °C
H-4-26	1	1583	36	1332	1618	6	0.29	510
	2	1582	27	1333	1618	6	0.29	510
	3	1583	34	1332	1618	5	0.29	510
H-4-27	1	1581	27	1335	1619	9	0.29	510
	2	1582	31	1334	1618	7	0.29	510
H-4-31	1	1580	21	1333	1608	4	0.29	510
H-4-53	1	1583	29	1334	1618	6	0.29	510
	2	1583	29	1335	1618	6	0.29	510
H-4-55	1	1582	36	1334	1619	6	0.29	510
	2	1569	33	1324	1604	7	0.29	510
	3	1579	34	1337	1611	7	0.30	515
	4	1582	32	1333	1618	5	0.29	510
H-7-22	1	1584	39	1334	1617	5	0.29	510
	2	1586	43	1333	1616	5	0.29	510

На основе величины $R2 = D1/(G + D1 + D2)$, используя геотермометр максимальных температурных условий графитизации, достигнутых при региональном метаморфизме, можно оценить температуру с точностью до $\pm 50^\circ\text{C}$ в диапазоне $330...650^\circ\text{C}$ [1]. С помощью величины $R2 = D1/(G + D1 + D2)$, которая соответствует отношению интегральных интенсивностей соответствующих романовских полос (площадей пиков) в спектрах в области первого порядка ($1100...1800\text{ см}^{-1}$), также можно оценить и степень организации углеродного вещества [4]. В углеродистых сланцах няровейской серии рассчитанная величина R2 составляет $0.29...0.30$ (табл.), что характеризует низкую степень упорядоченности углеродного вещества [1, 6]. По романовскому термометру: $T^\circ\text{C} = -445 \cdot R2 + 641$ [1] рассчитана возможная температура образования углеродного вещества в углеродистых сланцах няровейской серии, она составляет около $500 \pm 50^\circ\text{C}$ (табл.).

В результате проведенных исследований было установлено, что черные сланцы няровейской серии Полярного Урала представлены хлорит-мусковит-кварцевыми и мусковит-кварцевыми разновидностями. Углеродное вещество в сланцах представлено нанокристаллическим графитом, средние значения температур его образования, рассчитанные по романовскому термометру, составили около 500°C . Образование углеродного вещества проходило в стабильных условиях ($R2 < 0.5$).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол_а, а также при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 15-18-5-17.

Литература

1. Beysac O., Goffe B., Chopin C. and Rouzaud J. D. Roman spectra of carbonaceous material in metasediments: a new geothermometer // *J. Metamorph. Geol.* – 2002. – V. 20. – № 9. – P. 859–871.
2. Ferrari A. C., Robertson J. Roman spectroscopy of amorphous, nanostructured, diamond-like carbon, and nanodiamond // *Phil. Trans. Roy. Soc. London. A.* – 2004. – V. 362. – P. 2477–2512.
3. Wopenka B., Pasteris J. D. Structural characterization of kerogens to granulite-facies graphite: Applicability of Roman microprobe spectroscopy // *Amer. Mineral.* – 1993. – V. 78. – P. 533–557.
4. Данилова Ю. В., Исаенко С. И., Шумилова Т. Г. Оценка условий флюидогенной углеродизации // *Доклады РАН.* – 2015. – Т. 463. – № 4. – С. 446–450.
5. Душин В. А., Сердюкова О. П., Малюгин А. А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Листы Q-42-1, II. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – 340 с.
6. Ковальчук Н. С., Исаенко С. И. Углеродное вещество в метаморфических сланцах пуйвинской свиты (Приполярный Урал) // *Материалы 24-ой научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента».* – Сыктывкар, 2015. – С. 93–95.
7. Уляшев В. В., Исаенко С. И. Структурное преобразование шунгита при импульсном лазерном воздействии // *Материалы 24-ой научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента».* – Сыктывкар, 2015. – С. 157–160.
8. Уляшева Н. С. Геохимические особенности метабазитов няровейской серии Харбейского выступа (Полярный Урал) // *Вопросы естествознания (Иркутский государственный университет путей сообщения).* – 2015. – № 4. – С. 132–134.

ИНАГЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ХРОМДИОПСИДА

С.Д. Гунько, У.С. Усольцева

Научный руководитель доцент Л.Г. Ананьева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди разновидностей камнесамоцветного сырья, которые используются в качестве ювелирного камня, хромдиопсид не является особенно распространенным самоцветом. Однако за свои качественные характеристики он получил названия «Сибирский изумруд» или «Якутский изумруд». Такие заслуженные названия камень получил не только за его насыщенный глубокий зеленый цвет, но и благодаря тому, что впервые такая ювелирная разновидность диопсида была открыта в Якутии, на реке Инагли (поэтому минерал получил еще одно название инаглит), правом притоке Алдана. Первооткрывателем месторождения стал А.М. Корчагин в 1968 году. А.М. Корчагиным впервые была дана минералогическая характеристика хромдиопсида Инаглинского массива, приведены оптические свойства и данные химического анализа, а также фотографии, сделанные под электронным микроскопом [1]. Необходимо отметить, что хромдиопсид известен как породообразующий минерал и встречается во многих месторождениях мира. Его проявления были встречены в Финляндии, ЮАР, Мьянме, Швейцарии, Кении, Чехии, Мексике, Мадагаскаре и других странах [5, 6]. В перечисленных странах хромдиопсид в незначительных количествах добывается попутно, однако крупные скопления этого самоцвета отмечены только на Инаглинском месторождении.

Целью работы было изучение минералогического состава метасоматитов диопсид-ортоклаз-вермикулитового состава, вмещающих ювелирный хромдиопсид, а также исследование химического состава и флюидных включений хромдиопсида. Исследование проводилось на базе кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Месторождение ювелирного хромдиопсида приурочено к одноименному Инаглинскому массиву ультраосновных-щелочных пород, который относится к кольцевым интрузиям центрального типа, площадь которого занимает около 20 кв. км. В строении массива принимают участие дуниты, щелочные габброиды, пуласкиты, сиенит-порфиры и разнообразные жильные образования. Среди дунитов залегают амфибол-полевошпатовые и непосредственно крупно и гигантозернистые диопсидсодержащие жильные образования. По данным А.М. Корчагина, Г.П. Пацкевича диопсидсодержащие породы древнее амфибол-полевошпатовых жил. Амфибол-полевошпатовые породы представлены ортоклазом и арфведсонитом, в качестве вторичных минералов по ортоклазу развивается натролит, частично ортоклаз замещен альбитом и пелитизирован, амфибол частично замещен хлоритом. Диопсидсодержащие породы разделяются на диопсид-ортоклазовые, мономинеральные диопсидовые и диопсид-ортоклаз-вермикулитовые, все они относятся к одной возрастной группе и связаны между собой постепенными переходами. При этом диопсид-ортоклазовые и диопсидовые породы отнесены исследователями к пегматитам, а диопсид-ортоклаз-вермикулитовые к метасоматитам [3]. Минеральный состав характеризует зональность диопсидсодержащих жил.

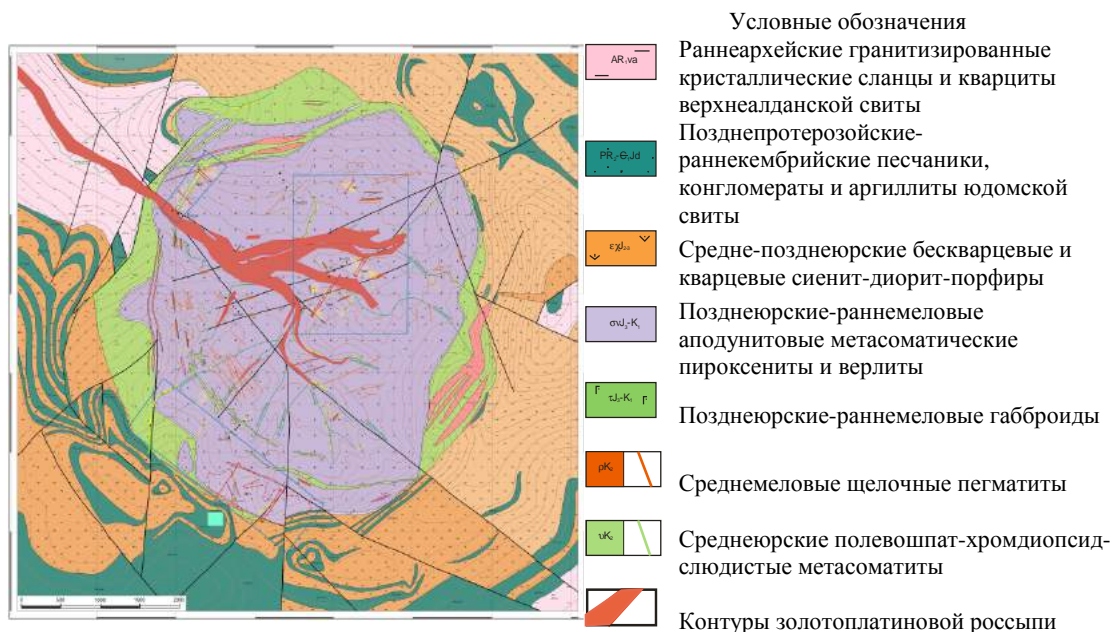


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Инаглинского магматического массива
Масштаб 1:10 000

(Составлена Г.Ю. Боярко по материалам А.М. Корчагина и др.)

Во всех телах диопсид представлен хромдиопсидом с различным содержанием окиси хрома. В то же время пегматиты разного состава не представляют интереса с точки зрения перспективности на ювелирный хромдиопсид.

Единственным источником ювелирного хромдиопсида являются метасоматиты, по составу отвечающие диопсид-ортоклаз-вермикулитовым. Такие метасоматиты представлены сложными по форме и строению жильными телами, разбитыми разноориентированными трещинами, с частыми коленообразными изгибами, изменением мощности при изменении простирания. В местах интенсивной трещиноватости в отдельных блоках проявляется брекчирование пород с образованием своеобразной пятнистой текстуры, получивших название «леопардиты». Это породы, сложенные темными обломками дунита, сцементированными хромдиопсидом [4].

Состав диопсид-ортоклаз-вермикулитовых метасоматических жил неравномерен, мономинеральные диопсидовые зоны сменяются зонами с полевыми шпатами и вермикулитом. В их составе среднее содержание диопсида не превышает 10...20 %, ортоклаза – 10...30 % и вермикулита – 70 %. Ортоклаз часто пелитизирован и замещен альбитом. В качестве аксессуаров встречаются апатит и редкие кристаллы циркона. Кристаллы диопсида достигают 15...20 см в поперечнике. Структура породы гипидиоморфнозернистая, крупно- и гигантозернистая. Диопсид имеет цвет от желтовато-зеленого до темно-зеленого с высокой степенью прозрачности (рис. 2).

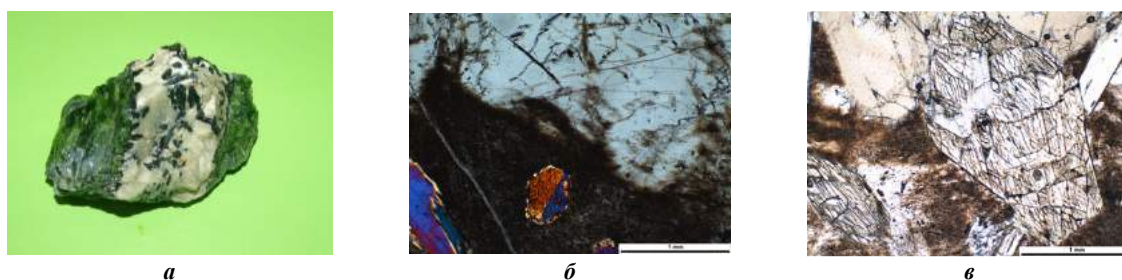
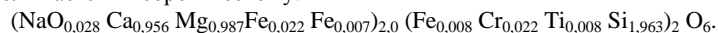


Рис. 2. Прожилки пегматита амфибол-полевошпатового состава с контактной оторочкой хромдиопсида (а); включение сдвойникового кристалла арфведсонита в пелитизированном ортоклазе, с анализатором (б); фрагмент кристалла арфведсонита с включением зерна апатита в матрице пелитизированного ортоклаза, без анализатора (в)

Исследование химического состава хромдиопсида проводилось с применением рентгено-флуоресцентного микроскопа XGT-7200 (аналитик М.А. Рудмин). Средний состав темноокрашенного ювелирного диопсида приближается к теоретическому:



При этом при увеличении содержания Fe и уменьшении содержания Cr окраска меняется, – от темно-зеленой до желтовато-зеленой.

Использование хромдиопсида как ювелирного камня пока весьма ограничено. По характеру своих физических свойств этот самоцвет уступает таким известным ювелирным прозрачным зеленым камням как, в первую очередь, изумруд, а также турмалин (верделит), хризолит и некоторые разновидности гранатов. К ухудшающим свойствам относятся его невысокая твердость, хрупкость и трещиноватость. Бездефектные участки хромдиопсида Инаглинского месторождения составляют от первых мм до 3 см [4]. Тем не менее, учитывая запасы этого кристаллосырья на месторождении, красоту камня и относительно невысокую его стоимость можно предположить, что самоцвет займет достойную позицию в ряду зеленых самоцветов.

Литература

1. В.Г. Гадиятов, В.К. Маршинцев Цветные камни Якутии и их месторождения. – Екатеринбург, 2000. – 324 с.
2. В.Г. Гадиятов Хромдиопсид месторождения Инагли // Геммология: Сборник статей. – Томск: Томский ЦНТИ, 2011. – 92 с.
3. Пацкевич Г.П. Инаглинское месторождение ювелирного хромдиопсида. – Драгоценные и цветные камни. – М.: Наука, 1980. – С. 146–157.
4. Корчагин А.М. Инаглинский плутон и его полезные ископаемые. – М.: Недра, 1996. – 157 с.
5. <http://pro-kamni.ru/xromdiopsid>.
6. http://prevesti.ru/public_stone/197.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ МЕТОДАМИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО МИКРОАНАЛИЗА

Т.Ф.Т. Данг

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема определения вещественного состава пород-коллекторов является актуальной для решения задач нефтяной геологии. Глинистые минералы участвуют почти во всех процессах, приводящих к образованию нефти и формированию ее залежей. Глинистые минералы образуются в результате изменения первичных минералов (полевых шпатов, слюд, хлоритов и т. п.), а также в результате выпадения в виде гелей из коллоидных и химических растворов. При их каталитическом действии происходит образование нефтяных углеводородов из захороненного в нефтематеринских отложениях органического вещества.

Поведение глинистых минералов в порах коллектора и их влияние на фильтрационные и ёмкостные свойства пород определяются также минеральным составом глинистых минералов.

Каталитическая активность минералов, образующих поровое пространство коллекторов, тем выше, чем их обменная емкость. Чем более мелкозерниста порода, тем выше ее каталитическое воздействие. Каталитическое воздействие коллекторских пород на преобразование нефтяных углеводородов неизмеримо возрастает, когда поровое пространство их сцементировано глинистыми минералами. По степени каталитической активности глинистые минералы располагаются по ряду: монтмориллонит – дегидратированные гидрослюды – гидрослюды и каолинит [1].

Определение вещественного состава пород-коллекторов является сложной задачей. Изучение глинистых минералов и определение их состава является одной из важнейших проблем в геологических изысканиях и разработки месторождений.

В данной работе для определения минералов пород-коллекторов рассмотрим наиболее подходящие физико-химические и физические методы исследования осадочных пород: электронную микроскопию – метод исследования микроструктуры тел при увеличении до многих сотен тысяч раз. Для получения увеличенного изображения используется пучок электронов.

Проведен эксперимент, чтобы определить неизвестный глинистый минерал в представленном образце. Исследование проводилось на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N. Пробы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов. Пучок энергетических электронов (20 кэВ) фокусируется на поверхности приготовленного образца минерала. Этот образец должен быть маленьким – диаметром не более 0,5...1 см.

При соударении с образцом некоторые бомбардирующие электроны отражаются от тонкого поверхностного слоя глубиной около 1 мкм, почти аналогично отражаемому поверхностью видимому свету. Такие электроны обратного рассеяния (BSE) легко определяются и используются для получения топографии поверхности образца.

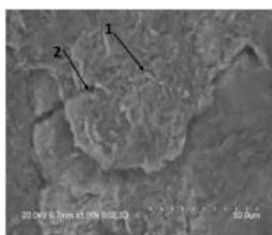


Рис. 1. СЭМ – фотография образца глинистого минерала (увеличение $\times 1000$)

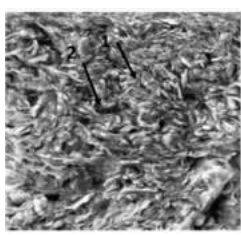


Рис. 2. СЭМ – фотография образца морского глинистого минерала с матричной микроструктурой (увеличение $\times 1000$) [2]

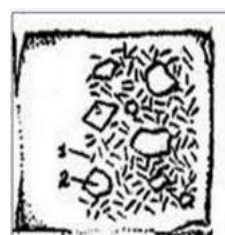


Рис. 3. Матричная микроструктура глинистого минерала: 1 – неориентированные глинистые частицы (матрица), 2 – частицы песчаника [2]

С увеличением в 1000 раз методом СЭМ можно увидеть особенную микроструктуру этого образца – матричную микроструктуру (рис. 1). На рисунке 2 показана глина с текуче-пластичной консистенцией, которая трансформируется в более плотную пластичную глину с матричной микроструктурой (рис. 3). Она характеризуется присутствием сплошной неориентированной глинистой массы (матрицы), в которой содержатся беспорядочно расположенные пылевидные песчаные зерна, не контактирующие между собой. Как правило, глинистые породы с матричной микроструктурой (например, ледниковые отложения — плотные моренные суглинки), имеют достаточную прочность [2].

При увеличении масштаба до 1500 раз получена четкая фотография поверхностной структуры (рис. 4). По сравнению с представленными образцами можно увидеть, что структура нашего исследуемого образца совпадает со структурой монтмориллонита (рис. 5). Следовательно, можно сделать вывод, что данной образец глинистого минерала является монтмориллонитом.

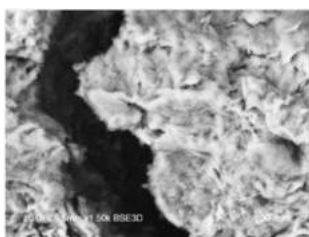


Рис. 4. СЭМ – фотография образца глинистого минерала (увеличение x 1500)

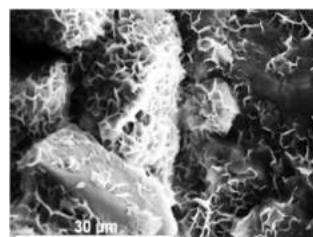


Рис. 5. Фотография монтмориллонита [3]

Проведен эксперимент, чтобы определить состав смеси глинистых минералов. Исследование проводилось на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на рентгеноструктурном микроанализаторе (РСМА). Сначала необходимо подготовить образцы для анализа. Образец измельчают до мелкого порошка. Пучок высокоэнергетических электронов (30 кэВ) фокусируется на поверхности приготовленного образца минерала, рассеивается кристаллографическими плоскостями {hkl}, что приводит к появлению дифракционной картины, которая регистрируется в виде дифрактограмм.

На рентгеновской дифрактограмме образца присутствуют рефлексы каолинита $-Al_2Si_2O_5(OH)_4$, монтмориллонита $-(Ca,Na)_{0,3}Al_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot H_2O$, хлорита $-(Mg,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$ и кварца $-(SiO_2)$ и их интенсивность, которая отражает их количественное содержание (рис. 6, 7).

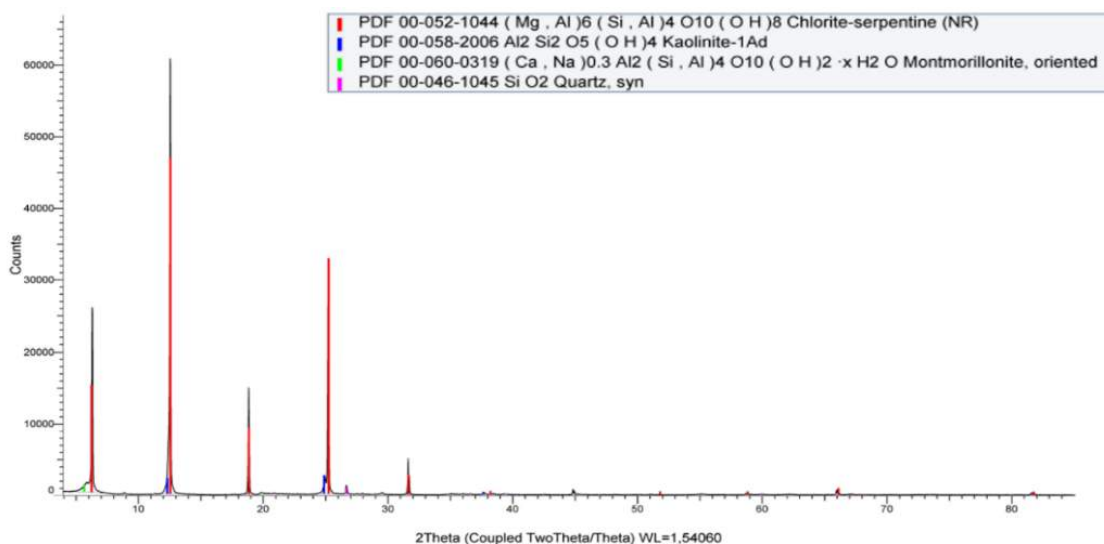
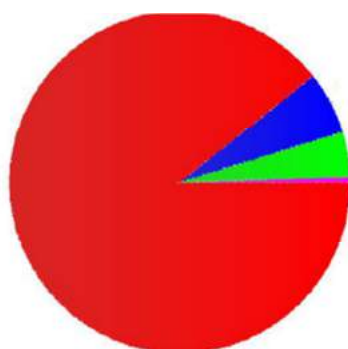


Рис. 6. Дифрактограмма образца, полученная методом РСМА



Icon	Compound Name	S-Q
	Kaolinite-1Ad	5,9%
	Quartz, syn	0,5%
	Montmorillonite, oriented	4,3%
	Chlorite-serpentine (NR)	89,3%

Рис. 7. Состав глинистых минералов в данной смеси

Кроме этих методов, для определения глинистых минералов также рекомендуется использование других современных методов исследования [4].

Литература

1. Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 232 с.
2. Сергеев Е.Н. Введение в электронную микроскопию минералов. – М.: Издательство Московского университета, 1977. – 144 с.
3. Mineralogical society. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minersoc.org/gallery.php?id=2>, свободный.
4. Карпова Н.Н., Коровкин М.В. Определение вещественного состава карбонатных пород-коллекторов методом инфракрасной спектроскопии // Проблемы геологии и освоения недр. 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 ТПУ, 2013. – С. 112–114.

**НЕОДНОРОДНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА УРОЛИТА
КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВИЙ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ****М.И. Джумашев, А.С. Капанов**

Научный руководитель доцент А.К. Полиенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышенный интерес исследователей к изучению патогенных биоминеральных образований в организме человека отмечен в последние тридцать лет. Одними из таких образований являются уролиты (мочевые камни), формирующиеся в мочевыделительной системе человека и являющиеся основной причиной весьма распространённого заболевания – мочекаменной болезни. В качестве одной из причин образования уролитов исследователи отмечают экологическое состояние среды обитания. Особенное внимание уделяется характеру распределения химических элементов в структуре уролитов. Изучение химического и биохимического состава уролитов, а также структурных особенностей их строения и, в частности, ритмической зональности отмечено в ряде работ [1–4]. Полученная информация имеет большое значение для понимания онтогенеза уролитов.

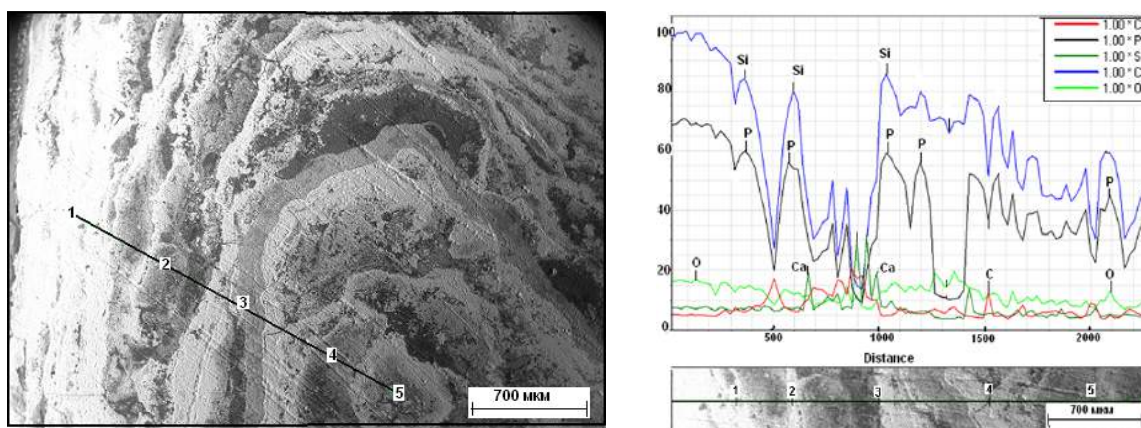
Целью научных исследований, некоторые результаты которых приводятся в настоящей статье, является изучение особенностей распространения химических элементов в структуре уролитов.

Для выполнения поставленной задачи в качестве объекта исследований использованы уролиты, полученные в результате удаления их из мочевой системы пациентов в урологическом отделении одной из городских больниц города Томска. Изучение уролитов проведено по комплексной методике, которая предполагает несколько этапов исследования. Вначале на бинокулярном микроскопе исследовалась морфология поверхности каждого уролита, изучался их минеральный состав, текстурно-структурные особенности, а затем были изготовлены шлифы. В шлифах уточнялся минеральный состав и характер взаимоотношений между отдельными зёрнами. Следующий этап исследований заключался в изучении распределения химических элементов в структуре уролитов. Эта работа выполнена с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Hitachi S-3400N с энерго-дисперсионной приставкой (ЭДС) Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Микроскоп располагается в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного исследовательского научно-образовательного центра (МИНОЦ) кафедры геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) Института природных ресурсов ТПУ. Съёмка (исследование) каждого шлифа осуществлялась в режиме обратно рассеянных электронов при низком вакууме ($p = 30 \dots 40$ Па).

При исследовании шлифов были использованы следующие возможности сканирующего электронного микроскопа HITACHI S-3400N: определение наличия и содержания химических элементов в точках по профилю (линии); изучение распределения химических элементов по площади (в плоскости среза исследуемого объекта); представление информации в виде графического материала (содержание элементов).

Исследования с использованием названного выше оборудования выполнены нами впервые с получением данных, позволяющих сделать важные научные выводы о распределении отдельных химических элементов в структуре уролитов.

Для исследования выбран один из шлифов уролита G-4-2, предварительно изученный на поляризационно-оптическом микроскопе. Состав уролита сложный, в нём отмечены минералы фосфатного состава (карбонат-апатит), оксалаты кальция (производные щавелевой кислоты), а также в значительных количествах органическое вещество. Границы между структурными зонами выражены нечётко, однако присутствуют признаки, по которым можно наметить определённые точки для изучения характера распределения химических элементов.



а **б**
 Рисунок. Профиль в шлифе уролита G-4-2 (по направлению от периферии к центру) (а); распределение химических элементов (углерода, фосфора, кремния, кальция, кислорода) по профилю (б)

В исследуемом шлифе был намечен профиль (рис. а) по направлению от периферии к центру. Точки на профиле шлифа выбраны по некоторым характерным структурным признакам: на границах отдельных зон (нечётко выраженных), а также в центре уролита. В результате сканирования по профилю получен спектр элементов (рис. б) в выделенных характерных точках. На рисунке выражены пики, характеризующие присутствие и содержание элементов. Наиболее выразительные пики соответствуют содержанию кремния, затем по убыванию содержания следует пик, принадлежащий фосфору. Кислород, кальций и углерод отмечены менее выраженными пиками.

Таблица

Содержание элементов в шлифе (наблюдения по 5 точкам)

Элементы	Точки наблюдения				
	1	2	3	4	5
Содержание, мас. %					
C	4,6	6,2	5,3	17,4	6,41
O	18,2	16,3	16,1	11,1	12,2
Na	*	*	*	*	*
Ca	*	12,5	13,0	*	*
Mg	*	*	*	*	*
Al	*	*	*	*	*
Si	81,7	79,8	82,1	*	*
P	60,0	55,5	58,6	51,7	43,2
K	11,1	19,1	3,4	12,4	*

*ниже предела определения

Таким образом, нами были получены данные, свидетельствующие о неоднородном распределении химических элементов в структуре уролита. Преобладают элементы следующих групп периодической системы Д.И. Менделеева: I – Na, Ca, K; IV – C, Si; VI – O, S. Причина неоднородности в распределении элементов в структуре уролита заключается в периодическом изменении параметров среды минералообразования. В структуре уролита выделяются зоны, границы между которыми подчеркнуты выраженным преобладанием органического вещества по отношению к минеральному. Отмечено чередование зон, сложных по химическому составу и имеющих большие мощности по сравнению с относительно менее мощными зонами (преимущественно кальциевого состава). Содержание кальция в таких зонах возрастает при заметном снижении содержания углерода.

Взаимоотношение между соседними зонами закономерно и указывает на то, что в строении уролитов отчётливо выделяются ритмы. Ритмичность строения уролитов является главным и важным признаком, характеризующим процессы зарождения, роста и изменений органо-минеральных образований, к которым относятся уролиты.

Наблюдаются весьма существенные различия в содержании элементов как на границах между ритмами, так и в плоскости шлифа. Наибольшее содержание характерно для кислорода (среднее содержание 34,65 мас. %), азота (среднее содержание 12,06 мас. %), кальция (среднее содержание 9,98 мас. %), углерода (среднее содержание 9,02 мас. %).

Результаты исследований, полученные при изучении конкретного шлифа уролита, с определённой степенью осторожности могут быть экстраполированы на другие уролиты, не подвергнутые наблюдению.

Литература

1. Голованова О.А., Борбат В.Ф. Почечные камни. – М.: Медицинская книга, 2005. – 171 с.
2. Голованова О.А. Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека: Дис... д-ра геол.-минер. наук. – СПб, 2007. – 333 с.
3. Полиенко А.К., Грибанова А.А. Особенности биохимического состава мочевых камней. – Томск. политехн. ун-т. – Томск, 1997. – 6 с. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 31.12.97, № 3859-В-97.
4. Севостьянова О.А., Полиенко А.К. Структурные особенности ритмической зональности уролитов (мочевых камней) // Записки Российского минералогического общества. – 2010. Т. 4. – СХХХІХ. – № 5. – С. 93–100.

ИНДИКАТОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ НИЗКОАЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ НА ПРИМЕРЕ ТРУБКИ МОРКОКА (ЯКУТИЯ)

Н.Р. Джумаян

Научный руководитель доцент Н.В. Грановская
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Одними из важнейших критериев алмазоносности кимберлитов являются типоморфные особенности минералов, образующихся одновременно с алмазами. Такие минералы ранее называли спутниками алмазов, а в современной литературе – минералами индикаторами кимберлитов (МИК), к которым относятся пироп, ильменит, хромшпинелиды, оливин, рутил, энстатит, диопсид, коэсит.

В настоящее время установлено множество информативных минералогических признаков кимберлитов из высокоалмазоносных трубок [1 – 8]. При этом редки случаи, когда объектами изучения являются минералы из низкоалмазоносных кимберлитов. Решение проблемы отнесения МИК к кимберлитам различной продуктивности является актуальным при проведении шлиховых поисков алмазов, изучении вторичных коллекторов алмазов.

Цель наших исследований – на примере трубки Моркока определить важнейшие свойства индикаторных минералов низкоалмазоносных кимберлитов.

Методика исследований включала макроскопическое и микроскопическое изучение индикаторных минералов кимберлитов из трубки Моркока, которое проводилось автором во время прохождения производственной практики в аналитической лаборатории Амакинской ГРЭ и в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Центр исследований минерального сырья и состояния окружающей среды» Южного федерального университета. В исследованиях использовались бинокляр LEICA MZ 12, растровый электронный микроскоп VEGA II LMU фирмы Tescan, система энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 450/XT и волнодисперсионного микроанализа INCA WAVE 700 фирмы OXFORD Instruments Analytical. Объекты исследования – зерна гранатов разной окраски (126 образцов), ильменита (21 образец), оливина (19 образцов). Основное внимание уделялось химическому составу минералов, их цветовым разновидностям, характеру поверхности минеральных зерен.

Результаты исследований. Трубка Моркока открыта в 1956 году, административно принадлежит к Мирнинскому району Якутии и в геологическом отношении приурочена к Далдыно-Алакитскому алмазоносному району. В пределах района находится два кимберлитовых поля: Далдынское и Алакит-Мархинское. Иногда в составе Алакит-Мархинского кимберлитового поля прогнозируют Моркокинское поле, где в настоящее время известна лишь единственная убого алмазоносная трубка Моркока [3]. Состав кимберлитов трубки – железисто-титанистый, с повышенным содержанием ильменита (причем распространены исключительно его марганцевые разновидности) и с полным отсутствием хромитов [2]. Типоморфные минералы в низкоалмазоносных трубках обычно редки, а если они присутствуют, то отличаются по ряду химических и структурно-морфологических признаков [8]. Но трубка Моркока, несмотря на то, что отнесена к убого алмазоносным, содержит, по разным литературным и фондовым источникам, до 29% минералов алмазного парагенезиса, что может свидетельствовать либо о неоднозначности использования свойств индикаторных минералов для прогнозирования алмазоносности, либо о потенциальной алмазоносности магматического первоисточника. На основании проведения минералогических исследований по данной трубке нами получены следующие данные.

При исследовании проб *граната* были выделены следующие цветовые разновидности: красные, оранжевые, лиловые и розовые. Размеры зерен – от 2 до 7 мм. Зерна изометричной формы, часть их представляет собой обломки и осколки, которые могли образоваться в результате разрушения первичных зерен из-за внутреннего напряжения. Лишь единичные зерна огранены, имеют форму неправильного ромбододекаэдра, часть граней которых, вероятно в результате вторичной переработки, стала более округлой. Основными типами поверхности являются матированная, шероховатая, на большинстве зерен отмечаются следы мантийного растворения и регенерации. Зерна трещиноватые, в различной степени замещены веществом реакционной келифитовой каймы. Такие каймы обычно образуются из-за воздействия на минерал флюидонасыщенного кимберлитового расплава [8]. Все минералы группы граната представлены пиропами, что помимо их цвета и оптических свойств, подтверждается химическим составом.

Микрозондовые исследования проведены по главным цветовым разновидностям граната. При изучении химического состава минералов основной акцент делался на определение содержания основных оксидов –

магния, железа, алюминия, хрома, титана, кремния, кальция. Средний химический состав исследуемых гранатов показан в таблице.

Таблица

Средний состав в мас. % (в пересчете на оксиды) для гранатов из трубки Моркока

Цветовые разновидности гранатов	Содержание основных оксидов									Σ
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	Na ₂ O	
Лиловые	22,09	20,39	41,76	4,28	0,93	1,37	0,28	8,33	0,16	99,59
Оранжевые	22,35	22,42	41,93	3,39	0,61	0,59	0,31	8,17	–	99,77
Красные	22,58	21,89	42,30	4,23	0,48	1,65	0,37	6,86	–	100,36
Розовые	22,42	22,65	41,75	3,48	–	1,38	0,41	7,80	–	99,89

Анализы показали, что содержание Cr₂O₃ в гранатах трубки Моркока в целом по всем разновидностям варьирует от 0.59 % до 1.65%, CaO – от 3.39 % до 4.28 %, тогда как для гранатов алмазоносной ассоциации традиционно характерны малокальциевые (до 4 мас.% CaO) и высокохромистые (выше 5 мас.% Cr₂O₃) пиропы. В лиловых гранатах содержится около 0,16 мас.% Na₂O, что является индикаторным признаком пироксенитовых и эклогитовых гранатов, ассоциирующих с алмазами. На бинарной диаграмме Н.В. Соболева в координатах Cr₂O₃ и CaO лиловые, красные и розовые гранаты попадают в пределы лерцолитового поля, что не характерно для гранатов высокопродуктивных трубок, но оранжевые гранаты относятся к дунит-гарцбургитовому парагенезису. В работе А.М. Хмелькова [8] приводится тройная диаграмма Al₂O₃–FeO–MgO с полями гранатов различных парагенезисов. При нанесении на эту диаграмму точек состава всех разновидностей наших гранатов оказывается, что по данному критерию они попадают в поле алмазоносных пироповых перидотитов.

Образцы *ильменита* представлены зернами размером от 10 до 25 мм. Зерна имеют угловатую, неправильную форму, на многих из них установлены реликты магматогенного рельефа (ступенчато-слоистый, бугорчатый, шиповидный). По строению зерна ильменита относятся к поликристаллическим, происхождение которых, вероятно, связано с процессами рекристаллизации, деформации, которые могли осуществиться непосредственно в кимберлите в магматогенную стадию. Последствиями таких процессов является снижением содержания хрома. Результаты проведенных автором микроспектральных анализов показали, что среди основных оксидов ни в одном из образцов не обнаружен Cr₂O₃. По соотношению MgO и TiO₂ изученные образцы не попадают в поле типичных алмазоносных кимберлитовых пикроильменитов за счет более высокого содержания TiO₂ (52.85 мас%), но при этом содержание MgO в ильменитах трубки Моркока (в среднем 6.24 мас.%) является характерным и для таких алмазоносных трубок, как Мир и Зарница [4]. Повышенное содержание TiO₂ (до 53.87 мас.%) характерно для включений ильменитов в алмазах, что является косвенным признаком алмазоносности коренного источника.

Оливин изученных проб представлен макрокристаллами, размеры которых от 2 до 6 мм. Окраска варьирует от светло-зеленой до оливково-зеленой. Зерна трещиноватые, угловатой и угловато-округлой формы, что свидетельствует об их вторичной переработке.

Выводы. Обобщая результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

- гранаты из низкоалмазоносных кимберлитов трубки Моркока представлены пиропами преимущественно лерцолитового парагенезиса с повышенным содержанием кальция и пониженным содержанием хрома по сравнению с пиропами из высокоалмазоносных кимберлитов; однако по соотношению окислов алюминия, железа и магния они могут иметь сходство с пиропами алмазоносных перидотитов;
- ильмениты из кимберлитов трубки Моркока не содержат хрома, отличаются от алмазоносных парагенезисов повышенным количеством титана, но содержание магния в них в целом не отличается от высокопродуктивных трубок;
- все исследуемые зерна минералов индикаторов кимберлитов несут следы рекристаллизации, вторичных изменений в магматическом расплаве;
- высокая химическая активность кимберлитов и высокая температура их внедрения, недостаточная скорость подъема расплава к земной поверхности, которые косвенно подтверждаются округлением зерен индикаторных минералов, могли снизить реальную алмазоносность трубки Моркока в результате окисления и растворения алмазов.

Литература

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. – Новосибирск: Наука, 2001. – 275 с.
2. Гаранин В.К., Бовкун А.В., Гаранин К.В., Ротман А.Я., Серов И.В. Микрокристаллические оксиды из кимберлитов России. – М.: ГЕОС, 2009. – 498 с.
3. Герасимчук А.В., Горев Н.И. Прогнозный потенциал Якутской алмазоносной провинции на основе статистических данных о кимберлитах // Наука и образование. – Якутск, 2014. – № 2. – С. 95 – 99.
4. Кимберлиты и ксенолиты в них / под ред. Дж. Доусон. – М.: Мир, 1983. – 300 с.

5. Сергеева Е.Н. Электронномикроскопическое изучение микроморфологии пикроильменита из кимберлитовых трубок Якутии // Вестник МГУ. Сер. геол. – М., 1970. – № 3. С. 53 – 59.
6. Соболев Н.В. О минералогических критериях алмазности кимберлитов // Геология и геофизика. – 1971. – № 3. – С. 70 – 80.
7. Харьков А.Д., Квасница В.Н., Сафронов А.Ф., Зинчук Н.Н. Типоморфизм алмаза и его минералов спутников из кимберлитов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 184 с.
8. Хмельков А.М. Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазонасной провинции). – Новосибирск: АРТА, 2008. – 252 с.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАБАЗИТОВ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Н.А. Дугарова

Научный руководитель доцент И.Ф. Гертнер

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Кузнецкий Алатау является северо-западным сегментом Алтае-Саянской складчатой области (АССО) со сложным геологическим и складчато-глыбовым тектоническим строением и рассматривается в качестве каледонской коллизионной системы [4]. Офиолиты северного склона Кузнецко-Алатауского хребта являются наиболее представительными фрагментами субокеанической коры, сформировавшейся в рифее ($T(Sm-Nd) = 950 \pm 59$ и 937 ± 50 млн лет) [6]. Они характеризуются поясовым развитием вдоль главного линейamenta хребта и представлены зональными полукольцевыми структурами [2]. Ассоциация гор Северная, Зеленая и Бархатная имеет подковообразную синформу, погружающуюся на север, где наиболее крупные фрагменты дунит-гарцбургитового комплекса слагают краевые ветви, а замковая часть представлена мощной зоной серпентинитового меланжа с небольшими реликтовыми блоками гипербазитов. Внутренняя часть офиолитового парагенеза выполнена, главным образом, породами основного состава, представленными широким спектром петрографических типов – от габбро-перидотитов и пироксенитов до лейкогабброидов и диоритов [3]. Кундустуюл-Семеновская базит-гипербазитовая ассоциация представлена цепочкой небольших, но многочисленных тел (40). Дайко- и линзообразные тела перидотитов и серпентинитов, вытянутые в субмеридиональном направлении, прослеживаются в виде цепочки протяженностью около 8 км. Они локализируются вдоль тектонического контакта, проходящего между породами нижнекембрийского и протерозойского возраста. В пределах этой тектонической зоны в тесном структурном и пространственном сочетании с гипербазитами находят мелкие тела диоритов, диорит-диабазов, участками переходящие в габбро и пироксениты, альбититов, а также дайки и жилы мелкозернистых сиенитов и сиенит-аплитов [2].

На восточном склоне гг. Северной и Зеленой базитовая составляющая офиолитов представлена амфиболитизированными габброидами гнейсовидного облика с резкими колебаниями минерального состава. В восточном направлении, возрастает роль габбродиоритов с мелкими инъекционными телами плагиогранитов. На западном склоне г. Бархатной преобладают достаточно однородные мелко- и среднезернистые габбро, габбро-диабазы, пронизанные многочисленными дайковыми и жильными телами микрогаббро, микрогаббродиоритов и реже дацитовых порфиров [3]. В пределах Семеновского массива развиты тектонизированные метабазиты, мелкие тела габброидов и диабазов. Базиты офиолитовой ассоциации представлены в основном продуктами натриевой толентовой серии [1] и обнаруживают признаки регионального метаморфизма, выраженные в повсеместной амфиболитизации темноцветов и замещении плагиоклазов.

Изучаемые основные породы представлены амфиболитизированными метагабброидами. Под микроскопом они обнаруживают гипидиоморфнозернистую и офитовую структуры и массивную текстуру. В образцах обнаружены первичные минералы, иногда в виде мелких реликтов: основной плагиоклаз, моноклинный пироксен и оливин.

При исследовании минерального состава метабазитов установлено, что полевые шпаты представлены практически всеми генетическими типами плагиоклаза – от альбита до битовнита. Основные плагиоклазы установлены в метагабброидах горы Бархатной (обр. Бх-1/3, Бх-22/1), и лишь единичные зерна найдены в породах гг. Северная-Зеленая (обр. Зс-29/29) и Семеновского массива (обр. См-3/4). Следует отметить, что в образце Зс-29/29 зафиксировано присутствие моноклинного пироксена и оливина. Диопсид образует слабоудлиненные и ксеноморфные зерна, по которым развиваются псевдоморфозы роговой обманки – уралит. Все это позволяет предполагать первично магматическую природу данных плагиоклазов. Для самих плагиоклазов в основном характерны вытянутые призматические зерна, которые в различной степени замещены вторичными минералами: серицит, который иногда доходит до мусковита, цоизит и кальцит. Андезин больше распространен в метабазитах гор Северная и Зеленая (обр. Зс-23/4, Зс-27/13, Зс-29/29) с содержанием анортитовой составляющей от 0,28 до 0,50. Для них характерны субизометричные, толстотаблитчатые и неправильные зерна, которые сосуществуют с амфиболами (эднит) таких же форм. Также они характеризуются пойкилобластовой структурой, где крупные неправильные зерна плагиоклаза пронизаны удлиненными микроагрегатами железистой роговой обманки, которые имеют незакономерную ориентировку. Андезины г. Бархатной – вытянутой прямоугольной формы и имеют незакономерную ориентировку, а также тесно ассоциируют с феррозденитом. Из этого можно сделать вывод о метаморфогенной природе плагиоклаза, а его состав, вероятно, определяет пик прогрессивной стадии метаморфизма. Кислые плагиоклазы установлены во всех образцах и для них характерны структуры замещения, где альбит развивается по средним и основным плагиоклазам, образуя зерна неправильной формы. Минерал ассоциирует с вытянутыми агрегатами хлорита и

мелкими неправильными зернами цоизита. Этот тип плагиоклаза фиксирует метаморфогенные достаточно низкотемпературные преобразования исходных пород.

Не менее распространенным минералом являются амфиболы. Для их вещественной систематики была применена классификация Б.Е. Лика [7], которая определяет довольно широкий диапазон состава роговых обманок. Под микроскопом амфиболы в основном представлены удлиненно-призматическими и таблитчатыми кристаллами бурой окраски с ясным плеохроизмом. Причем кристаллы окрашены неравномерно, т.к. в краевых частях (особенно в вершинах призм) отмечается окраска зеленых тонов, что свидетельствует о переходе одних амфиболов в другие. Амфиболы из пород Бархатного массива представлены эденитовой, магнезиогастингситовой, ферропаргаситовой, актинолитовой, магнезиальной и железистой роговой обманкой. Минерал в основном образует как слабо, так и сильно вытянутые зерна, местами с шестиугольным разрезом. По краям замещается хлоритом. Нередко встречаются зерна неправильной формы. В отдельных кристаллах отчетливо наблюдается зональное строение минерала не только оптически, но и по составу. Центральные части кристаллов амфибола сложены ферропаргаситом, а внешние зоны – железистой и актинолитовой роговой обманкой. По центру зерен развивается кальцит. Амфиболы гор Северная и Зеленая представлены эденитом и ферроэденитом, магнезиогастингситом, железистой роговой обманкой и ферропаргаситом. Минерал представлен зернами слабовытянутой и неправильной формы, иногда образует каемки вокруг диопсида или оливина. Также в них содержатся включения рудных минералов. Они пронизаны мелкими иголками хлорита. Железистая роговая обманка и ферроэденит образуют удлиненные микроагрегаты незакономерной ориентировки. В метагабброидах Семеновского массива амфиболы представлены удлиненно-призматическими кристаллами с зональным строением. Здесь четко выделяются 3 зоны: внешняя кайма, внутренняя кайма и ядро. Внешняя кайма более светлой окраски отвечает по составу железистой роговой обманке. Внутренняя кайма и центральная часть (ядро) кристалла представлены магнезиальной роговой обманкой, отличающимися по содержанию MgO. Наблюдается уменьшение MgO от внутренней каймы к центру. Внутренняя кайма развита не повсеместно, присутствует только в относительно крупных кристаллах. Минерал по центру и по краям замещается хлоритом. Отдельные мелкие кристаллы имеют магнезиогастингситовый состав, характерный для центральных частей кристаллов.

Хлориты представлены рипидолитом и пикнохлоритом. Он установлен во всех породах, но наименее всего в базитах гг. Северная-Зеленая. Образует каемки вокруг амфиболов или заполняет промежутки между зернами, иногда тесно ассоциируя с кальцитом. Иногда встречается в виде мелких иголок, секущих другие минералы.

Из аксессуарных минералов присутствуют ильменит, сфен, и в единичных случаях – рутил. Ильменит и сфен находятся в тесных взаимоотношениях друг с другом и образуют зерна неправильной формы. Иногда сфен образует каемки вокруг ильменита, а вокруг сфена наблюдаются каемки рутила. Подобные поведения аксессуарных минералов возможно характеризуют различные P-T-условия метаморфизма.

Полученные данные по фазовым взаимоотношениям и изменениям химических составов основных породообразующих минералов (полевые шпаты, амфиболы) предполагают несколько этапов метаморфических преобразований исследуемых пород, т.к. обнаружены признаки как прогрессивного, так и ретроградного метаморфизма. Об этом свидетельствует изменение состава плагиоклазов (битовнит – лабрадор – андезин – олигоклаз – альбит); вариации состава амфиболов и поведение аксессуарных минералов. Это подтверждается и результатами амфиболового геотермобарометра [5], где образование амфиболов краевых частей происходило в условиях $T = 350...520^{\circ}\text{C}$ и $P = 1...5$ кбар, накладываясь на более высокотемпературные амфиболы центральных частей, возникших при $T = 520...650^{\circ}\text{C}$ и $P = 2...8$ кбар.

На основе полного изучения сосуществующих минералов в породах разных массивов следует, что они имеют общие особенности метаморфизма. Степень его – от эпидот-амфиболитовой до зеленосланцевой фации, но во всех случаях изменения носят характер «зеленокаменного перерождения» и локальной уралитизации без интенсивной деформации, с сохранением первичных структур и текстур.

Литература

1. Дугарова Н.А. Геохимическая неоднородность базитов офиолитовой ассоциации Кузнецкого Алатау // Вопросы естествознания. – Иркутск, 2015. – № 4 (8). – С. 50–53.
2. Коновалова О.Г., Прусевич Н.А. Дунит-гарцбургитовые массивы Кузнецкого Алатау и Салаира. – Новосибирск: Наука, 1977. – 166 с.
3. Краснова Т.С. Петрология ультрамафитовых массивов гор Северной, Зеленой и Бархатной (Кузнецкий Алатау): Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер.наук. – Томск, 2005. – 20 с.
4. Краснова Т.С., Гертнер И.Ф., Уткин Ю.В. Перспективы платиноносности офиолитов Кузнецкого Алатау // Петрология магматических и метаморфических комплексов: Мат. науч. конф. – Томск: ЦНТИ, 2001. – Вып. 2. – С. 229–235.
5. Мишкин М.А. Амфиболовый геотермобарометр для метабазитов // Доклады АН СССР. – 1990. – Т. 312. № 4. – С. 944–946.
6. Gertner I.F., Bayanova T.B., Krasnova T.S., Vrubevskii V.V., Sayadyan G.R. Age and matter sources of ophiolites of the Kuznetsk Alatau, SW Siberia: new Sm-Nd isotope data // Mineralogical Magazine. – 2013. – V. 77. – N 5. – P. 1159.
7. Leake B.E., Woolley A.R., Arps C.E.S., Birch W.D., Gilbert M.C., Grice J.D., Hawthorne F.C., Kato A., Kisch H.J., Krivovichev V.G., Linthout K., Laird J., Mandarino J., Maresch W.V., Nickel E.H., Rock N.M.S., Schumacher J.C., Smith D.C., Stephenson N.C.N., Ungaretti L., Whittaker E.J.W., Youzhi G. Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names // The Canadian Mineralogist – 1997. – V. 35. – P. 219–246.

ОСОБЕННОСТИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА

С.В. Ефименко, В.С. Чурилин, М.В. Бадина

Научный руководитель профессор В.Н. Ефименко

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Обеспечение надёжного функционирования транспортных сооружений по критерию «работоспособность» может быть достигнуто за счёт детального учёта особенностей природно-климатических условий района проектирования. Расчётные значения характеристик грунтов, нашедшие отражение в действующих на территории Российской Федерации нормах и правилах проектирования автомобильных дорог были получены по результатам исследований, выполненных, в основном, на сети автомобильных дорог европейской части России. Впоследствии установленные связи и закономерности изменения свойств грунтов в зависимости от значений их расчётной влажности были дифференцированы на всю территорию России, часто без достаточного обоснования.

Вопросы, связанные с недоучётом действующими нормами проектирования автомобильных дорог природно-климатических условий отдельных территорий, решают путём уточнения дорожно-климатического районирования территорий, развивая его в направлении большей детализации, выделяя в пределах территорий, занимаемых зонами, подзоны и районы [1, 3, 12]. Причём территории дорожных районов являются своего рода ячейками, которые необходимо насытить информацией, связанной, в том числе, с расчётными характеристиками грунтов земляного полотна, применяемыми при проектировании автомобильных дорог. По мнению отечественных и зарубежных специалистов [7] свойства глинистых грунтов в значительной мере зависят от их состава.

Комплексные исследования образцов грунта, отбор которых был произведён из рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог Западной Сибири, выполненные специалистами Томского государственного архитектурно-строительного университета [11], свидетельствуют о повсеместном распространении покровных суглинков четвертичного возраста, включающих широкий диапазон глинистых минералов [4]. Гранулометрический состав образцов глинистого грунта (суглинки пылеватые) Западно-Сибирского региона характеризуется содержанием пылеватых фракций в количестве 59,9 %, а глинистых 15,7 %. В то же время результаты детального исследования гранулометрического состава образцов глинистого грунта (суглинки пылеватые), отбор которых произведён из рабочего слоя земляного полотна в районе пос. Лоскутово Томской области, показывают, что содержание пылеватых фракций составляет до 62,6 %, а глинистых фракций до 19,5 % [6, 11]. Учитывая, что породам, объединяемым общностью происхождения, в известной мере присущи общие составы [10], можно предположить, что пылегато-глинистый грунт, слагающий земляное полотно автомобильных дорог в районе пос. Лоскутово Томской области, является характерным для территории Западной Сибири.

Отметим, что исследования глинистых грунтов (суглинков пылеватых) юга Европейской части России, отражённые, например, в работе [5], также указывают на однородность их гранулометрического состава. Однако содержание пылеватых частиц в них составляет около 25,0 %, а глинистых находится в пределах от 70 до 80 %. На (рис.) представлены результаты сравнения гранулометрического состава грунтов (суглинков пылеватых) Западной Сибири и юга Европейской части России.

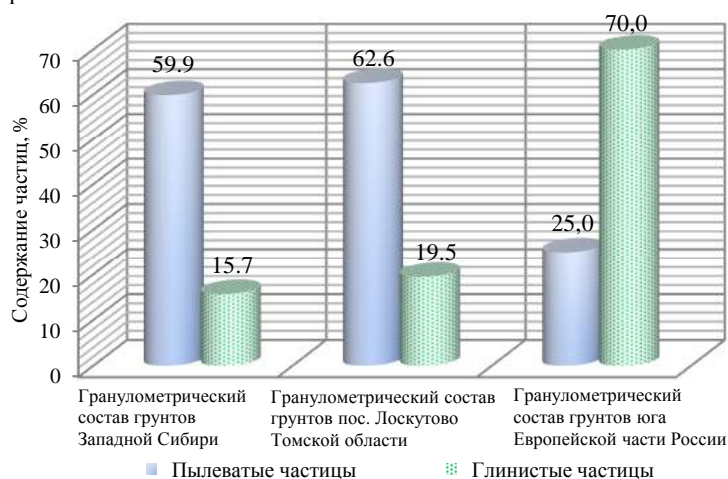


Рис. Содержание пылеватых и глинистых фракций в образцах глинистых грунтов, характерных для территории Западно-Сибирского региона и юга Европейской части России, %

Приведённые сведения (рис.) указывают на сходство грунта (суглинка пылеватого), отбор которого произведён в районе пос. Лоскутово Томской области, с грунтами Западно-Сибирского региона. Таким образом, можно считать, что пылегато-глинистый грунт, отбор которого был осуществлён в пос. Лоскутово Томской

области, является характерным для территории Западной Сибири. В свою очередь, грунты (суглинки пылеватые) юга Европейской части России имеют значительные отличия от грунтов (суглинки пылеватые) Западной Сибири.

Для определения минералогического состава за основу был принят грунт (суглинок пылеватый) из пос. Лоскутово Томской области. Результаты рентгенограммы грунта (суглинка) показывают кристаллические составляющие поликомпонентной системы, включающие кварц (60,7 %), плагиоклаз (15,4 %), монтмориллонит (14,5 %), а также кальцит, хлорит и микроклин, суммарная интенсивность дифракционных отражений которых приблизительно равна 3 % [2]. Результаты определения минералогического состава грунтов (суглинков) на территории юга Европейской части России показали содержание монтмориллонита до 10 %, кварца в пределах 50...60 %, полевого шпата в пределах 10...25 %, карбонатов до 18 % [5].

Различия в гранулометрическом и минералогическом составе глинистых грунтов, характерных для Западно-Сибирского региона и для территории юга Европейской части России, показанные нами выше, указывают на то, что свойства грунтов земляного полотна, применяемых в расчётах дорожных одежд нежесткого типа, тоже будут отличаться. Поэтому не случайно отраслевые дорожные нормы по проектированию и расчёту нежестких дорожных одежд в ряде пунктов (п.п. 1.7, 2.37) рекомендуют учитывать данные регионального научно-практического опыта, утверждённых в нормах и правилах в установленном порядке. В качестве такого документа может выступить стандарт организации [8, 9], разработанный специалистами Томского государственного архитектурно-строительного университета. Применение отражённых в них расчётных значений характеристик глинистых грунтов земляного полотна, предназначенных для проектирования прочных и морозостойчивых дорожных одежд нежесткого типа, будет способствовать обеспечению качества проектирования транспортных сооружений на территории Томской и Кемеровской областей.

Литература

1. Автомобильные дороги (Совершенствование методов проектирования и строительства) / Под ред. В.М. Сиденко – Киев: Будивельник, 1973. – 278 с.
2. Ефименко В.Н. Плазменная обработка гранулированного глинистого грунта при производстве керамического материала для строительства оснований дорожных одежд автомобильных дорог / Дис. ... док. тех. наук. – Томск, 1994. – 377 с.
3. Ефименко С.В. Дорожное районирование территории Западной Сибири. – Томск : Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2014. – 244 с.
4. Ефименко С.В. Особенности генезиса, состава и свойств глинистых грунтов Западной Сибири // Вестник Том. гос. архитектурно-строит. ун-та. – Томск, 2014. – №2 (43) – С. 177–181.
5. 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.
6. Полищук А.И. Исследования состава и свойств глинистых грунтов районов Западной Сибири для назначения их расчётных характеристик // Том. гос. архитектурно-строит. ун-т. – Томск. – 2005. – № 1. – С. 213–220.
7. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / под ред. Н.Я. Хархута – М.: Транспорт, 1975. – 228 с.
8. СТО УАД ТО 10-2015. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям прочности и морозостойчивости нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Томской области. – Томск, 2015. – 29 с.
9. СТО 11 2015. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям прочности и морозостойчивости нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Кузбасса. – Утверждён приказом № 74 от 24.07.2015 г. Дирекции автодорог Кузбасса. – Кемерово: Дирекция автодорог Кузбасса, 2016. – 29 с.
10. Усов П.Г. Вещественные составы покровных суглинков Томской области // Труды I-науч. конф. Томского отделения ВХО им. Д.И. Менделеева. – Томск, 1969. – С. 232-236.
11. Efimenko Vladimir N., Efimenko Sergey V., Sukhorukov Alexey V. Technology for Assignment of Predicted Behavior of Subgrade Soils in the Design of Road Pavements. Key Engineering Materials. 2016. – Vol. 683. P. 250–255. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.683.250
12. Zapata C.E., Houston W.N., Calibration and validation of the enhanced integrated climatic model for pavement design. Transportation Res. Board. – 2008. – 62. – P. 61.

ПЕРВАЯ НАХОДКА ФЛОГОПИТА В АЛМАЗЕ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ «СНЭП ЛЕЙК» (КРАТОН СЛЕЙВ, КАНАДА): СВИДЕТЕЛЬСТВО МАНТИЙНОГО МЕТАСОМАТОЗА

О.А. Иванова¹, А.М. Логвинова²

Научный руководитель академик Н.П. Похиленко

¹*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева*

²*Сибирского отделения Российской Академии Наук, г. Новосибирск, Россия*

Комплекс кимберлитов дайковой системы Снэп Лейк, расположенной в юго-восточной части кратона Слейв, представляет собой новый тип крупных алмазных месторождений [2]. Существует целый ряд работ, в которых установлено, что мантийный источник кимберлитовых магм дайкового комплекса «Снэп Лейк» существенно отличается от источника кимберлитовых магм для алмазоносных кимберлитов Сибири и Африки [4]. Известно, что основную информацию о мантийной алмазообразующей среде можно получить по химическому составу включений в кристаллах алмаза, которые были захвачены ими в процессе роста [6].

Изучены составы 112 гомогенных кристаллических включений из 69 кристаллов алмаза, извлеченных из кимберлитов «Снэп Лейк». Размеры изученных кристаллов варьируют от 0,5 до 2,5 мм. Алмазы представлены преимущественно прозрачными бесцветными октаэдрическими кристаллами с плоскими гранями, острыми ребрами и вершинами, реже кристаллами переходных форм. Коричневый, желтый и зеленый цвета отмечены в единичных случаях.

В ходе работы установлено, что исследованные алмазы, содержащие минеральные и флюидные включения, имеют сложное внутренне строение. Все включения в данных образцах приурочены к определенным ростовым зонам кристалла, преимущественно сосредоточенным в центральной части. Вокруг некоторых включений зафиксированы тонкие, мелкие трещины, не выходящие на поверхность алмазов.

Минеральные включения ультраосновного парагенезиса идентифицированы в 87 % образцов. Включения ультраосновного парагенезиса представлены оливином (45 алмазов), энстатитом (10 кристаллов), пиропом – (7 образцов), хромитом (1 алмаз). Включения эцлогитового парагенезиса представлены омфацитом (4 кристалла), магнезиально-железистым гранатом (2 кристалла) и коэситом (2 кристалла). Всего было идентифицировано 69 оливинов, 12 энстатитов, 10 клинопироксенов, 12 пиропов, 4 железистых граната, 3 коэсита, 3 хромита, 1 сульфид, 3 алмаза. Впервые в алмазе из месторождения «Снэп Лейк» обнаружено крупное минеральное включение флогопита.

Включения оливина характеризуются однородностью химического состава. Содержание форстеритового компонента в большинстве кристаллов колеблется от 89,4 до 93,1 (Хср. = 91,5) мол. %. Содержание FeO в изученных оливинах выше, чем содержание в оливинах, включенных в алмазах, из кимберлитовых трубок Мир, Удачная, Сытыканская, Айхал [8].

Включения энстатита в изученных алмазах гомогенны. Содержание FeO варьирует в пределах от 4,54 до 5,61 мас. %. Особенностью состава изученных энстатитов является повышенное содержание FeO по сравнению с составом включений энстатита из кимберлитовых трубок Якутии (тр. Мир, тр. Удачная, тр. Сытыканская, тр. Айхал) [7].

12 включений граната из 16 проанализированных являются хромистыми пиропами (из 7 кристаллов алмаза) и относятся к ультраосновному типу парагенезиса (У-тип). Содержание Cr₂O₃ в этих включениях варьирует от 8,54 до 11,7 мас. %, CaO – от 4,13 до 5,99 мас. %, TiO₂ – от 0,02 до 0,2 мас. % и Mg от 83,5 до 85,4 мол. %. Практически все изученные нами включения пиропов являются высокохромистыми субкальциевыми гранатами и попадают в область дунит-гарцбургитового парагенезиса. В двух включениях граната Э-типа и практически во всех гранатах У-типа фиксируется отчетливый избыток кремния (3,054...3,116 на 12 атомов кислорода), что позволяет отнести их к майджоритовым гранатам.

Среди изученных включений клинопироксена (из 5 алмазов) только в двух кристаллах (SL-00/196, SL8-224) встречены включения хромдиопсида с содержанием Cr₂O₃ 1,3 и 2,13 мас. % соответственно. Омфациты характеризуются повышенным содержанием TiO₂ (0,24...0,63 мас. %) и K₂O (1,32...1,40 мас. %). Значение Mg варьирует в пределах 73,1...77,2 мол. %. Содержание FeO практически во всех найденных включениях омфацита выше содержания во включениях омфацита в алмазах из тр. Мир, тр. Удачная, тр. Айхал (Якутия) [7].

В образце SL-00/335 зафиксировано включение железистого сульфида с примесью Ni (11 мас. %). «Пористая структура» этого включения объясняется наличием большого количества флюидных обособлений (фаз). Включения хромитов идентифицированы лишь в одном образце (SL5-97/00). Хромиты характеризуются низким содержанием Cr₂O₃ (52,4...53,8 мас. %). В трёх кристаллах алмаза обнаружены включения коэсита. Идентифицированы 3 крупных включения алмаза (SL8-350, SL-00/224, SL5-116/00).

Флогопит встречается чрезвычайно редко в качестве включения в алмазе, но имеет большое значение для характеристики алмазообразующей среды, т.к. является основным концентратором калия, летучих элементов (F, Cl) и воды [3]. Обнаруженное нами крупное (50×70 мкм) мономинеральное включение флогопита, расположено в центральной части алмаза (SL7-134). Ассоциирующим с ним других минеральных фаз не зафиксировано. Ранее флогопит из алмазов Снэп Лейк был идентифицирован только в виде отдельных фаз в наноразмерных полиминеральных включениях [5]. Обнаруженное включение флогопита несколько отличается от всех известных флогопитов из алмазов ультраосновного и эцлогитового парагенезисов из разных месторождений мира [3]. Известно, что флогопиты ультраосновного типа парагенезиса характеризуются высокой магнезиальностью с очень узкими пределами колебания Mg от 92,4 до 95,2. В тоже время для них отмечаются широкие колебания содержания TiO₂ (0,08...3,49 мас. %) и Cr₂O₃ (0,15...2,54 мас. %). Характерной особенностью флогопитов эцлогитового парагенезиса является переменная (вплоть до 12 мас. %) примесь TiO₂ и широкие вариации Mg (47,4...85,3), также демонстрирующие отчетливую положительную корреляцию. Химический состав изученного нами включения флогопита из алмаза месторождения Снэп Лейк характеризуется высоким содержанием TiO₂ (8,47 мас. %) и повышенным содержанием SiO₂ (46,5 мас. %). От флогопитов – включений из алмазов У-типа это включение отличается высоким содержанием TiO₂ (8,47 мас. %; для У-типа – не более 2 мас. %), относительно низким содержанием Al₂O₃ (8,97 мас. %; для У-типа – 11,0 – 12,3 мас. %) и MgO (16,0 мас.%; для У-типа – 23,1...25,7 мас. %). От флогопитов Э-типа это включение флогопита отличается меньшим содержанием FeO (3,59 мас. %; для Э-типа – 9,01...12,5 FeO). Также изученное нами включение отличается от включений флогопита Э-типа и У-типа содержанием SiO₂ (46,5 мас. %; для Э-типа – 35...47 мас. %, для У-типа – 40...45 мас. %) и высоким значением Mg (88,85, для Э-типа – 47,4...85,3, для У-типа – 92,4...95,2) [3]. Таким образом, обнаруженный нами флогопит занимает промежуточное положение между составами флогопитов эцлогитового и ультраосновного парагенезисов.

Микро- и субмикроскопические включения из алмазов месторождения Снэп Лейк представляют собой скопления минеральных и полифазных расплавленных/флюидных включений. Из минеральных фаз преобладают в

основном оливин и энстатит. Микровключения энстатита и оливина неоднородны и включают в себя отдельные обогащенные Fe участки. В образцах в составе включений зафиксированы K, Cl, Ca, S. В парагенезисе с включениями оливина и энстатита находятся KCl, (Fe, Mg, Ca)-карбонат, (Ni,Fe)-сульфид и Fe-фаза, возможно, самородное Fe и вюстит. Эти включения имеют «пористую» структуру, свидетельствующую о присутствии флюида в их составе. Необходимо отметить, что во всех случаях карбонатные фазы встречаются в алмазах из Снэп Лейк крайне редко, преобладающей является силикатная составляющая.

Присутствие значительных примесей майджоритового компонента во включениях высокохромистых субкальциевых гранатов связано с алмазоносными истощенными гипербазитами литосферной мантии и указывает на образование этих алмазов на глубинах не менее 300 км [4]. Дополнительным подтверждением кристаллизации алмазов при очень высоких давлениях является стабильное присутствие примеси K₂O (до 1,32 мас. %) во включениях клинопироксена [2]. Исходя из полученных нами данных по распространенности включений энстатита в изученных алмазах (около 10 %) и однообразия их состава, можно предположить, что алмазы из кимберлитов Снэп Лейк относятся преимущественно к гарцбургитовому типу парагенезиса.

Выявленные особенности изученных алмазов, а также присутствие высококремниевой слюды, коэсита, К-клинопироксена, карбонатов позволяют предполагать, что алмазы из месторождения Снэп Лейк (кратон Слейв, Канада) кристаллизовались при взаимодействии обогащенных летучими и титаном высококальциевых карбонатно-силикатных расплавов с перидотитовым субстратом в основании аномально утолщенной литосферной мантии [1, 6].

Литература

1. Зедгенизов Д.А., Похиленко Н.П., Гриффин В.Л. Карбонатно-силикатный состав алмазообразующих сред волокнистых алмазов из месторождения Снэп Лейк (Канада) // Доклады академии наук. – 2015. – Т. 461. – № 3. – С. 322–326.
2. Похиленко Н. П., Соболев Н.В., Мак-Дональд Дж., Холл А.Е., Ефимова Э.С., Зедгенизов Д.А., Логвинова А.М., Реймерс Л.Ф. Кристаллические включения в алмазах из кимберлитов района Снэп Лейк (кратон Слейв, Канада): новые свидетельства аномального строения литосферы. // Доклады академии наук. – 2001. – Т. 380. – № 3. – С. 374–379.
3. Соболев Н.В., Логвинова А.М., Ефимова Э.С. Сингенетические включения флогопита в алмазах из кимберлитов: свидетельство роли летучих в образовании алмазов // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 12. – С. 1588–1606.
4. Agashev A.M., Pokhilenko N.P., Takazawa E., McDonald J.A., Vavilov M.A., Watanabe T., Sobolev N.V. Primary melting sequence of a deep (>250 km) lithospheric mantle as recorded in the geochemistry of kimberlite-carbonatite assemblages, Snap Lake dyke system, Canada // Chemical Geology. – 2008. – V. 255. – P. 317–328.
5. Logvinova A.M., Klein-BenDavid O., Wirth R., Pearson G., Navon O., Yakov Weiss Y., Pokhilenko N.P. Diamond forming fluids from Snap Lake – a comprehensive study // 91K: Extended Abstracts. – 2008. – A-00379.
6. Pokhilenko N.P., Sobolev N.V., Reutsky V.N., Hall A.E., Taylor L.A. Crystalline inclusions and C isotope ratios in diamonds from the Snap Lake/King Lake kimberlite dyke system: evidence of ultradeep and enriched lithospheric mantle // Lithos. – 2004. – V. 77. – P. 57–67.
7. Sobolev N.V., Logvinova A.M., Zedgenizov D.A., Seryotkin Y.V., Yefimova E.S., Floss C., Taylor L.A. Mineral inclusions in microdiamonds and macrodiamonds from kimberlites of Yakutia: a comparative study // Lithos. – 2004. – Vol. 77. – № 1–4. – P. 225–242.
8. Sobolev N.V., Logvinova A.M., Zedgenizov D.A., Pokhilenko N.P., Malygina E.V., Kuzmin D.V., Sobolev A.V. Petrogenetic significance of minor elements in olivines from diamonds and peridotite xenoliths from kimberlites of Yakutia // Lithos. – 2009. – Vol. 112S. – P. 701–713.

ДИАГНОСТИКА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ОТЛОЖЕНИЙ УРОЧИЩА ТАЛОЕ ОЗЕРО (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

М.О. Иванова

Научный руководитель ведущий инженер Т.С. Небера

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Урочище Талое озеро – уникальный геологический объект, который расположен в пределах Южно-Минусинской котловины в степной зоне Усть-Абаканского района (Республика Хакасия), западнее города Черногорска [1].

Исходя из минерального состава, отложения озера имеют зональное строение. Ранее были выделены две минеральные ассоциации: эвапоритовая и терригенная [3]. Ниже будут рассмотрены глинистые минералы, входящие в состав терригенной ассоциации.

Исследования проводились с помощью методов рентгеноструктурного анализа на рентгеновском дифрактометре XPert PRO (PANalytical) в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Томского государственного университета. Условия съемки: трубка с медным анодом (CuK α), напряжение на трубке 40 kV., ток 30 мА, шаг – 0.02°, диапазон углов 2 Θ – 4...60°, вращение – 30 об./мин, выдержка – 0.1 сек в точке, рабочий радиус – 141 мм. Расшифровка дифрактограмм проводилась с помощью программного обеспечения PDF-4 и HighScore.

Особая сложность выявления глинистых минералов из отложений Талого озера заключалась в том, что преобладающим минералом в осадках является галит, пики которого на дифрактограмме обладают высокой интенсивностью и на их фоне глинистые минералы почти не диагностируемы. Поэтому необходимо

было разделить глинистую и солевую составляющие. Для этого материал тщательно взмучивали в дистиллированной воде до растворения солей, а затем воду удаляли. Из оставшегося материала готовились ориентированные препараты, которые и подвергались съемке. Для их создания была использована определенная методика: 10 гр измельченного материала тщательно перемешивали в дистиллированной воде. Материал осаждался в течение 1 часа при комнатной температуре. Затем верхнюю часть взвеси сливали и высушивали при температуре 40°C. Далее 50 мг полученного материала помещали в агатовую ступку и смешивали с 1 мл дистиллированной воды, после взмучивания 7 капель такой суспензии равномерно пипеткой наносились на покровные стекла размером 18*18 мм. После приготовления исходных образцов (на двух стеклах) в оставшуюся суспензию добавлялась одна капля глицерина, после чего суспензию перемешивали и наносили на стекло. Прокаливание образцов ориентированных препаратов проводилось в муфельной печи с терморегулятором при температуре 550°C в течение двух часов.

В результате получили дифрактограммы препарата: в воздушно-сухом состоянии, после прокаливания и после насыщения глицерином (рис. 1).

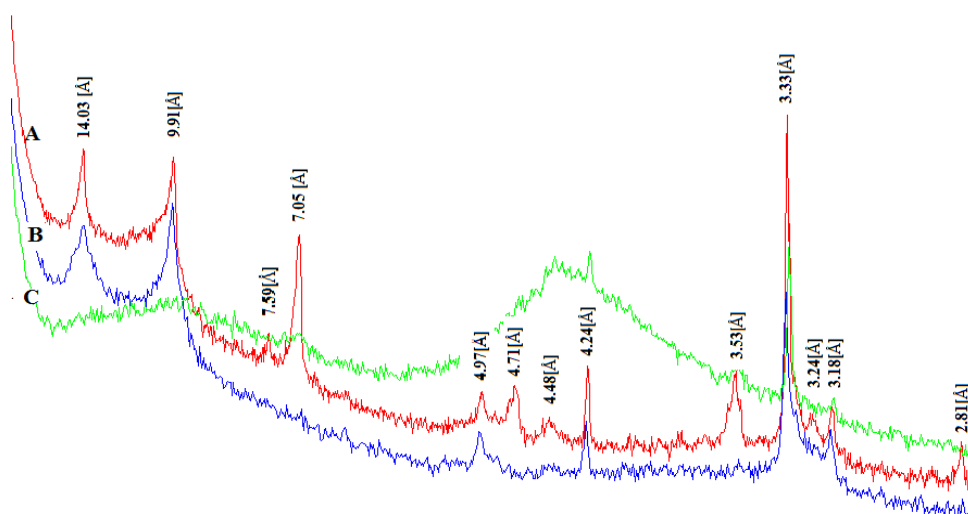


Рисунок. Комбинированная дифрактограмма препарата: А - в воздушно-сухом состоянии, В - после прокаливания, С - после насыщения глицерином. Примечание: хлорит (14,03₁₀Å; 7,05₈Å; 4,71₄Å), гидрослюда (9,91₁₀Å; 4,91₄Å; 3,33₁₀Å), каолинит (7,05₁₀Å, 3,53₅Å, 4,47₃Å)

К глинистым минералам были отнесены минералы групп хлорита, каолинита и гидрослюд.

Минералы группы хлоритов установлены по серии базальных отражений 14,03₁₀Å; 7,05₈Å; 4,71₄Å. Хлориты магниезиальные, так как в отличие от железистых хлоритов у них отсутствует смещение максимума 14,03Å в более длинноволновую область (рис.), а также рефлексы 002, 003, 004 характеризуются приблизительно одинаково высокой интенсивностью [2].

Каолинит относится к группе водных силикатов алюминия и имеет формулу Al₄[Si₄O₁₀][OH]₈. Присутствие в образце каолинита установлено по серии рефлексов 7,05₁₀Å, 3,53₅Å, 4,47₃Å. Эти отражения не изменяются при насыщении каолинита глицерином, а также при нагревании до 350°C, но полностью исчезают на дифрактограмме образца, прокаленного при температуре 550°C (рис.), поскольку при этой температуре происходит полное разрушение кристаллической решетки [2].

Минералы группы гидрослюдов диагностируются по характерным линиям 9,91₁₀Å; 4,91₄Å; 3,33₁₀Å, которые не меняют положения при насыщении препарата глицерином, а также при прокаливании при 550°C (рис.) [2].

Таким образом, с помощью рентгеноструктурного анализа в отложениях урочища Талое озеро были выявлены минералы групп хлоритов, каолинита и гидрослюдов. Как и другие минералы (кварц, калиевые полевые шпаты, плагиоклазы), относящиеся к терригенной ассоциации, глинистые минералы, предположительно, привнесены в озеро золовым процессом.

Литература

1. Геология СССР. Том XV. Красноярский край. Геологическое описание. – М.: Недра, 1967. – 815 с.
2. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И.. Глинистые минералы в почвах. – Издательство: Гриф и К, 2005. – 336 с.

3. Arkhipov A., Ivanova M., Tishin P. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, www.sgem.org, SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-31-5 / ISSN 1314-2704, June 18–24, 2015, – Book1. – Vol. 1. – P. 537–542.

**КОЛЛЕКЦИЯ ЯШМЫ ЮЖНОГО УРАЛА В МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ ТПУ
И.В. Иванов, В.А Смирнов**

Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова

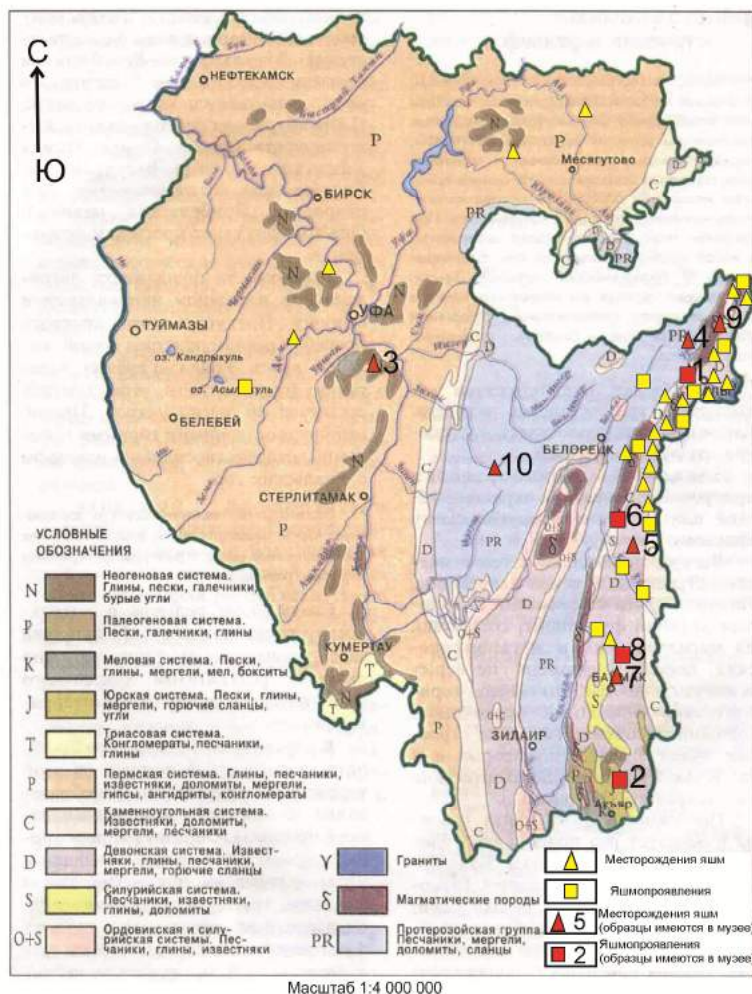
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Яшма – осадочно-метаморфическая горная порода – красивейшее создание природы. Минеральные примеси в составе и условия образования силикатов определяют внешний вид, называемый текстурой. Классифицировать по текстурным особенностям образцы яшм, находящихся в минералогическом музее ТПУ – цель представленной работы.

Для проведения классификации перед нами стояла следующая задача – провести макроскопическое описание и систематизацию 77 образцов.

Из давна яшма считается превосходным поделочным и ювелирным камнем. Южно-Уральские яшмы использованы в архитектурно-скульптурном оформлении залов Зимнего дворца, императорских покоев в Царском селе, в Санкт-Петербурге. Декоративные и хорошо поддающиеся обработке разновидности яшмы используются в ювелирном деле и как поделочный камень [1]. По своей декоративности наиболее известны башкирские яшмы, изделия из которых украшают многие музеи России. В минералогическом музее Томского политехнического университета собрана коллекция образцов яшмы, привезенных в разное время студентами, преподавателями, выпускниками.

Изучая эту коллекцию, мы поместили на геологической карте (рисунок) Республики Башкортостан месторождения и яшмопроявления, абсолютное большинство из которых находятся в восточной части региона.



Месторождения и яшмопроявления:










- 1 – Юлдашевское
- 2 – Сукраковское
- 3 – Наурузовское
- 4 – Калканское
- 5 – Кушеевское
- 6 – Северо-Кушеевское
- 7 – Западно-Давлетовское
- 8 – Старосибайское
- 9 – Маломуйнаковское
- 10 – Эттуканское

Рисунок. Геологическая карта Республики Башкортостан

А.Е. Ферсманом было выделено 6 классификационных групп яшм: сплошные с однородной окраской или с пятнами и включениями в виде дендритов; полосчатые; порфирированные; пестроцветные; брекчии и конгломераты; сфероидальные. Проведенное нами макроскопическое описание обнаружило, что большинство образцов имеют брекчиевидную и полосчатую текстуру, нередко встречается флюидальная, сплошная, пестроцветная текстуры. Встречаются образцы с ярко выраженными полосами, по которым развиты либо дендриты, либо сфероидальные образования. Такие текстуры можно назвать полосчато-сфероидальные. Нами были выполнены фотографии образцов и помещены в составленную классификационную таблицу (здесь приведена часть таблицы).

Таблица

Классификация яшм Южного Урала в минералогическом музее ТПУ (по А.Е. Ферсману)

Брекчиевидная текстура	 Сукраковское месторождение	 Старосибайское месторождение	 Наурузовское месторождение
Полосчатая текстура	 Юдашевское месторождение	 Маломуйнаковсе месторождение	 Сафаровское месторождение
Флюидальная текстура	 Сибайское месторождение	 Северо-Кушеевское месторождение	 Сибайское месторождение
Другие текстуры	 Сфероидальные текстура	 Пестроцветная текстура	 Облачная текстура

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что месторождения и яшмопроявления башкирских яшм сосредоточены преимущественно в восточной части Республики Башкортостан.

Изученные нами образцы яшмы, описаны, систематизированы и разделены на 6 групп (согласно классификации А.Е. Ферсмана).

Литература

1. Горная энциклопедия. Том 5. СССР – Яшма / под ред. Е.А.Козловского – М.: Советская энциклопедия, 1991. – 580 с.

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ ПОДГРУППЫ БЫСТРИТА
ГРУППЫ КАНКРИНИТА

Е.В. Канева, А.Н. Сапожников

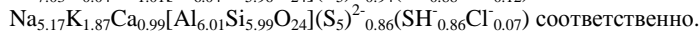
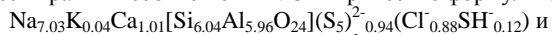
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

К минералам группы канкринита относятся тригональные и гексагональные фельдшпатоиды, имеющие каркас, сформированный слоями из Al- и Si-центрированных тетраэдров. Слои уложены вдоль [001] согласно схеме, основанной на ABC-последовательности [6]. В качестве объектов исследования данной работы выступают два минерала канкринитовой группы, имеющие последовательность укладки АВАС. Впервые каркас с такой упаковкой был описан у [11] в синтетическом соединении «losod». В природных минералах подобная последовательность слоев была впервые обнаружена в быстрите, $(\text{Na},\text{K})_7\text{Ca}[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{S}_3)_{1.5}\cdot\text{H}_2\text{O}$ [2], его (CO_3) -Na аналоге, карбобыстрите, $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{CO}_3)\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ [7] и синтетическом $\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24})(\text{CO}_3)\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ [3].

Выполненное нами исследование образцов желтой и оранжево-желтой до оранжевой окраски минерала из Мало-Быстринского месторождения выявило существование двух близких по составу минеральных фаз быстрита, различающихся содержанием добавочных анионов. Одна из фаз содержит серу и хлор, другая, практически бесхлорная, содержит большее количество серы [1]. Бесхлорная фаза утверждена Комиссией по новым минералам в качестве нового минерала с названием «сульфидрилбыстрит» [9]. Другая фаза, обогащенная хлором, рассматривается нами как собственно быстрит. Таким образом, природные минералы быстрит, сульфидрилбыстрит и карбобыстрит, имеющие одинаковую последовательность слоев, но разное наполнение полостей, объединяются в структурную подгруппу быстрита.

Минералы быстрит и сульфидрилбыстрит на сегодняшний день обнаружены только на Мало-Быстринском лазуритовом месторождении, расположенном в междуречье реки Малая Быстрая и ручья Лазурного примерно в 6 км выше их слияния в Юго-Западном Прибайкалье. Изученный нами быстрит извлечен из частично перекристаллизованного лазуритового кальцифира, где его кристаллы сосуществуют с лазуритом, не обнаруживая каких-либо реакционных взаимоотношений. Сульфидрилбыстрит ассоциирует с лазуритом, диопсидом, кальцитом, флогопитом и пиритом. Минерал развивается на контакте с лазуритом, замещая его в некоторых участках с образованием неравновесной лазурит-диопсид-сульфидрилбыстритовой ассоциации, содержащей до 15...20% сульфидрилбыстрита.

Химический состав образцов определялся на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8200 Jeol, снабженном растровым электронным микроскопом высокого разрешения, энергодисперсионным спектрометром (EDS) с SiLi детектором и пятью спектрометрами с волновой дисперсией (WDS). Минералы оказались нестабильными при воздействии пучка электронов и химический состав изменялся при разных условиях анализа. Количественный элементный анализ выполнялся на WDS при ускоряющем напряжении 15 kV и токе 5 nA, с диаметром пучка электронов 20 μm ; продолжительность счета импульсов на пике линий составляла 20 с, фон измерялся с каждой стороны пика по 10 с. При указанных условиях анализируемые минералы устойчивы к воздействию электронного зонда. Были использованы следующие стандарты: пироп (Si), альбит (Al, Na), диопсид (Ca), ортоклаз (K), барит (S), Cl-апатит (Cl). Для пересчета на процентные содержания оксидов использовалась система обработки данных ZAF. Относительная погрешность составляет 1...2 % отн. для Al и Si, 2...3 % отн. для Na, Ca, K, S и 4 % отн. для Cl. Химический состав (масс. %) быстрита и сульфидрилбыстрита: SiO_2 32.9 и 32.0, Al_2O_3 27.2 и 27.2, CaO 5.1 и 4.9, Na_2O 19.5 и 14.3, K_2O 0.18 и 7.8, S 13.8 и 14.7, Cl 2.79 и 0.20; сумма 99.46 и 99.28 соответственно. Химические формулы были нормализованы на основании $(\text{Si}+\text{Al}) = 12$. Согласно данным рентгеноструктурного анализа (см. ниже) сера присутствует в быстрите в основном в форме полисульфид-иона S_5^{2-} , а в сульфидрилбыстрите – полианиона S_5^{2-} и сульфидрильная группа (SH) содержится в практически равных соотношениях. Эмпирические формулы быстрита и сульфидрилбыстрита:



Главное химическое различие между изученными минералами состоит в том, что быстрит содержит сульфидную серу и хлор в качестве добавочного аниона, а сульфидрилбыстрит – сульфидную серу, но в большем количестве. Помимо этого, формула последнего содержит достаточно большое количество калия.

Данные порошковой рентгеновской дифракции минералов получены с использованием дифрактометра D8 ADVANCE Bruker, оснащенного зеркалом Göbel и детектором VANTEC-1 PSD. Дифрактограммы были получены при пошаговом режиме съемки в диапазоне дифракционных углов 2θ от 5 до 70 градусов, используя $\text{CuK}\alpha$ источник. Экспериментальные условия были следующими: 40 kV, 40 mA, экспозиция в точке - 1 с, размер шага - $0.02^\circ 2\theta$. Параметры элементарной ячейки, уточненные по дифрактограммам в программе TOPAS 4 [12], для быстрита и сульфидрилбыстрита следующие: $a = 12.852(1) \text{ \AA}$, $c = 10.692(1) \text{ \AA}$, $V = 1529.39(1) \text{ \AA}^3$ и $a = 12.958(1) \text{ \AA}$, $c = 10.765(1) \text{ \AA}$, $V = 1565.38(1) \text{ \AA}^3$ соответственно.

Структурные особенности кристаллов были проанализированы на дифрактометре AXS D8 VENTURE Bruker с двумя источниками излучения и детектором Photon 100 под монохроматизированном $\text{MoK}\alpha$ излучении. Стратегия сбора данных была оптимизирована с помощью программного обеспечения APEX2 [4], а интенсивности рефлексов были экстрагированы и откорректированы с учетом Lorentz-поляризации в программе SAINT [8]. Полуэмпирическая коррекция абсорбции была выполнена с применением SADABS [10]. Программа XPREP способствовала определению пространственной группы и расчету статистик интенсивностей. Наконец, уточнение структуры методом наименьших квадратов выполнялось в программе CRYSTALS [5].

Структуры быстрина и сульфгидрилбыстрина являются близкими. Каркас образован слоями, построенными из шестичленных колец тетраэдров, в которых атомы Al и Si распределены упорядоченно. Каркас содержит два типа полостей: канкринитовую и полость типа losod, выстраивающиеся вдоль [001].

Канкринитовая полость представляет из себя одиннадцатигранник, ограниченный шестью четырехчленными и пятью шестичленными кольцами. В структуре минерала цепочки из канкринитовых полостей находятся на (00z). Минералы имеют две канкринитовые полости на одну элементарную ячейку, каждая из которых содержит по одной катионной и одной анионной позиции, зафиксированные на 3-ой оси. Катионная позиция в обоих минералах в основном заселена атомами Ca. Структурная позиция дополнительного аниона в канкринитовой полости быстрина на 87 % заполнена хлором и на 13 % серой группы SH. В сульфгидрилбыстрине, наоборот, эта позиция на 93 % заполнена серой сульфгидрильной группы и на 7 % хлором.

Полость типа losod является 17-эдраном, ограниченным шестью четырехчленными и одиннадцатью шестичленными кольцами. Минералы содержат две полости этого типа на одну элементарную ячейку на (2/3, 1/3, z). На оси третьего порядка в центре основания полости находится катионная позиция, заселенная в основном Ca. Пять анионных позиций, заселенные S и располагающиеся одна под другой вдоль оси под позицией Ca, сдвинуты в сторону от 3-ой оси; некоторые из них являются расщепленными. Заселенности данных позиций указывают на статистическое распределение соответствующих атомов серы с вероятностью 1/3. При этом атомы серы последовательно связаны между собой, образуя кластер типа S_n^{2-} . Кластер $(S_5)^{2-}$ протянут вдоль [001] и имеет печечную конфигурацию. Так как некоторые атомы серы полианиона расщеплены и, более того, могут занимать любую из возможных позиций вокруг 3-ой оси, возникает несколько конформационных возможностей, таких как *cis-trans* изомеры и правые и левые энантиометричные формы для *trans*-изомеров. Катионы Na в быстрине и K и Na в сульфгидрилбыстрине располагаются вокруг серного полианиона. В сульфгидрилбыстрине коэффициент заполнения калием одной из катионных позиций составляет 0.53, коэффициент для натрия в этой позиции равен 0.45. Изученный нами быстрин практически не содержит калия – коэффициент для калия в его химической формуле ~ 0.04, следовательно, данная позиция в минерале практически полностью заполнена натрием. Принимая во внимание критерий заполнения структурной позиции химическим элементом более чем на 50 %, можно утверждать, что данная позиция в сульфгидрилбыстрине является калиевой, а в быстрине – натриевой.

Несмотря на близость структур двух изученных минералов подгруппы быстрина, в результате исследований были выявлены существенные кристаллохимические различия, которые по критериям Комиссии по новым минералам и их названиям позволяют рассматривать быстрин и сульфгидрилбыстрин в качестве самостоятельных минералов. Первое различие заключается в заселенности структурной позиции дополнительного аниона в канкринитовой полости. Так, в структуре быстрина в колонках из канкринитовых полостей наблюдаются уже известные цепочки –Ca–Cl–Ca–Cl–, ранее встреченные в структурах минералов подгруппы давина группы канкринита, в афганите и тунките. В противоположность этому, в структуре сульфгидрилбыстрина установлен уникальный и новый тип цепочки –Ca–SH–Ca–SH–, не наблюдавшийся ранее не только в минералах группы канкринита, но и вообще в природных минералах. В структуре третьего представителя подгруппы быстрина – карбобыстрина места в колонках из канкринитовых полостей занимают цепочки –Na–H₂O–Na–H₂O–, ранее установленные в синтетическом соединении «losod» [11]. Другим различием между быстрином и сульфгидрилбыстрином является разное заполнение щелочными катионами одной из структурных позиций в полости losod.

Литература

1. Канева Е.В., Сапожников А.Н. Исследование форм вхождения серы в минералы канкринитовой группы с помощью монокристалльного рентгеноструктурного анализа // Вопросы естествознания. – 2015. – №2. – С. 44 – 48.
2. Победимская Е.А., Терентьева Л.Е., Сапожников А.Н., Кашаев А.А., Дорохова Г.И. Кристаллическая структура быстрина // Доклады Академии наук СССР. – 1991. – Т. 319 – № 4. – С. 873 – 878.
3. Соколов Ю.А., Максимов Б.А., Илюхин В.В., Белов Н.В. Низкотемпературное исследование кристаллической структуры алюмогерманата натрия // Доклады Академии наук СССР. – 1978. – Т. 243. – № 1. – С. 113 – 115.
4. APEX2 / Bruker. – Madison, Wisconsin, USA.: Bruker AXS Inc., 2003.
5. Betteridge P.W., Carruthers J.R., Cooper R.I., Prout K., Watkin D.J. Crystals version 12: software for guided crystal structure analysis // Journal of Applied Crystallography – 2003. – № 36. – P. 1487.
6. Bonaccorsi E., Merlino S. Modular microporous minerals: cancrinite-davyne group and C-S-H phases // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. – 2005. – № 57. – P. 241 – 290.
7. Khomyakov A.P., Cámara F., Sokolova E. Carbobystrite, Na₂[Al₆Si₆O₂₄](CO₃)·4H₂O, a new cancrinite-group mineral species from the Khibina alkaline massif, Kola Peninsula, Russia: description and crystal structure // The Canadian Mineralogist. – 2010. – № 48. – P. 291 – 300.
8. SAINT / Bruker. – Madison, Wisconsin, USA.: Bruker AXS Inc., 2007.
9. Sapozhnikov A.N., Kaneva E.V., Suvorova L.F., Levitsky V.I., Ivanova L.A., Mitichkin M.A., Barash I.G. Sulfhydrylbystrite, IMA 2015-010//CNMNC Newsletter. – 2015. – № 25. – P. 534; Mineralogical Magazine. – 2015. – № 79. – P. 529-535.
10. Sheldrick, G.M. SADABS, Program for Empirical Absorption Correction of Area Detector Data. – University of Göttingen, Germany. – 2003.
11. Sieber W., Meier W.M. Formation and properties of Losod, a new sodium zeolite // Helvetica Chimica Acta. – 1974. – № 57. – P. 1533 – 1549.

12. TOPAS V4: General profile and structure analysis software for powder diffraction data / Bruker Karlsruhe, Germany.: Bruker AXS Inc., 2008.

РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ КАЛНИНСКОГО ХРОМИТОНОСНОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

А.В. Кичеева, А.Н. Юричев

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Целью работы является характеристика рудной минерализации в ультрамафитах Калнинского массива для реконструкции эволюции вещественного состава хромшпинелидов и ассоциирующих с ними сульфидов в процессе формирования пород массива и их последующих метаморфических изменений. При работе использовался каменный материал, отобранный научным руководителем в ходе выполнения хозяйственных работ с ОАО «КНИИГиМС».

В данной работе проведено изучение хромшпинелидов из дунитов и гарцбургитов Калнинского хромитоносного массива, который является фрагментом нижней части разреза Куртушибинского офиолитового покрова, выделенного в северо-западной части Западного Саяна [1]. Калнинский ультрамафитовый массив имеет субизометричную форму, его площадь составляет примерно 65 км². Массив является крупным тектоническим блоком, окруженным серпентинитовым меланжем. Он сложен метаморфическими перидотитами, которые представляют собой реститовые породы дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса. Его северо-восточная часть сложена, главным образом, дунитами. В юго-западной части массива наблюдается чередование дунитов и гарцбургитов, часто имеющее полосчатое строение. Дуниты и гарцбургиты имеют довольно свежий облик, а в тектонически ослабленных зонах они обычно преобразованы в серпентиниты [2].

Хромшпинелиды постоянно отмечаются в дунитах и гарцбургитах Калнинского массива в виде акцессорной вкрапленности зерен с размером обычно 0,5...1 мм, редко до 2 мм [6]. Окраска их красно-бурая до черной. Они имеют чаще ксеноморфную, реже эвгедральную форму. В зонах оруденения количество хромшпинелидов существенно варьирует от 10 до 70 % с образованием от убогого до густовкрапленного и сплошного хромитового оруденения (рис. 1).

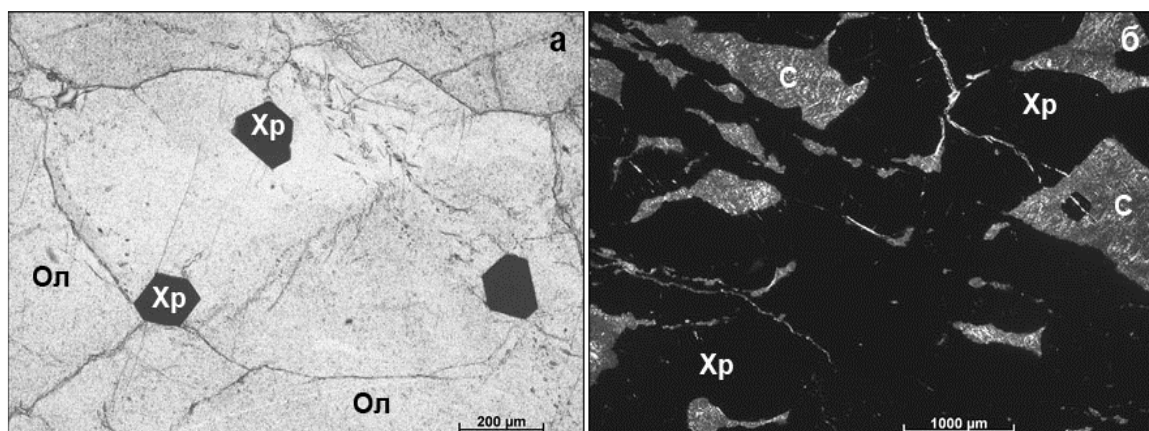


Рис. 1. Хромшпинелидная минерализация в дунитах (а) и хромитах (б) Калнинского массива: а) акцессорная (обр. С-38-306,5, николи II), б) сплошная (обр. 7045-3, николи X). Ол – оливин, С – серпентин, Хр – хромшпинелид

Хромшпинелиды отличаются высокохромистым составом, с содержанием Cr₂O₃, преимущественно от 50 % до 65 %. В них отмечаются NiO до 0,30 %, CoO до 0,15 %, V₂O₅ до 0,27 %. По химическому составу хромшпинелиды соответствуют преимущественно хромитам, реже алюмохромитам и хромпикотитам [5] (рис. 2). Их высокохромистый состав свидетельствует о высокой степени рестирования ультрамафитов [4].

Проведенные нами расчеты составов хромшпинелидов с использованием экспериментальных данных [3] позволили установить степень частичного плавления исходного мантийного субстрата, которая составила от 28 до 41 %. Температуры оливин-хромшпинелидных равновесий, установленных с использованием геотермометра Дж. Фабри [7], отвечают интервалу 750...850° С. Рассчитанные температурные равновесия оливина и хромшпинелида отражают их метаморфогенные преобразования, обусловленные высокотемпературным пластическим деформированием дунитов и гарцбургитов. Во вкрапленных хромитах Калнинского массива постоянно отмечаются платиноиды: Pt до 0,060, Pd до 0,020, Ru до 0,080 г/т. Наличие этих платиноидов в хромитах свидетельствует о нетрадиционной платиновой минерализации ультрамафитов Калнинского массива.

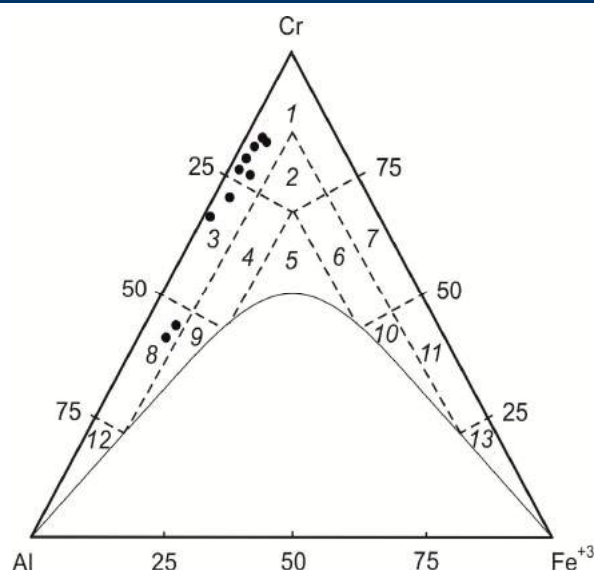


Рис. 2. Составы хромшпинелидов из ультрамафитов Калнинского массива на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [5]: 1) хромиты; 2) субферрихромиты; 3) алюмохромиты; 4) субферриалюмохромиты; 5) ферриалюмохромиты; 6) субалюмоферрихромиты; 7) феррихромиты; 8) хромпикотиты; 9) субферрихромпикотиты; 10) субалюмохроммагнетиты; 11) хроммагнетиты; 12) пикотиты; 13) магнетиты.

Сульфидная минерализация встречается редко как в породах, так и хромитах. Она наблюдается в виде микрозернистых включений в зернах хромшпинелидов, либо по их периферии в виде мелких зерен с размерами до 0,05 мм. Сульфиды по своему составу отвечают хизлевудиту с низким содержанием никеля и повышенным серы. В составе минерала постоянно отмечается примесь железа.

Полученные результаты свидетельствуют, – ультрамафиты Калнинского массива представляют собой предельно деплетированные мантийные образования. При этом состав хромшпинелидов, очевидно, обусловлен интенсивной степенью рестрирования ультрамафитов, которые являются составной частью офиолитовых комплексов. По химическому составу хромшпинелиды относятся к хромпикотитам, алюмохромитам и, преимущественно, к хромитам. Такая последовательность составов хромшпинелидов отражает возрастание степени рестрирования ультрамафитов. С хромшпинелидами тесно связана платинорутениевая специализация элементов платиновой группы. Иногда в хромшпинелидах отмечается рассеянная вкрапленность мелких зерен сульфидов, представленных хизлевудитом, который, вероятно, образовался в процессе серпентинизации дунитов и гарцбургитов.

Литература

1. Добрецов Н.Л., Молдаванцев Ю.Е., Казак А.П., Пономарева Л.Г., Савельева Г.Н., Савельев А.А. Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1977. – 223 с.
2. Кичеева А.В. Петроструктурные особенности гарцбургитов Калнинского массива (Западный Саян) // Металлогения древних и современных океанов–2013. Рудоносность осадочных и вулканогенных комплексов. – ИМин УрО РАН, 2013. – С. 123–126.
3. Леснов Ф.П., Подлипский М.Ю. Геохимия аксессуарных хромшпинелидов из пород Эргакского хромитоносного гипербазитового массива и условия его формирования (Западный Саян) // ДАН. – 2008. – Т. 422. – № 5. – С. 660–664.
4. Макеев А.Б. Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – СПб.: Наука, 1992. – 197 с.
5. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН. – 1949. – Вып. 103. – № 3. – С.91.
6. Юричев А.Н. Калнинский ультрамафитовый массив Западного Саяна: рудная минерализация и ее генетическая природа // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 2. – С. 61 – 69.
7. Fabries J. Spinel Olivine Geothermometry in Peridotites from Ultramafic Complexes // Contrib. Miner. and Petrol. – 1979. – V. 69. – № 4. – P. 329–336.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ЩЕЛОЧНЫХ ИНТРУЗИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО САНГИЛЕНА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТУВА)

Т.В. Козулина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектами изучения являлись щелочные породы Дахунурского, Баянкольского, Харлинского, Тоскульского и Чикского интрузивов Центрального Сангилена, представляющего собой срединный массив с ранне-позднепротерозойским кристаллическим основанием и венд-кембрийскими терригенно-карбонатными отложениями чехла [4]. Интрузивы отнесены к многофазному сангиленскому комплексу раннекаменноугольного возраста [1, 7]. Исследователи [3, 8] объединяют изученные массивы в единую магматическую серию эгиригеденбергитовых фойяитов, ювитов и ийолит-уртитов. Состав ассоциации неоднозначный по данным разных авторов, поэтому нуждается в изучении и уточнении. Выбранные массивы являются взаимодополняющими в составе единой ассоциации [7] и содержат карбонатиты и/или карбонатитоподобные породы.

Методом электронной микроскопии (Аналитический центр геохимии природных систем Томского государственного университета, комплекс рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford INCA Energy-350 с растровым электронным микроскопом VEGAII LMU) автором исследован состав главных породообразующих минералов из щелочных пород: клинопироксенов, амфиболов, нефелина и щелочных полевых шпатов. Условия измерений: ускоряющее напряжение 20 кВ; ток поглощенных электронов 48 нА; измерение по K_{α} -излучению для всех элементов. В качестве эталонов применялись природные минералы.

Клинопироксены характеризуются высоким содержанием Са и широкими вариациями содержаний Mg, Fe и Na (таблица). Составы клинопироксенов варьируют от диопсид-авгита и геденбергит-авгита до эгиригеденбергитов (En₀₋₃₀Wo₄₀₋₆₈Fs₁₆₋₅₇) [2].

Таблица

Представительные составы породообразующих минералов щелочных пород Юго-Восточной Тувы

Порода	Фойяиты					Фойдолиты					
	5	2	4	3	2	19	7	3	7	6	2
Число определений											
Компоненты	Эгиригеденбергит	Авгит	Гастингсит	Магнезиальный гастингсит	Ферропаргасит	Геденбергит	Диопсид	Эгиригеденбергит	Железистый паргасит	Ферропаргасит	Гастингсит
SiO ₂	51.00	47.96	38.36	43.44	39.99	47.80	45.71	50.37	39.19	36.73	36.88
Al ₂ O ₃	1.87	4.16	11.47	10.59	10.68	3.27	7.57	1.71	15.31	13.68	12.30
K ₂ O	-	-	1.72	1.09	1.82	-	-	-	1.39	1.89	1.91
Na ₂ O	4.79	2.18	3.74	1.25	3.00	1.81	1.14	2.95	2.67	2.96	2.73
CaO	16.05	18.24	9.25	12.34	10.93	20.25	22.15	18.86	12.65	10.43	10.45
MgO	3.58	5.06	3.16	9.53	4.38	3.52	6.40	3.96	7.47	0.70	1.24
TiO ₂	0.52	0.12	1.46	1.61	0.34	1.12	1.74	0.79	1.09	0.89	0.76
MnO	0.50	0.69	0.61	0.32	0.77	0.45	0.31	0.54	0.25	0.44	0.32
FeO _{сум}	21.96	20.50	28.62	19.67	25.04	21.75	15.19	20.95	18.17	30.46	31.12
Cl	-	-	0.07	-	0.05	-	-	-	0.05	0.06	-
Σ	100.27	98.90	98.45	99.84	97.00	99.98	100.21	100.12	98.24	98.24	97.70
Na/(Na+K+Ca)	0.23	0.10	-	-	-	0.08	0.05	0.14	-	-	-
X _{Mg}	0.14	0.19	0.10	0.32	0.15	0.14	0.31	0.16	0.30	0.02	0.04
X _{Ca}	0.76	0.87	0.63	0.84	0.69	0.92	0.95	0.86	0.75	0.68	0.69
Mg/(Mg+Fe ²⁺)	-	-	0.20	0.52	0.24	-	-	-	0.44	0.04	0.08
Fe ³⁺ /(Fe ³⁺ +Al ^{VI})	-	-	0.78	0.67	0.00	-	-	-	0.17	0.40	0.63
Расчетное давление, кбар	-	-	5.60	4.33	5.09	-	-	-	7.73	7.57	6.49

Примечания:

1. При расчете количества Fe³⁺, Fe²⁺, Al^{VI} в кристаллохимических формулах амфиболов использован метод Дж.К. Шумахера (1998) (расчет на 24 атома кислорода, а для вычисления давлений - на 23 атома кислорода).

2. X_{Mg} = Mg/(Mg+Fe+Mn).

3. X_{Ca} = Ca/(Ca+Na+K).

4. FeO_{сум} – суммарное количество Fe₂O₃ и FeO.

На диаграмме Хесса-Полдерварта составы изученных клинопироксенов группируются в поле, соответствующее минералам фойяитов и фойдолитов [3, 8]. Пироксены фойяитов менее магнезиальные и более натриевые по сравнению с пироксенами фойдолитов. Среднее отношение Mg/(Mg+Fe+Mn) в фойяитах составляет 0,17 (от 0,04 до 0,27), а в фойдолитах возрастает до 0,22 (от 0,03 до 0,66). Среднее отношение

Na/(Na+K+Ca) в фойюитах составляет 0,14 (от 0,08 до 0,44), а в фойдолитах уменьшается до 0,08 (от 0,03 до 0,14). Количество рассчитанного двухвалентного железа преобладает над трехвалентным. Для пироксенов характерно повышение эгириновой миналы в краевых частях зерен. Пироксены замещаются амфиболами и ассоциирующим лепидомеланом. В породах Дахунурского и Чикского массивов отмечается шорломит [3].

Амфиболы представлены паргаситом, ферропаргаситом, гастингситом (табл.), которые на классификационной диаграмме Лик с соавторами [9] приурочены к композиционному полю натриево-кальциевых разновидностей. Среднее содержание суммарного Al_2O_3 высокое. Значения X_{Mg} находятся в пределах, характерных для минералов паргасит-гастингситового ряда (от 0.02 до 0.32). В целом, амфиболы наследуют особенности химизма пироксенов: с увеличением эгириновой составляющей в клинопироксенах уменьшается кальциевость и увеличивается щелочность в амфиболах [2]. Вероятно, амфиболы из фойдолитов образованы на позднемагматической или ранней постмагматической стадии, при перекристаллизации нефелин-пироксеновых пород. Для амфиболов были рассчитаны средние величины давлений (таблица) по методу Johnson и Rutherford (1989): для образцов из фойдолитов 7,26 кбар; для образцов из фойюитов 5,01 кбар. В фойюитах, согласно амфибол-клинопироксеновой термометрии [5], значения температур варьировали в пределах: 550...950 °С (для диаграмм с изотермами распределения Ca); 450 ... 650 °С (для диаграмм с изотермами распределения Mg).

Средний состав нефелина $Ne_{66}Ks_{24}An_4Qz_5$ соответствует минералам ассоциации фойюитов, ийолитов, уртитов и ювитов. Такие нефелины отличаются постоянным присутствием анортитового минала. Средняя мольная доля калия составляет 0,27 в нефелинах из фойдолитов, и 0,25 в нефелинах из фойюитов; среднее отношение K/Na составляет 0.37. Обнаружены микропримеси Fe, Mn и Sr. Замещается нефелин канкринитом и цеолитами [2]. От более ранних фойдолитов к фойюитам в нефелинах снижается количество анортитового компонента и увеличивается количество кварцевого; остальные составляющие изменяются незначительно. Нефелины из фойдолитов содержат, в среднем, 4,0 мас. % Qz; нефелины из фойюитов 7,6 мас.%. Эти колебания состава согласуются с закономерностями, описанными Н. С. Самсоновой [6] для нефелинов магматических пород. Оценка, сделанная по методу Hamilton и McKenzie (1960), показала, что нефелины образовывались в диапазоне температур от 500 °С до 750 °С. В целом, для образцов из фойюитов характерны более высокие значения.

Приблизительные значения температур также были оценены по методу Л.Л. Перчука и В.А. Кононовой [3] для нефелина и пироксена, и соответствуют 400 ... 800 °С (для фойдолитов) и 600 ... 900 °С (для фойюитов). Широкий разброс значений возникает вследствие неоднородного состава пироксенов в различных массивах (в отличие от нефелина, имеющего однородный состав). Для пироксенов средние отношения Na/(Na+K+Ca) составляют 0,18 (в фойюитах) и 0,08 (в фойдолитах). Средние отношения Na/(Na+K+Ca) в нефелинах фойюитов и фойдолитов близкие и согласуются с литературными данными [3]. Выявленные особенности состава нефелина свидетельствуют о его магматическом происхождении, что согласуется с выводами [7], хотя существует точка зрения о метасоматическом происхождении нефелина и в целом большей части фойдолитов [3, 8].

Щелочные полевые шпаты представлены ортоклазом состава: в фойдолитах $Ab_{4,5-6}An_0Or_{94,95,5}$; в фойюитах $Ab_{6-12}An_0Or_{88,94}$; в ювитах $Ab_{47}An_{0,0}Or_{53}$ [2]. Для образцов из фойюитов и ювитов характерна примесь Ba (1,24 мас. %). В лейкократовых фойюитах наблюдается ортоклаз-пертит с вростками альбита состава $Ab_{99,6}An_0Or_{0,4}$. Вариации состава ортоклаза могут быть связаны с поздней и постмагматической перекристаллизацией. В связи с этим температуры равновесий нефелин – калиевый полевой шпат [8] вычисляются только приближенно.

Таким образом, составы породообразующих минералов образуют эволюционный тренд, соответствующий единой магматической ассоциации. Особенности химического состава этих минералов позволяют сделать вывод об их высокотемпературной (магматической) природе.

Литература

1. Врублевский В.В., Никифоров А.В., Сугоракова А.М., Лыхин Д.А., Козулина Т.В., Юдин Д.С. Возраст и природа щелочных пород Дахунурского плутона, Юго-Восточная Тува // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 146–153.
2. Козулина Т.В. Химическая эволюция породообразующих минералов щелочных пород Юго-Восточной Тувы // Новое в процессах рудообразования: материалы четвертой российской научно-практической школы с международным участием. – М.: ИГЕМ РАН, 2014. – С. 153–156.
3. Кононова В. А. Якупирангит-уртитовая серия щелочных пород. – М.: Наука, 1976. – 214 с.
4. Кузьмичев А.Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива. – М.: Пробел-2000, 2004. – 191 с.
5. Перчук Л.Л. Равновесия породообразующих минералов. – М.: Наука, 1970. – 390 с.
6. Самсонова Н.С. Минералы группы нефелина. – М.: Наука, 1973. – 144 с.
7. Хомичев В. Л., Бухаров Н. С., Минин В. А. Эталон Сангиленского габбро-нефелин-сиенит-щелочногранитного комплекса (Юго-Восточная Тува). – Новосибирск, 2009. – 193 с.
8. Яшина Р.М. Щелочной магматизм складчато-глыбовых областей. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
9. Leake B. E. et al. Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names // The Canadian Mineralogist. – 1997. – Vol. 35. – P. 219–246.

**ВУЛКАНИЗМ УДИНО-ЕРАВНИНСКОЙ, НЕРЧИНСКОЙ И АЛЕКСАНДРОВО-ЗАВОДСКОЙ
ВПАДИН ЗАБАЙКАЛЬЯ****Т.Ю. Комарицына****Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.А. Воронцов
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия**

В связи с закрытием Монголо-Охотского океана на территории Центрально Азиатского складчатого пояса, в позднемезозойское-раннекайнозойское время произошел ряд тектонических и магматических событий. Произошло образование впадин и грабенов, заполнявшихся магматическим и осадочным материалом. Эти впадины на всей территории пояса распространены неравномерно и имеют свою историю магматического развития. Совокупности разных по возрасту вулканитов выделены как отдельные вулканические области, обладающие своими закономерностями развития вулканизма и являющиеся структурно и пространственно автономными по отношению к другим областям: Южно-Хангайская, Западно-Забайкальская, Центрально-Алданская, Восточно-Монгольская, Южно-Байкальская и Дариганская [2].

Геохимическая характеристика вулканитов этих областей является ключом к решению проблемы связи геодинамики Монголо-Охотского бассейна с эволюцией магматизма и его источников во времени.

Одним из путей решения этой проблемы является сравнительный анализ петро-геохимических и изотопных (Sr-Nd) характеристик вулканитов Удино-Еравнинской (174...51 млн лет) впадины Западно-Забайкальской рифтовой области (ЗЗРО) с вулканитами Александрово-Заводской (161 млн лет) и Нерчинской впадин (156...131 млн лет), относимых к Восточно-Монгольской рифтовой области. Приведем краткое описание вулканизма и петро-геохимических характеристик для каждого из рассматриваемых объектов.

Удино-Еравнинская впадина ЗЗРО занимает северо-восточную часть области, охватывает бассейны рек Уда, Заза, Витим и включает впадины северо-восточного простирания, выполненные продуктами вулканических излияний. На основании геологических соотношений пород и геохронологических исследований в пределах впадины выделяется 7 этапов магматизма, которые по составам источников (определенных по изотопным данным) можно разделить на 2 большие группы.

Первая группа включает в себя 4 этапа вулканизма в интервале 174...131 млн лет.

Среднеюрский этап (174...170 млн лет) и *позднеюрский этап* (160...154 млн лет), представленные вулканическими породами нижней и верхней частей разреза удинской свиты. Вулканиты образуют дифференцированные ассоциации пород от трахибазальтов до трахириодацитов, разброс по кремнекислотности составляет от 49 до 73 мас. % для каждой ассоциации.

Этап начала раннего мела (143...135 млн лет) является самым значительным по объему излившихся лав. В это время происходило образование трахибазальт-трахиандезитово-трахиандезитовой ассоциации, отвечающей возрасту пород хилокской свиты (диапазон содержания SiO_2 от 47 до 55 мас. %).

Этап середины-конца раннего мела (131...111 млн лет). Породы этапа представлены трахибазальтами, трахиандезитовыми породами и ассоциирующимися с ними щелочными нефелин-нормативными базальтами, формирующими незначительные по размерам пространственно разобщенные лавовые поля. Содержание SiO_2 для пород этапа изменяется от 47 до 53 мас. %.

Для пород первой группы, как и для пород всех этапов впадины, наблюдаются изменения в объемах и составах продуктов магматизма. По мере омоложения пород уменьшается доля сапидитовых пород с полным их исчезновением к 4 этапу и появлением на этом этапе щелочных базальтоидов. Содержания TiO_2 в ходе эволюции магматизма постепенно увеличиваются от 1,62 для пород 1 этапа до 2,53 для пород 4 этапа. Несмотря на эти изменения характеристики микроэлементного состава основных пород группы очень похожи и характеризуются обогащением несовместимых элементов, близких по содержанию к базальтам типа ОИВ. Исключения составляют Nb и Ta, отвечающие минимальным содержаниям, а также Ba, K, Sr, Pb, превышающие нормы ОИВ. Отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в породах группы изменяются в интервале от 0,7053 до 0,70594 при $\epsilon\text{Nd} = -2,8...-0,7$.

Вторая группа пород включает в себя 3 этапа в интервале 83...51 млн лет.

Этап начала позднего мела (83...78 млн лет) представлен ассоциацией оливиновых трахибазальтов и щелочных базальтов. На этом этапе произошло образование небольших по площади проявлений вулканитов.

На этапе конца позднего мела (72...71 млн лет) произошло образование щитового вулкана, сложенного щелочными пикробазальтами и щелочными базальтами.

Эоценовый этап (53...51 млн лет) характеризуется ассоциацией вулканитов основного состава. Они вскрыты скважинами и масштабы распространения этих пород остаются неизвестными.

Содержание кремнезема в породах этой группы от этапа к этапу снижаются от 48 до 41 мас. %.

Вулканиты второй группы аналогично породам первой группы близки по своим характеристикам к ОИВ, но при этом в породах исчезает Ta-Nb минимум, повышаются концентрации титана. Изотопные характеристики вулканитов сильно меняются, что говорит о смене источника магматизма $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7039...0,7047$, при $\epsilon\text{Nd} = 1,1...3,6$.

В целом эволюция составов сектора характеризуется уменьшением доли кислых пород, вплоть до их исчезновения к 111 млн лет, увеличением содержания TiO_2 (до 2,51 мас. % на втором этапе), сглаживанием Nb-Ta минимума и исчезновением положительных аномалий Ba, K, Sr. Изотопные характеристики пород изменяются от близости к источнику типа BSE до источника типа PREMA (рис.).

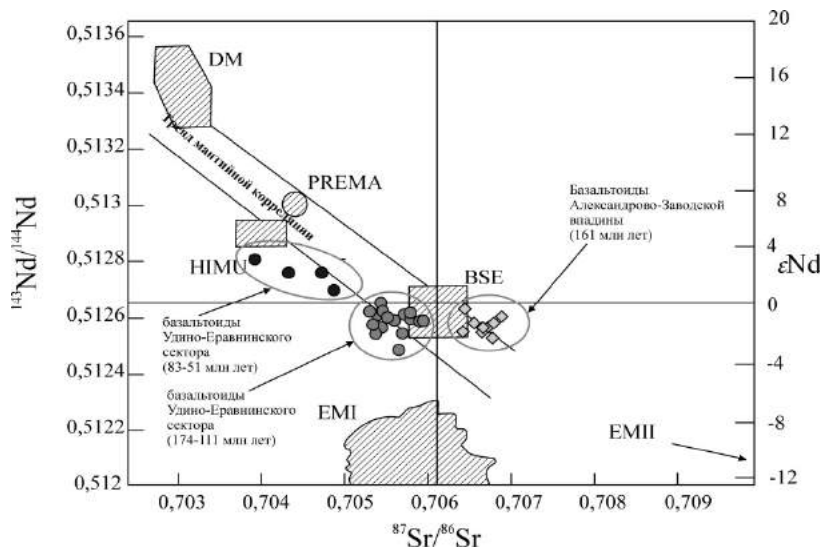


Рис. 1. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ изотопная корреляционная диаграмма

второй содержание титана незначительно увеличивается и равно 0,91...1,06 мас. % при суммах щелочей 6,8...5,4 мас. % и 6,7...4,9 мас. % соответственно. Наблюдаются ярко выраженные минимумы по Nb и Ta и повышенные значения для Rb и Ba, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ отношения для пород первой стадии меняются от 13,9 до 18,0, для второй – 15,8...23,0.

Вулканические образования Александрово-Заводской впадины сложены двумя пачками вулканитов среднего и основного состава и относятся к кайласской свите, возраст пород по Ar-Ar данным для базальта нижней пачки кайласской свиты составляет $161 \pm 1,7$ млн. лет. Содержания TiO_2 для основных пород кайласской свиты равны 0,96...1,04 мас. %, при сумме щелочей равной 7,30 мас. %. Отношения $(\text{La}/\text{Yb})_N$ чуть выше, чем у вулканитов Нерчинской впадины и варьируют от 20,57 до 26,33. Вулканиты характеризуются повышенными значениями крупноионных литофильных элементов и ярко выраженными минимумами по Nb, Ta и Ti. Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7064...0,7068$ при ϵNd , изменяющимся от -2,12 до -0,07 [1].

Сопоставление разновозрастных пород Удинского сектора с породами Нерчинской и Александрово-Заводской впадин позволяет сделать ряд выводов. Породы рассматриваемых объектов, несмотря на пространственную разобщенность областей, имеют большое сходство по петрографическим характеристикам. Базальтоиды этих областей обогащены большинством несовместимых элементов и отличаются от базальтов типа OIB дефицитом Ta-Nb при обогащении Ba, K, Sr, а также более фракционированным распределением редкоземельных элементов. В отличие от базальтов 1 группы Удинского сектора, породы Александрово-Заводской и Нерчинской впадин характеризуются наиболее ярко выраженным Nb-Ta минимумом, а также минимумами по Ti, Y и P, при этом значения Th, U превышают таковые для базальтов Удинского сектора. При одинаковых значениях ϵNd породы Александрово-Заводской впадины характеризуются большими значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ по сравнению с базальтоидами Удинского сектора и стремятся к источнику EM II, в то время как породы 1 группы Удинского сектора близки к источнику BSE.

На основе выше приведенных данных можно сделать вывод об условиях формирования впадин. Столкновение Аргунского блока и Сибирского континента привело к образованию мезозойских впадин (Нерчинской, Александрово-Заводской и других, расположенных вдоль зоны Монголо-Охотского шва), заполнявшихся магматическим материалом надсубдукционного типа, развитого вдоль бортов МОП. Большое влияние на состав магматических продуктов оказал Северо-Азиатский суперплюм [3], который при взаимодействии с надсубдукционной мантией и обеспечил повышенные концентрации элементов, близкие к OIB в области активно-континентальной окраины. Что же касается Удино-Еравнинской впадины, то можно сделать предположение, что впадина образовалась в результате взаимодействия суперплюма на литосферу. Сходство петро-геохимических характеристик продуктов магматизма с продуктами окраин Монголо-Охотского шва можно объяснить смешением плюмового материала с материалом мантии, переработанной в надсубдукционных условиях.

Литература

1. Сасим С.А. Шошонит-латитовая и трахибазальтовая серии Восточного Забайкалья: изотопно-геохимическая характеристика и генезис магматических пород Александрово-Заводской впадины: Автореферат дис...канд.геол.-мин. наук. – Иркутск, 2014. – 23 с.
2. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Иванов В.Г. Внутриплитная позднемезозойская-кайнозойская вулканическая провинция Центральной-Восточной Азии – проекция горячего поля мантии // Геотектоника. – 1995. – № 5. – С. 41–67.
3. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Кузьмин М.И. Северо-Азиатский суперплюм в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. – 2000. – № 5. – С. 3–29.

Нерчинская впадина имеет протяженность до 120 км при ширине 20...25 км. Она прослеживается вдоль р. Шилка и обрамляется двумя хребтами: с юго-востока – Борщовочным хребтом, а с севера Нерчинско-Куэнгинским. Развитие вулканизма впадины можно разделить на две стадии: 1) позднеюрская – 150,8...146,5 млн лет, представленная трахидацит-трахиандезитовой дифференцированной серией пород; 2) раннемеловая – 131 млн лет, представленная трахидацит-трахиандезиобазальтовой дифференцированной серией пород. Для основных пород, относимых к первой стадии, характерны низкие концентрации $\text{TiO}_2 = 0,75...0,98$ мас. %, для

4. Zindler A., Hart S.R. Chemical geodynamics // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 1986. – Vol. 14. – P. 493–571.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНАЦИТА ТУГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Костылева

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Монацит – минерал, представляет собой безводную смесь фосфатов редкоземельных металлов и тория и обозначается формулой $(Ce, La, Nd, \dots, Th) \cdot PO_4$. В монаците обычно содержится от 3,5 до 10% оксида тория (ThO_2). Минерал с наиболее богатым содержанием тория (28,2 %) был найден на Цейлоне. Сумма редкоземельных оксидов (главным образом церия, лантана, неодима), как правило, составляет 55–74%, в том числе иттрия и элементов иттриевой группы (1...3 %, реже 4...8 %), содержание оксида фосфора (P_2O_5) варьирует в пределах 18,4...31,5 %.

Впервые минерал был открыт на Южном Урале в Ильменских горах (Челябинская область). В природе монацит встречается в эндогенных месторождениях самых различных генетических типов. Наиболее широко он распространен как акцессорный минерал гранитов (обычно биотитовых), в которых имеет средний состав редких земель ($La \approx Nd$) и содержит в значительном количестве торий.

Исследуемое Туганское месторождение располагается в Томском районе Томской области в 30 км к северо-востоку от ее административного центра в районе станции Туган. Данное месторождение известно еще с 30-х годов, вначале как месторождение кварцевых песков, а с 1956 года как россыпное циркон-ильменитовое месторождение [1].

Туганское месторождение находится в области сочленения Колывань-Томской складчатой зоны с Западно-Сибирской плитой. В геологическом строении месторождения принимают участие палеозойские породы, представленные преимущественно глинистыми сланцами нижнего карбона с развитой на них корой выветривания.

Месторождение состоит из отдельных линзообразных промышленных россыпей. Содержание полезных компонентов распределяется в них относительно равномерно. Месторождение поделено на пять отдельных участков: Малиновский, Южно-Александровский, Северный, Кусково-Ширяевский и Чернореченский.

Туганское месторождение имеет сложное геологическое строение, которое характеризуется изменчивой мощностью, внутренним строением тел полезного ископаемого, неравномерным распределением основных ценных компонентов.

Характерная его особенность в том, что состав тяжелой фракции в песке на 90...95 % состоит из рудных минералов: ильменита, рутила, циркона, монацита и лейкоксена. Также сюда входят и вредные примеси, которые в данной фракции имеют незначительные содержания.

Нерудная часть россыпи, в свою очередь, состоит из каолинового материала и чистых кварцевых песков. Высокая обогатимость песков и сочетание полезных компонентов позволяют в полной мере использовать все продукты переработки песков в промышленности.

Образец шлиха из Туганского месторождения был подвергнут магнитной сепарации, благодаря которой выделен монацитовый концентрат.

Зерна монацита имеют неправильную форму обломков размером до 0,5 мм, окатаны. Цвет варьирует от бледно-желтых до насыщенных желтовато-бурых оттенков. Поверхность зерен неровная, просматриваются выбоины. Минерал обладает жирным блеском и имеет невысокую степень прозрачности (рис. 1).



Рис. 1. Фотография монацита под оптическим микроскопом, длина линейки 1мм

Среднее содержание монацита в продуктивных пластах Туганского месторождения находится на уровне 0,03 % от исходной пробы. Несмотря на небольшое содержание монацита в песках он представляет большой практический интерес как источник редкоземельных элементов [1].

Таблица

Сопоставление данных среднего химического состава монацита в интрузивных породах с химическим составом монацита Туганского месторождения (по литературным данным)

	Среднее содержание, мас.%	
	Нормативное	Туганское месторождение
TR ₂ O ₃	57.1	68.9
Ce ₂ O ₃	27.5	28
P ₂ O ₃	26.8	27.3
ThO ₂	8.1	3.32

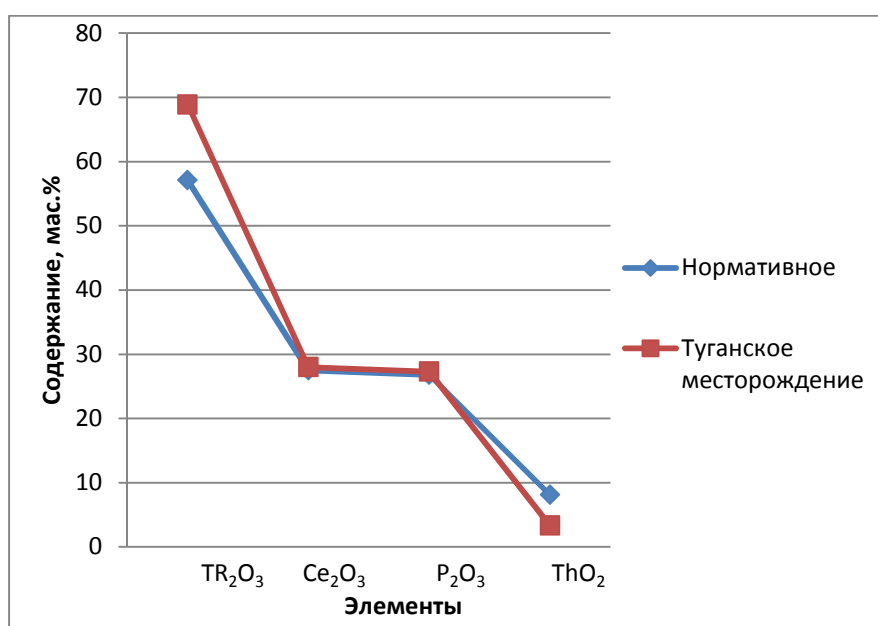


Рис.2. Сравнение содержания элементов в монаците.

В результате анализа литературных данных (таблица, рис. 2) можно сделать заключение о том, что в монаците Туганского месторождения прослеживаются повышенные содержания редкоземельных элементов и пониженные содержания оксида тория.

Литература

1. Рихванов Л. П. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона. – Кемерово: ООО «Сарс», 2001. – 51 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ФУНДАМЕНТА ГИДРОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВИТИМСКОГО УРАНОВОРУДНОГО РАЙОНА

Е.С. Кузнецова

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В данной работе рассмотрены особенности вещественного состава гранитоидов Амалатского плато, слагающих фундамент отложений палеодолин Витимского урановорудного района, вмещающих Кореткондинское, Дыбынское и Намаруское месторождения. Месторождения расположены на северном склоне Байсыханского поднятия.

Цель работы: на основе изучения вещественного состава гранитоидов – определение их специализации и возможного источника рудного вещества.

Задачи исследований: изучение вещественного состава гранитоидов методами оптической петрографии, электронной микроскопии; определение геохимической специализации гранитоидов.

В пределах изученного района распространены гранитоиды баргузинского (289.2±1.0 млн лет) и витимканского (291.2±0.9 млн лет) комплексов [1].

По петрографическому составу преобладают порфиридные лейкократовые биотитовые граниты субщелочного ряда.

Основные породообразующие минералы: кварц 20...35 %, плагиоклаз 15...25 %, калишпат 25...35 %, биотит 1...5 %, мусковит 1...7 %. Акцессорная минерализация (1...3 %) представлена апатитом, цирконом, сфеном, магнетитом, монацитом, ксенотимом.

Характерной особенностью гранитоидов является их сравнительно повышенная радиоактивность (до 30...70 мкр/час), которая обусловлена, как будет показано ниже, присутствием акцессорных радиоактивных минералов

Образцы изучались методом сканирующей электронной микроскопии на приборе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash (лаборатория оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра "Урановая геология" ТПУ).

В процессе электронно-микроскопического анализа нами обнаружены агрегаты и отдельные кристаллы циркона до 10...40мкм в поперечнике. Встречаются урансодержащие (U около 8,5%) разновидности (рис. 1, табл. 1).



Рис. 1. Месторождение Кореткондинское. С-5648, инт. 266,7...267,2 м. Урансодержащий циркон. 1,2 - точки с установленным химическим составом (табл. 1)

Таблица 1

Химический состав урансодержащего циркона (рис. 1), вес. %, по данным сканирующей электронной микроскопии

Вес. %	O	Na	Al	Si	Cl	K	Ca	Zr	Hf	U	Σ
1	33.7	0.43	0.92	15.75	0	0.6	3.38	35.87	1.1	8.25	100
2	40.0	0.26	0.34	15.7	0.001	0.15	0.23	42.0	1.4		100

Пробел – элемент не установлен. Состав нормирован на 100 %.

Редкоземельная минерализация представлена редкоземельными фосфатами, предположительно монацитом (Ce, La, Nd, Th) [PO₄] и ксенотимом (YPO₄) с небольшой примесью Ga, Dy, Er, Yb. Эти минералы распространены достаточно широко и представлены сыпью мелких кристаллов (2...4 мкм) (рис. 2, табл. 2). В качестве изоморфной примеси может присутствовать уран (1 %).

Нами обнаружена собственная урановая минерализация в виде кальциевого фосфата и титанат урана. При исследовании прозрачных шлифов кальциевый фосфат урана встречается в виде прожилков размером до 15 мкм или небольших зерен в межзерновом пространстве кварца (рис. 3, табл. 3). Скорее всего эти прожилки сформировались в постмагматический этап преобразования гранитоидов.

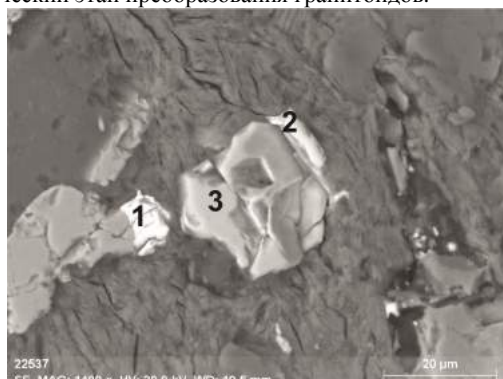


Рис. 2. Месторождение Кореткондинское. С-5651, инт. 200,4 м. Монацит (1), ксенотим (2), циркон (3)

Таблица 2

Химический состав монацита (1), ксенотима (2), циркона (3) (рис. 2), вес. %, по данным сканирующей электронной микроскопии

№ проб	O	Na	Al	Si	P	K	Ca	Fe	La	Σ
1	31.05	1.37	2.13	8.33	11.0	0.59	0.42	3.76	10.06	
2	37.21	0.59	2.06	9.64	14.71	0.74	0.35	2.05		
3	36.35	0.44	1.16	15.65		0.56		1.89		
	Ce	Nd	Th	Y	Ga	Dy	Er	Yb	Zr	
1	22.04	7.78	1.40							100
2				20.79	1.58	4.33	2.90	2.96		100
3									43.95	100

Пробел – элемент не установлен. Состав нормирован на 100 %.

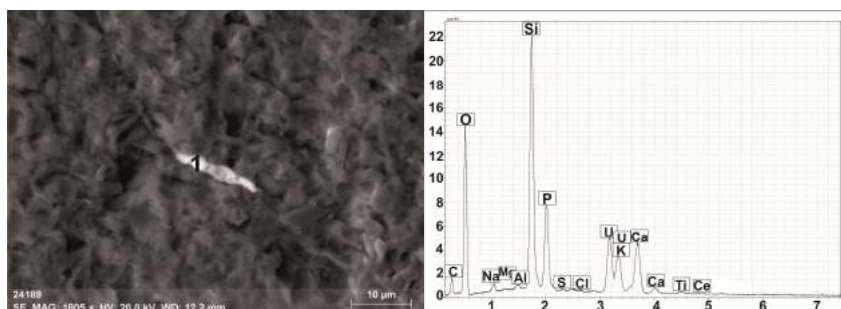


Рис. 3. Месторождение Кореткондинское. С-5648, инт. 266,7...267,2 м. Кальциевый фосфат урана (1)

Примечание: слева - электронно-микроскопический снимок, на котором показана точка исследования; справа – энергодисперсионный спектр.

Таблица 3

Химический состав кальциевого фосфата урана (рис. 3), вес. %, по данным сканирующей электронной микроскопии

1	O	Na	Mg	Al	Si	P	Cl	K	Ca	Ti	Ce	U	Σ
	38,53	1,14	0,19	0,41	17,01	8,26	0,02	0,78	8,77	0,39	0,58	23,85	100

Пробел – элемент не установлен. Состав нормирован на 100 %.

Кроме редкометалльно-редкоземельной минерализации нами обнаружена обильная вкрапленность сульфидов железа с примесью мышьяка (до 26%), цинка, серебра, бария, свинца. Также обнаружены оксиды железа, титана, и золото с примесью серебра, железа, меди, титана. Зафиксированы интерметаллические соединения Sn, Cu, Zn, Fe, SiO₂, а также самородные металлы W и Ni.

Анализ вещественного состава гранитоидов свидетельствует о том, что они представлены редкометалльными и высокорадиоактивными существенно ураноносными гранитами и могут являться источником урановой минерализации на гидрогенных месторождениях Витимского урановорудного района.

Литература

1. Ярмолюк В.В., Будников С.В., Коваленко В.И. и др. Геохронология и геодинамическая позиция Ангаро-Витимского батолита // Петрология. – 1997. – Т. 5. – С.451 – 466.

СУЛЬФОСОЛИ В РУДАХ СКАРНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

А.А. Лишунов, Р.А. Кемкина, И.В. Кемкин

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Минералы группы сульфосолей являются довольно распространенными среди руд месторождений различных генетических типов, в том числе и скарново-полиметаллических, где они нередко образуют устойчивые парагенезисы с большинством рудных минералов, включая и те, которые составляют основную промышленную ценность месторождений. В отдельных месторождениях они и сами являются основными промышленными минералами. Минералого-геохимический состав минералов группы сульфосолей нередко используется в качестве индикаторов физико-химических условий минералообразования для выяснения и уточнения процессов рудогенерации, что обуславливает актуальность предлагаемых исследований.

Скарново-полиметаллические месторождения Дальнегорского района приурочены к телам триасовых известняков, являющихся либо крупными тектоническими пластинами, либо разновеликими глыбами и обломками в терригенном матриксе раннемеловых меланжево-олистостромовых образований. Рудные тела представлены двумя основными генетическими типами. Это трубо- и пластообразные залежи в известняках на контакте их с вулканитами или с турбидитами, либо жилы- и линзообразные тела в туфах и известняках.

Преобладающими минералами в скарново-полиметаллических месторождениях Дальнегорского района являются геденбертит, аксинит, волластонит, кальцит, сфалерит, галенит, халькопирит; второстепенными – ильваит, арсенопирит, пирротин, пирит, марказит, самородное серебро, касситерит, шеелит, висмутин, станнын. Минералы группы сульфосолей также широко распространены в рудах и представлены блеклыми рудами, пираргиритом, миаргиритом, джемсонитом, буланжеритом, а также сульфоантимонитами свинца и серебра – диафоритом, андоритом и овихитом. Ниже приводится краткое описание изученных минералов данной группы.

Блеклые руды ($\text{Cu}_{12}(\text{As,Sb})_4\text{S}_{13}$) являются наиболее распространенными минералами из числа сульфосолей, преобладая в одних месторождениях или содержась в незначительных количествах в других. В большинстве случаев они приурочены к сульфосольной ассоциации, типичной для жильных образований, но также характерны и для сульфидного типа оруденения. Блеклые руды образуют разнообразные по форме (от изометричных и овальных до удлиненных) выделения в кварце, размер которых изменяется от 0,035 до 0,18 мм. Нередко они формируют и более крупные скопления до 1...2 мм, состоящие из многочисленных зерен. Кроме того, они встречаются и в виде сростаний с другими минералами. Чаще всего блеклые руды образуют мелкую эмульсионную вкрапленность в сфалерите. Несколько реже наблюдаются более крупные скопления на границе зерен сфалерита и галенита. Характерны также мирмекитовые сростания блеклых руд с халькопиритом, что указывает на их близкосоудновременную кристаллизацию. Отмечается тесная ассоциация блеклых руд с самородным висмутом, аргентитом, буланжеритом, джемсонитом. По соотношению основных элементов-полуметаллов (сурьмы и мышьяка) выделяется два минеральных вида блеклых руд – тетраэдрит и теннантит при значительном преобладании первого. Вместе с тем, высокие содержания серебра – до 33,06 мас. % (рис. 1) в отдельных зернах сульфосолей меди позволяют выделить и такой вид как фрейбергит. В связи с этим, рассчитанная кристаллохимическая формула сульфосолей имеет вид ($\text{Cu}_{9,96}\text{Ag}_{0,08}\text{Fe}_{1,16}\text{Zn}_{1,18}$) $_{12,38}(\text{Sb}_{2,88}\text{As}_{1,04}\text{Bi}_{0,01})_{3,93}\text{S}_{12,72}$ (для смешанных разностей) и ($\text{Cu}_{6,05}\text{Ag}_{3,94}\text{Fe}_{1,99}$) $_{11,98}\text{Sb}_{4,03}\text{S}_{12,99}$ (для фрейбергита).

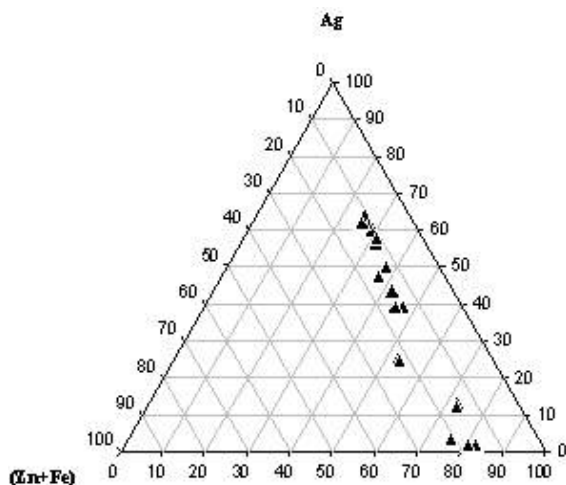


Рис. 1. Распределение металлов в блеклых рудах

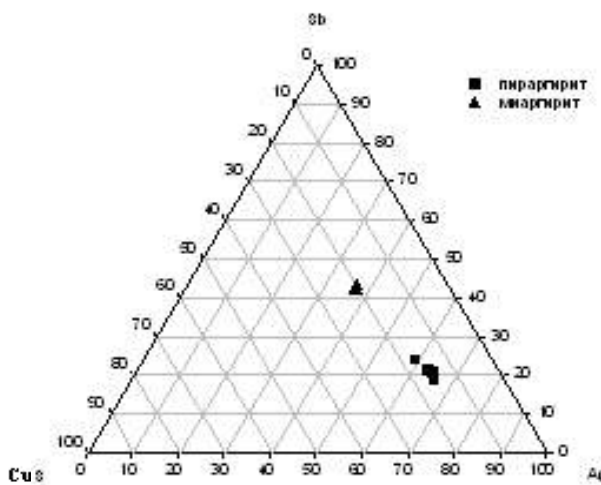


Рис. 2. Соотношение основных компонентов в сульфосолях серебра

Пираргирит (Ag_3SbS_3) является самым распространенным минералом из числа сульфосолей серебра и, так же как и блеклые руды, встречается и в скарново-сульфидном типе оруденения, и в жильных телах. Для пираргирита характерны в большей степени аллотриоморфные выделения в сростании с фрейбергитом. Вместе с тем, отмечаются обособленные изометричные выделения и пластинчатые агрегаты в кварце. В сфалерите пираргирит образует вкрапленность линзовидной формы и микропрожилки. Кроме того, довольно часто наблюдается тесная ассоциация пираргирита с арсенопиритом, самородным серебром, акантитом, а также сульфосолями меди и серебра. Рассчитанная кристаллохимическая формула пираргирита соответствует $\text{Ag}_{3,43}\text{Cu}_{0,002}\text{Pb}_{0,003}\text{Sb}_{0,2,70}$.

Миаргирит (AgSbS_2) менее распространен в рудах по сравнению с пираргиритом. Образует редкие аллотриоморфные скопления в кварц-карбонатной массе и обильные изометричные включения и пластинчатые агрегаты в других сульфосолях серебра. В жильных телах миаргирит обнаружен в ассоциации с буланжеритом, джемсонитом, фрейбергитом и другими серебросодержащими минералами. Рассчитанная кристаллохимическая формула миаргирита близка к стехиометрической - $\text{Ag}_{1,03}\text{Cu}_{0,01}\text{Pb}_{0,01}\text{Sb}_{1,02}\text{S}_{1,95}$. По содержанию основных химических элементов пираргирит и миаргирит соответствуют своим теоретическим составам (рис. 2).

Джемсонит ($\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$) и буланжерит ($\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$) встречаются в жильных телах в виде самостоятельных игольчатых и изометричных включений в кварце, а также нередки включения этих минералов в сульфоантимонитах свинца и цинка. Иногда наблюдается развитие джемсонита и буланжерита по галениту с образованием сложных зональных агрегатов, а джемсонита еще и по фрейбергиту. Кроме этого, отмечается коррозия арсенопирита буланжеритом, который в виде тонких иголок нарастает на первый. Все это указывает на более позднюю кристаллизацию сульфосолей свинца. Химический состав минералов удовлетворительно пересчитывается на кристаллохимические формулы джемсонита – $\text{Pb}_{4,09}\text{Fe}_{0,44}\text{Zn}_{0,003}\text{Cu}_{0,02}\text{Ag}_{0,88}\text{Sb}_{6,53}\text{As}_{0,08}\text{S}_{12,94}$, и буланжерита – $\text{Pb}_{5,27}\text{Fe}_{0,02}\text{Ag}_{0,007}\text{Sb}_{4,45}\text{Bi}_{0,03}\text{As}_{0,03}\text{S}_{10,13}$. Соотношение основных компонентов показано на рис. 3.

Сульфоантимониты свинца и серебра представлены диафоритом ($\text{Ag}_3\text{Pb}_2\text{Sb}_3\text{S}_8$), андоритом ($\text{AgPbSb}_3\text{S}_6$) и овихнитом ($\text{Ag}_2\text{Pb}_5\text{Sb}_6\text{S}_{15}$) (рис. 4). В отличие от ранее описанных сульфосолей, рассматриваемые минералы встречаются исключительно в жильных образованиях и характерны для позднего серебро-сульфосольного этапа. Они тесно ассоциируют друг с другом, образуя ровные без следов коррозии границы, а также встречаются в виде включений овальной и пластинчатой формы в пираргирите и блеклых рудах (фрейбергите). Кроме этого, отмечается их тесная ассоциация с самородным серебром и поздними сульфидами. Рассчитанные кристаллохимические формулы соответствуют теоретическим: для диафорита – $\text{Ag}_{2,94}\text{Cu}_{0,03}\text{Pb}_{2,02}\text{Sb}_{3,00}\text{S}_{8,01}$, для андорита – $\text{Ag}_{0,99}\text{Cu}_{0,03}\text{Pb}_{0,92}\text{Sb}_{3,01}\text{S}_{6,05}$, для овихнита – $\text{Ag}_{1,89}\text{Cu}_{0,05}\text{Pb}_{5,22}\text{Sb}_{6,37}\text{As}_{0,08}\text{S}_{14,39}$.

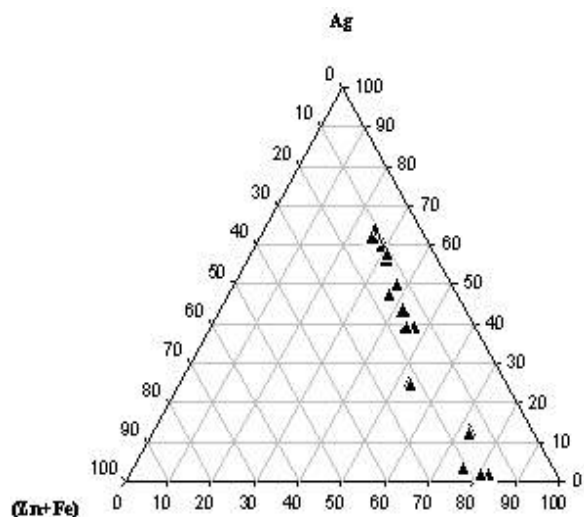


Рис. 3. Соотношение основных компонентов в буланжерите и джемсоните

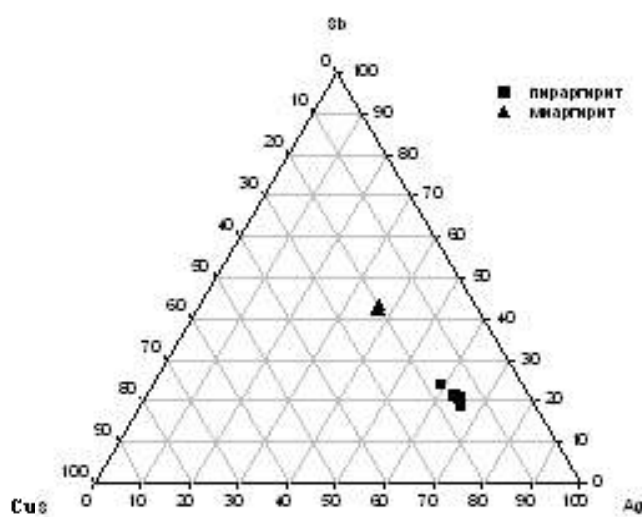


Рис. 4. Соотношение основных компонентов в сульфоантимонитах свинца и серебра

Анализ минерального и вещественного состава сульфосолей месторождений Дальнегорского района, а также взаимоотношений их с другими рудными минералами показывает, что для скарново-сульфидных рудных тел характерны преимущественно блеклые руды и сульфосоли свинца и серебра (джемсонит, буланжерит, пираргирит и миаргирит). Для кварц-сульфидных жильных тел, формирование которых связано с поздним этапом тектоно-магматической активизации, в большей мере характерны сульфоантимониты свинца и серебра.

ТЕРГЕШСКАЯ ТРУБКА – ВЗРЫВА УНИКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Б.М.Лобастов, В.А. Савченко

Научный руководитель доцент О.Ю. Перфилова
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

На территории Хакасии широко представлены образования тергешского комплекса (Т₀МЗ?) трубок взрыва, очень похожие по морфологии, составу и текстурно-структурным особенностям на кимберлиты, вулканические туфы или брекчии осадочного происхождения. Обнаружено уже более 40 таких трубок, образовавшихся в конце мезозоя или на рубеже мезозоя и кайнозоя. В составе пород многих трубок присутствуют глубинные мантийные ксенолиты, хотя и в меньших количествах, чем в известных алмазоносных кимберлитах Якутии. Поэтому вопрос о потенциальной алмазоносности этих трубок взрыва до сих пор остается остро дискуссионным. Эти диатремы выражены в рельефе в виде небольших сложенных или конусовидных остроконечных возвышенностей. В плане они имеют удлиненную форму и размеры до 200х540 м [1, 5, 6]. Петролитом комплекса является трубка взрыва «Тергешская» [1], которая находится недалеко от пос. Джирим. Радиоизотопное датирование $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом дало для трубки взрыва Тергешская возраст $77 \pm 1,9$ млн лет [6].

По мнению авторов, трубки взрыва представляют собой уникальные геологические объекты, знакомство с которыми необходимо включать в программу учебных геологических практик студентов геологических специальностей Вузов. Трубка взрыва Тергешская является в этом отношении очень перспективным объектом, особенно, если учесть ее доступность для посещений. Трубка взрыва находится всего в нескольких десятках километров от учебных геологических полигонов крупнейших сибирских Вузов (до поселка Джирим можно доехать по трассе М54, а далее до самой трубки ведет хорошо накатанная грунтовая дорога). В рельефе Тергешская трубка взрыва выражена в виде невысокой удлинненной в плане возвышенности (сопки) с двумя сглаженными вершинами.

Целью наших исследований, проведенных летом 2014 и 2015 годов, являлось уточнение морфологии Тергешской трубки и изучение состава слагающих ее пород для последующего включения этого объекта в программу экскурсий для студентов геологических специальностей. Выезд в район трубки в августе 2014 г. проводился совместно с группой новосибирских ученых под руководством Л. В. Фирсова, которая проводила здесь магнитные исследования с помощью беспилотного летательного аппарата. Материалом для исследования послужила коллекция образцов, отобранных авторами. Из образцов были изготовлены петрографические шлифы, приполировки, изучение которых проводилось с помощью поляризационного микроскопа Axioskop 40 (Zeiss) и бинокулярного микроскопа МБС (ЛОМО). В лаборатории ЦКП СФУ был выполнен рентгенофазовый анализ пород трубки Тергешская.

В результате исследования выявлено, что образована эта трубка взрыва в две фазы, причем породы первой фазы (эруптивные брекчии) резко преобладают в современном эрозионном срезе над щелочными базальтоидами (базанитами) второй фазы

Породы первой фазы представлены эруптивными брекчиями бурой и коричневой (в результате выветривания), реже – зеленовато-серой и черной окраски. Состоят эруптивные брекчии преимущественно из обломков осадочных пород раннего карбона (песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки), аналогичных вмещающим трубку и образующим крупные коренные выходы на соседних возвышенностях. Реже в составе обломков наблюдаются базальты, трахиты и туфы, вероятно, раннедевонского возраста (матаракская свита). Немногочисленные ксенолиты (1...25 см) глубинных пород представлены клинопироксенитами, редко – пиропсодержащими эклогитами. Структура клинопироксенитов панидиоморфная. Породы состоят из неправильных выделений моноклинного пироксена удлинненной призматической формы, размерами от 0,2 до 0,3 мм. Пироксен бледно-зеленого цвета, практически не плеохроирует, с очень высоким показателем преломления, двупреломление – низкое. По оптическим свойствам соответствует диопсиду или диопсид-авгиту. Наиболее мелкие выделения клинопироксена частично или полностью замещены серпентином. Но и в этом случае общее содержание серпентина в породе не превышает 10 %.

Особенностью состава эруптивных брекчий является то, что до 10% их объема составляют крупные (до 10 см) обломки монокристаллов (мегакристаллов) пироксена грязно-зеленого и темно-зеленого цвета, иногда зонального. Клинопироксен мегакристовой ассоциации по своему составу соответствует высокоглиноземистому диопсид-авгиту. В результате петрографического изучения шлифов установлено, что, кроме клинопироксена в составе эруптивных брекчий присутствуют также мегакристы плагиоклаза и ильменита. Плагиоклаз встречается в виде полисинтетических двойников, зональный, частично замещается серицитом. Размеры плагиоклаза от 0,12 до 0,35 мм. Содержание от 5 до 10 %. Редко встречаются мелкие (0,1...0,5 мм) обломки ярко-зеленого и темно-зеленого хромдиопсида, иногда частично серпентинизированного оливина и пиропов. По данным А. В. Крюкова, в эруптивных брекчиях трубки взрыва «Тергешская» присутствуют единичные мегакристы пироба размерах до 1 см. Цвет пиропов розовый, вишнево-красный или коричневатокрасный разных оттенков. Хромдиопсид наблюдается в виде обломков неправильной формы размерами до 2 см ярко-зеленого и бутылочно-зеленого цвета. Прозрачен, реже – полупрозрачен. Иногда хромдиопсид образует сростания с рудными минералами (пикроильменитом). Рудные минералы (пикроильменит и хромшпинелиды) присутствуют в эруптивных брекчиях в очень незначительных количествах (менее 1 %), преимущественно в виде очень мелких зерен (до 0,5 мм). Распределены крайне неравномерно. Связующая масса в эруптивных брекчиях представлена мелкообломочным материалом того же состава. Породы первой фазы изменены гидротермальными процессами, интенсивно выветрели. В результате физического и химического выветривания они осветляются, иногда полностью разрушаются. По трещинкам и на поверхности пород образуются корки карбонатов белого и бурого цвета.

Эруптивные брекчии первой фазы прорваны небольшим некомпактно окрашенными, почти черными натровыми щелочными базальтами базанитового типа [5], слагающих наиболее высокую часть двуглавой сопки. Структура базанитов преимущественно мелкопорфировая (размеры фенокристаллов оливина и клинопироксена 0,5...5 мм), участками наблюдаются единичные крупные (до 1...1,5 см) мегакристы темного, почти черного клинопироксена, аналогичные наблюдавшимся в породах первой фазы. По данным предшественников, в щелочных базальтах второй фазы трубки Тергешская кроме клинопироксена присутствуют мегакристаллы плагиоклаза и керсутита, редко – ортопироксен, флогопит, шпинель, гранат, ильменит, корунд, циркон и апатит. Вероятно, большинство мегакристаллов представляют собой включения, родственные щелочным базальтам, и являются продуктами фракционирования магмы на глубине. Структура основной массы базанитов стекловатая и скрытокристаллическая. В базанитах, слагающих краевую часть штока, наблюдаются редкие мелкие (0,2...1 см) миндалины округло-вытянутой и неправильной формы, выполненные преимущественно светлым кальцитом. В породах первой и второй фаз трубки «Тергешская» авторами, как и некоторыми предшественниками [4, 5, 6], отмечается присутствие мелких (менее 0,5 мм) кристалликов бесцветного анальцима, который по внешнему виду (цвету и форме выделений) легко принять за алмазы. Его содержание может достигать 5 %.

В результате геофизических работ, выполненных с помощью беспилотника новосибирскими учеными под руководством Л.В. Фирсова, было установлено, что эта трубка, как и ряд других Северо-Минусинских трубок взрыва (например, Красноозерская, и Ербинская), являются типичным примером сдвоенных диатрем, состоящих из главной трубки (первая фаза) и небольшого спутника, сложенного породами второй фазы. По результатам рентгенофазового анализа был определён минеральный состав породы: плагиоклаз, диопсид, мусковит, анкерит и кальцит, анальцит и глинистые минералы (монтмориллонит). В целом, результаты рентгенофазового анализа хорошо согласуются с результатами петрографических исследований пород. Присутствие глинистых минералов связано с высокой степенью выветривания. Повышенное содержание плагиоклаза связано с присутствием в них значительного количества ксенолитов осадочных пород и вулканитов (базальты и трахиты девонского возраста). Подтверждено наличие анальцита, ранее обнаруженного макроскопически и при петрографических исследованиях. В некоторых публикациях также отмечалось наличие анальцита в эруптивных брекчиях, слагающих не только Тергешскую трубку, но и другие диатремы (трубка Беле и трубка Бараджувская). В составе взрывных брекчий трубки взрыва Тергешская ксенолиты глубинных пород обычно составляют менее 5% всех обломков, что косвенно обосновывает отрицательный прогноз в отношении их потенциальной алмазности. Ранее отрицательная оценка потенциальной алмазности этих трубок взрыва была дана А. В. Крюковым. Не были обнаружены алмазы и в 90-х годах прошлого столетия, когда Хакасгеолком выдавал лицензию на поиски алмазов в районе трубки Тергешской [1]. Обоснованием для поисков был состав пиропов из трубки Тергешская, который оказался близок к составу пиропов алмазных якутских кимберлитовых трубок [3, 4, 5, 6]. Пиропы и хромдиопсиды, содержащиеся в изученных породах, несмотря на яркую окраску и высокую прозрачность, а иногда и крупные размеры, как правило, сильно трещиноваты, что ограничивает перспективы их попутной добычи в качестве ювелирного сырья.

Таким образом, трубка взрыва Тергешская является очень интересным геологическим объектом. Она может служить созданным самой природой учебным «пособием», позволяющими студентам познакомиться не только с характерными для эруптивных и кимберлитовых брекчий структурами и текстурами, но и изучить некоторые особенности состава этих своеобразных пород, собрать коллекцию минералов, нередко являющихся спутниками алмазов (хромдиопсид, пиропы, хромшпинелиды и др.). Можно проводить в районе этой трубки и наземные геофизические исследования (магнитометрия, радиометрия) в рамках учебной геофизической практики. Рядом с Тергешской трубкой взрыва расположено еще несколько трубок взрыва (Точильная 1, Точильная 2), представленные островерхими конусовидными возвышенностями. И стоит ещё раз отметить, что Тергешская трубка взрыва не только близка территориально к базам учебных практик, но и к ней легко добраться на транспорте, что делает её доступной для посещения студентами во время учебных практик.

Литература

1. Беззубцев, В.В., Перфилова О.Ю. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Алтае-Саянская серия. Лист N-46 (Абакан). – СПб: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2008. – 1 картографический лист.
2. Зубков В.С., Смирнов В.Н., Плюсин Г.С. и др. Первые К-Аг датировки и изотопия стронция для базанитовых взрывных трубок Чулымско-Енисейской депрессии // ДАН СССР. – 1989. – Т. 307. – № 6. – С. 1466–1469.
3. Крюков А.В., Крюкова З.В. Пиропы из трубки Тергешской // Материалы по геологии и полезным ископаемым Красноярского края. – Красноярск, 1962. – Вып. 3. – С. 131–140.
4. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Хакасия. Состояние и перспективы развития / под ред. А.А. Булатова. – Абакан: Издательская группа «Всем, всем, всем!», 2008. – 140 с.
5. Соболев Н.В., Кежежинская В.В., Овчинников Ю.И., Похиленко Н.П. Мантийные ксенолиты мезокайнозойских вулканических трубок Хакасии / Новосибирск: Из-во ИГиГ СО АН СССР, 1988. – 76 с.
6. Тимина Т.Ю., Шарыгин В.В., Головин А.В. Эволюция расплава в процессе кристаллизации базанитов трубки Тергешская, Северо-Минусинская впадина: юго-западное обрамление Сибирской платформы Красноярского края // Геохимия. – 2006. – № 8. – С. 814–833.

РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПАТОГЕННЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ НА ПРИМЕРЕ УРОЛИТОВ

А.Е. Марфин

Научный руководитель доцент О.В. Бухарова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

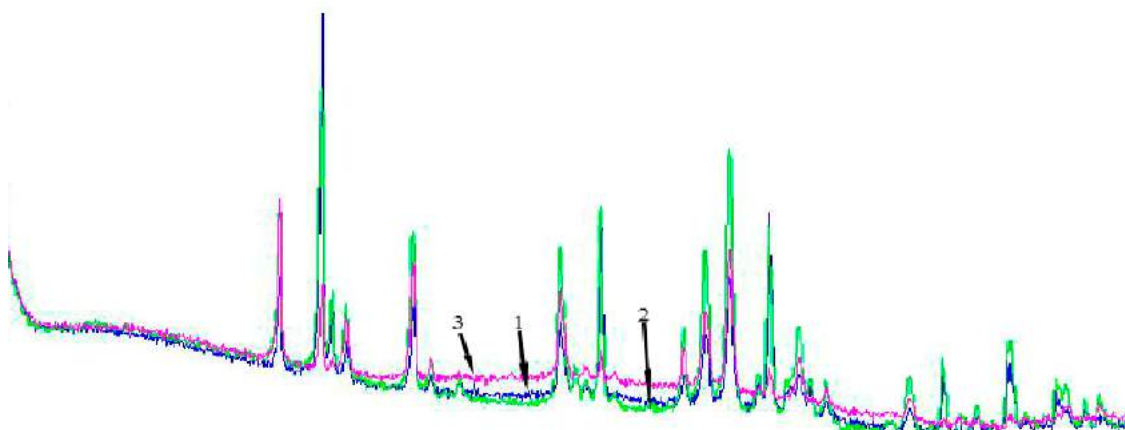
В последнее время всё большее внимание минералогов уделяется патогенным минералам в организме человека. Эта тема имеет большое прикладное значение, так как понимание процессов образования и роста данных агрегатов будет способствовать выработке эффективных методов диагностики и лечения ряда заболеваний. Одними из самых распространённых и хорошо изученных органо-минеральных агрегатов (ОМА) являются уролиты, формирующиеся в мочевыделительной системе [2]. Но, несмотря на большое количество публикаций и накопленного фактического материала, ряд вопросов остаётся не до конца изученным. В частности, одним из них является люминесценция уролитов. В работе [4] была показана практическая значимость использования люминесценции для исследования сухого остатка урины и ранней диагностики камнеобразования. Являясь важной характеристикой минерала, люминесценция зависит от состава и морфологии

агрегата. Ввиду сложного строения большинства уrolитов было решено провести более тщательную пробоподготовку, заключающуюся в отборе зерен из различных зон ОМА. Образцы для исследований были предоставлены сотрудниками отделения урологии Госпитальных клиник им. А.Г. Савиных Сибирского государственного медицинского университета.



Рис. 1. Образцы уrolитов (фото автора)

Изученные уrolиты имеют желтую окраску, местами переходящую в темно медовую, сероватую, в отдельных случаях наблюдали прозрачные белые кристаллики по периферии ОМА (рис. 1). Структурно-текстурные характеристики этих патогенных образований весьма разнообразны. В одном случае уrolиты плотные слабо полосчатые, сложены тонкозернистыми агрегатами (а). Другие образцы отличались пористостью, яркой зональностью (б).



*Рис. 2. Рентгенограмма урат-оксалатного уrolита: 1 – центральная слабо сцементированная зона; 2 – внешняя плотная зона; 3 – зона с ярко выраженными кристаллами
(Центр коллективного пользования «Геохимии природных систем»
(ЦКП «ГПС») ТГУ, аналитик Т.С. Небера)*

В таких образцах были отобраны кусочки для анализов из различных зон: плотный поверхностный агрегат, отдельные кристаллики из внешней зоны и рыхлые агрегаты центральной зоны. Исследование отобранных образцов рентгенофазовым методом показало – они сложены уэвеллитом ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и урицитом ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$). Зональность обусловлена различием в соотношении этих фаз. Так, наибольшее содержание уэвеллитовой фазы наблюдалось в пробе, представленной кристаллами, а наибольшее содержание урицита пришлось на рыхлую центральную часть (рис. 2).

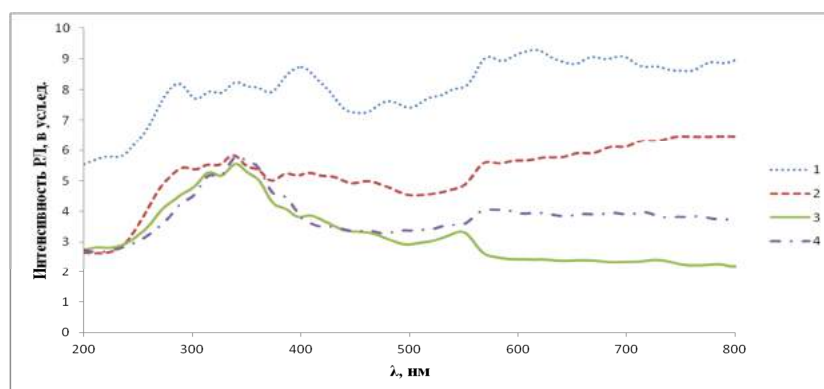


Рис. 3. Спектры рентгенолюминесценции уролитов

Примечание. 1, 2, 3 – уролит урат-оксалатного состава, где 1 – центральная слабо сцементированная зона; 2 – внешняя плотная зона; 3 – зона с ярко выраженными кристаллами; 4 – ОМА уратного состава (ЦКП «ГПС» ТГУ, аналитик А.П. Корнева)

Для исследуемых образцов были получены спектры рентгенолюминесценции (РЛ) в оптическом диапазоне длин волн (200...800 нм) с использованием установки на базе монохроматора МДР-12 и фотоэлектронного умножителя ФЭУ-100 [1].

Полученные спектры РЛ (рис. 3) указывают на некоторые отличия в концентрации центров свечения в различных зонах образца. Самое интенсивное свечение наблюдается в зернах, отобранных из слабо сцементированной части образца, с преобладанием урицита, однако вид графиков РЛ для образцов 1 и 4 не совпадают, хотя в той и другой пробе урицит преобладает. Это может быть связано с различным примесным составом указанных образцов, либо с различными дефектами кристаллической решётки. Зоны 2 и 3 обладают сходным видом графиков в коротковолновой области (200...350 нм), однако на спектре 3 наблюдается отчётливый пик на 550 нм. Это также может быть связано с различным кристаллическим строением указанных зон. Стоит отметить, что общим для всех является пик в диапазоне 340...350 нм.

Таким образом, нами были обнаружены центры люминесценции в различных зонах уролитов. Для точной их интерпретации требуются дополнительные исследования и создание обширной базы данных. Но уже сейчас видна перспектива обнаружения тонких различий в кристаллической структуре минеральных специфических фаз уролитов методом рентгенолюминесценции.

Литература

1. Марфин А.Е., Борозновская Н.Н., Коноваленко С.И., Корнева А.П. Элементы-примеси в кварце из гидротермальных и пегматитовых жил // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы Пятой Российской молодежной научно-практической школы с международным участием. – 2015. – С. 137–140.
2. Полюенко А.К., Поцелуев А.А., Ильенко С.С. Неоднородность химического состава уролитов // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 11–15.
3. Севастьянова О.А., Полюенко А.К., Орлов А.А. Структурные особенности ритмической зональности уролитов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 15–19.
4. Yarynovska I.H., Bilyi A.I. Investigation of inorganic components of urine by methods of optical spectroscopy // Eighth International Conference on Correlation Optics. – 2008. – P. 1–6.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД, ОТОБРАННЫХ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА В 2014-15 ГГ.

Н.В. Мизина, А.Д. Ермак

Научный руководитель доцент К.Ю. Кудрин

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Выполнено петрографическое исследование магматических пород, образцы которых отобраны на восточном склоне Приполярного Урала (рис. в публикации А.Д. Ермака в настоящем сборнике) при прохождении учебной геолого-съемочной практики студентами гр. 2231 в 2015 г. в бассейне р. Большая Поля и при проведении научно-исследовательских работ в 2014-15 гг. [1].

Петрографические группы магматических пород Полюнской площади представлены ультрамафитами, габброидами и гранитоидами.

Ультраосновные породы. На площади исследований породы ультраосновного состава слагают три тела, различающиеся петрографическим составом. В пределах северо-западного тела состав пород меняется от косьвита (в юго-западной части) до верлита (в северо-восточной).

Косьвит имеет панидиоморфнозернистую структуру. Сложен округлыми зернами диопсида размером до 5 мм. Пироксен интенсивно замещается хлоритом и тремолитом. В породах присутствует значительное

количество мелкого пылевидного рудного минерала (до 4 %), который приурочен к участкам развития тремолита и хлорита.

Верлиты характеризуются панидиоморфнозернистой структурой. Сложены оливином (40 %) и авгитом (60 %). Оливин образует округлые сильно трещиноватые зерна размером до 5 мм. Авгит размером более 5 мм, зерна округлые и короткопризматические; минерал слабо плеохроирует от бесцветного до бледно-зеленого, неравномерно замещается хлопьевидным хлоритом. В межзерновом пространстве местами присутствует серпентин.

Породы юго-восточного тела сильно тектонизированы и относятся к *серпентинитам*, имеющим петельчатую структуру. Состоят на 90 % из серпентина: петельчатой формы округлых очертаний за счет замещения зерен оливина, и волокнистой – при замещении пироксенов. По всей видимости, состав исходной породы соответствует верлиту. Рудный минерал составляет значительный объем породы, образует мелкие пылевидные хаотично расположенные зерна; его появление обусловлено серпентинизацией.

Полосчатые габбро. Породы имеют призматическoзернистую структуру с элементами габбровой. Сложены роговой обманкой (до 70 %) и плагиоклазом (до 30 %). Роговая обманка имеет гипидиоморфные призматические и короткопризматические очертания, при этом отсутствуют кристаллографические ограничения. Размер зерен достигает 1,5 мм. Плеохроизм от темно-бутылочно-зеленого и синевато-зеленого до бледно-зеленого с желтоватым оттенком. Зерна вытянуты в одном направлении, образуя полосчатую текстуру. Плагиоклаз образует мелкие (0,7 мм) округлые зерна, полностью замещенные соссюритом. Породы обогащены мелкими зернами апатита.

Массивные пироксеновые, пироксен-роговообманковые и роговообманковые габбро. Породы слагают серию интрузивных тел, имеют постепенные переходы между собой и визуально неразличимы. Роговая обманка имеет вторичную природу – она развивается по пироксенам, полностью его замещая и образуя псевдоморфозы. Распространение всех типов пород четко отражается в магнитном поле – участки положительного магнитного поля над интрузивными телами габбро соответствуют роговообманковым разностям, отрицательного магнитного поля – пироксеновым.

Все габбро средне-крупнозернистые с преобладанием офитовых структур (офитовой, субофитовой, пойкилоофитовой, габбро-офитовой) над габбровой. В составе – пироксен, роговая обманка и плагиоклаз. Содержание пироксена 30...60 %, минерал от округлого без кристаллографических очертаний и ксеноморфного до гипидиоморфного короткопризматического и идиоморфного, бесцветен. Соответствует диопсиду, размер зерен 1,5...4 мм, с разной степенью интенсивности замещается бледно-зеленым волокнистым амфиболом, бурой роговой обманкой, бурым биотитом, волокнистым хлоритом. Роговая обманка (35...40 %). Преобладают округлые зерна, изредка встречаются гипидиоморфные коротко- и длиннопризматические; размер зерен до 1,5 мм. Плеохроизм от голубовато-зеленого до бледно-зеленого с желтоватым оттенком. Замещается хлоритом и эпидотом. Плагиоклаз (20...60 %) образует идиоморфные длиннопризматические, призматические и таблитчатые зерна размером 1,5...4 мм, характеризуются простым и полисинтетическим двойникованием, нередко наблюдается зональное строение. Содержание рудного минерала неравномерное (от единичных зерен до 5 %), приурочен, как правило, к биотиту.

Комплекс параллельных даек представлен долеритами и базальтами, на которые накладываются процессы низкотемпературного метаморфизма и спилитизации.

Долериты (рис. 1) имеют редко-мелкопорфировидные (1,5...4 мм) с долеритовой и офитовой микроструктурами основной массы. В порфировых выделениях – плагиоклаз, реже – пироксен. Пироксен (30...50 %) в долеритах северо-западной части площади – авгит, в долеритах юго-восточной части – диопсид. Авгит гипидиоморфный короткопризматический, плеохроирует от бледно-зеленого до бледно-желтого и бесцветного, размер не превышает 0,7 мм. Диопсид бесцветен, образует гипидиоморфные короткопризматические зерна размером до 0,3 мм. Плагиоклаз (40...55 %) идиоморфный призматический, длиннопризматический вплоть до игольчатого, обычно слабо проявлено зональное строение, размер зерен до 0,5...0,7 мм. Рудный минерал (10...15 %) обилен, распределен равномерно, не имеет кристаллографических очертаний.

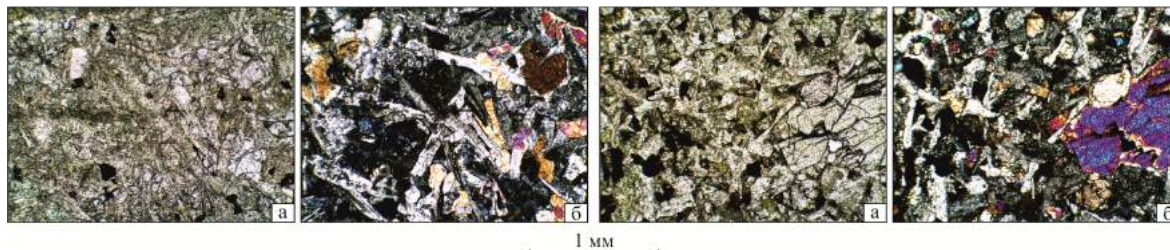


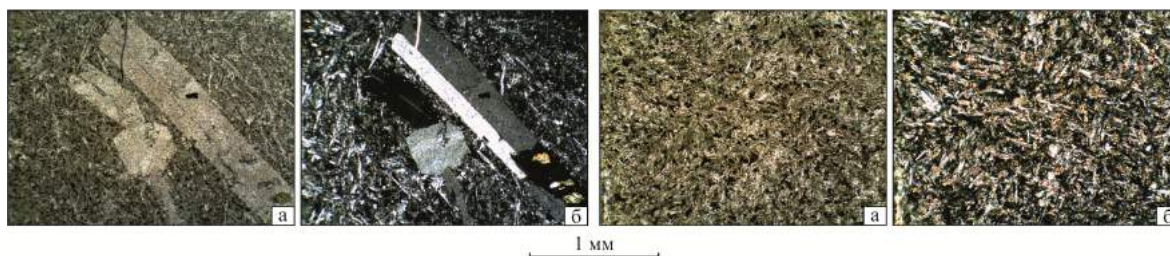
Рис. 1. Долеритовые и мелкопорфировые структуры долеритов комплекса параллельных даек
а – без анализатора; б – с анализатором

Спилитизированные долериты – продукт интенсивного преобразования (первичный облик пород иногда устанавливается по наличию реликтов слабо зонального плагиоклаза среди альбит-эпидотовой массы). Состоят из альбита, эпидота и рудного минерала. Альбит (65 %) образует тонкоигольчатые радиально-лучистые

выделения, которые пронизывают реликты первичного плагиоклаза. Размер радиально-лучистых агрегатов до 0,8 мм. Эпидот (30 %) образует: 1) тонкоигольчатые выделения между иголочками альбита; 2) крупные тонкозернистые агрегаты размером до 2 мм, неравномерно распределенные в породе; 3) тонкие прожилки. Отмечается рудный минерал (5 %), образующий как пылевидные зерна, так и крупные зерна квадратного сечения.

Сплитизированные базальты представляют собой войлок из переплетенных игольчатых зерен альбита (50%), между которыми расположены мелкие (0,3 мм и меньше) зерна актинолита (20 %). Зерна альбита часто расщеплены (типа конский хвост), разноориентированы, длина иголок достигает 1 мм (в среднем 0,3...0,4 мм), резко ксеноморфны. Рудный минерал (10 %) пылевидный, равномерно распределен в породе. Отмечается равномерное развитие бледно-зеленого, слабо плеохроирующего волокнистого хлорита (20 %).

Неизмененные *базальты* (рис. 2) отмечаются редко. Они имеют порфировую структуру (в порфировых выделениях зерна плагиоклаза и/или пироксена), основная масса интерсертальная, с микролитами игольчатого плагиоклаза, часто имеющего одинаковую ориентировку зерен.



**Рис. 2. Порфировые (слева) и афанитовые (справа) базальты комплекса параллельных даек
а – без анализатора; б – с анализатором**

Роговообманковые плагиогранодиориты и роговообманковые плагиограниты. Для данной группы пород, исходя из структурно-текстурных особенностей, предполагается первичная магматическая природа в отличие от крупнозернистых гранитов северо-западной части изученного участка. Как правило, плагиогранодиориты и плагиограниты, а также роговообманковые диориты встречаются в контуре единых тел, имея фациальные взаимопереходы. В целом породы характеризуются весьма близкими петрографическими параметрами и сходным минералогическим составом.

Породы имеют субофитовую микроструктуру с элементами гранитной. В составе участвуют плагиоклаз (65...70 %), роговая обманка (15...20 %) и кварц (10...20 %). Зерна плагиоклаза идиоморфные и гипидиоморфные призматические и таблитчатые, имеют слабо выраженное зональное строение: центральные зоны полностью замещены соссуритом и бледно-зеленым хлоритом; размер зерен не превышает 1,5 мм. Роговая обманка гипидиоморфна, крайне редко идиоморфна. Имеет плеохроизм от голубовато-зеленого до бледно-желтовато-зеленого. В слабой степени замещается тонкозернистым агрегатом эпидота и хлорита. Размер зерен не превышает 1,5 мм. Распределение кварца крайне неравномерное, размер зерен до 2 мм, обычно с облачным и мозаичным погасанием, не исключено, что часть кварца имеет вторичную природу.

Работы выполнены в НОЦ «Поиск» при активном участии студентов группы 2231 Института природопользования Югорского государственного университета в рамках государственных работ в сфере научной деятельности (задание № 2014/505).

Литература

1. Кудрин К.Ю., Иванов К.С., Шокальский С.П., Наставко Е.В. Результаты U-Pb SHRIMP-II и Ar-Ar датирования магматических образований между речья Сёртыня – Щекурья (Приполярный Урал) // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 8. – С. 6–16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА АЛЛЮВИЯ ПОЙМЕННОЙ ФАЦИИ РЕКИ СОЖ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

В.Л. Моляренко, Т.А. Мележ

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

Изучение аллювиальных отложений имеет важное значение в познании строения, состава и истории развития земной коры и биосферы, поскольку с деятельностью рек связаны эрозия горных пород, миграция, дифференциация и аккумуляция вещества, создание специфических форм рельефа и ландшафта, процессы литогенеза и рудообразования [1].

Для проведения лабораторных исследований по изучению гранулометрического и минералогического состава были отобраны образцы (3 пробы) аллювиальных отложений в пределах пойменной фации реки Сож. Исследования проводились в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 12536–2014 (Грунты) методом

лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. Первая проба отобрана в пойме реки Сож вверх по течению от города Гомеля в 16 км – агрогородок Хальч; вторая проба отобрана в пригородной зоне города Гомеля – поселок Якубовка; третья проба отобрана вниз по течению от города Гомеля в 27 км – деревня Шарпиловка Гомельского района.

Определение гранулометрического состава проведено двумя способами: при определении крупных фракций размерностью от 10 мм до 0,5 мм – ситовым способом без промывки водой (рисунок 1); второй способ – определение мелких фракций менее 0,5 до 0,1 мм – ситовым способом с промывкой водой. При проведении опыта было исследовано 600 граммов грунта, по 200 граммов каждой пробы соответственно.



Рис. 1. Минеральные зерна размерностью 1...0,5 мм

Исследования показали, что в каждой из трех проб доминируют частицы размерностью менее 0,5 мм (при определении без промывки водой). Проба №1 – 181,15 граммов; проба № 2 – 135,5 граммов; проба № 3 – 126,5 граммов соответственно. В процентном соотношении на долю минеральных зерен размерностью фракции более 0,5 мм приходится: проба № 1 – 9,4 %, проба № 2 – 32,35 %, проба № 3 – 36,75 % соответственно.

Применив способ определения гранулометрического состава с промывкой водой установлено следующее: в каждой из трех проб преобладают частицы крупностью 0,25...0,1 мм (рис. 2). Их массовая доля составила 90,05 грамма – проба № 1, 86,7 грамма – проба № 2, 71,15 грамма – проба № 3. Минеральные частицы размерностью менее 0,1 мм составили по каждой пробе 23...25 % от общего содержания фракций 0,5...0,1 и менее 0,1 мм.



Рис. 2. Минеральные зерна размерностью 0,25...0,1 мм

Проанализировав вещественный (минералогический) и механический состав по каждой фракции, установлено, что среди минералов преобладают: кварц, полевой шпат, лимонит, роговая обманка (табл.).

Из таблицы видно, что в каждой исследуемой пробе в минералогическом составе преобладают зерна кварца (порядка 90 и более %), также встречаются полевой шпат, роговая обманка (на долю которых приходится менее 10 %). Такой минералогический состав характерен преимущественно для фракций размерностью от 1...0,5 мм и менее 0,5 мм (рис. 3). Для фракций размерностью от 5...2 мм и от 2...1 мм характерен более пестрый минералогический состав. Кроме кварца и полевых шпатов встречаются роговая обманка, амфиболы, лимонит.

Таким образом гранулометрический и минералогический состав пойменных отложений не отличается разнообразием. Преимущественно фиксируются частицы размерностью от 1...0,5 мм и менее 0,5 мм. В минералогическом составе преобладают зерна кварца, хорошо окатанные, кроме того, встречены органические остатки (растительные остатки и ракушки).

Отдельные участки речных пойм могут рассматриваться как потенциальные объекты для добычи различных полезных ископаемых, главным образом, песчано-гравийных смесей, строительных и кварцевых песков.

Таблица

Гранулометрический и минералогический состав русловой фации аллювия в узле слияния Сож-Ипуть

Ситовой анализ сухого грунта				
№ пробы	Вес пробы, г	Фракция, мм	Вес фракции, г	Минеральный состав, %
1	200,0	5-2	-	-
		2-1	-	-
		1-0,5	18,85	кварц – 88, полевоы шпат – 7, амфиболы, роговая обманка – 5
		< 0,5	181,15	кварц – 98, полевоы шпат – 2
2	200,0	5-2	2,95	роговая обманка, амфиболы -40, кварц – 33, полевоы шпат – 15, биотит – 7, лимонит -4, пирит – 1
		2-1	2,65	кварц – 55, полевоы шпат – 30, роговая обманка, амфиболы – 10, пирит – 5
		1-0,5	71,0	кварц – 80, полевоы шпат – 20,
		< 0,5	135,5	кварц – 98, полевоы шпат - 2
3	200,0	5-2	0,70	кварц – 90, полевоы шпат - 10
		2-1	0,65	кварц – 97, полевоы шпат- 3
		1-0,5	72,15	кварц - 95, полевоы шпат – 5,
		< 0,5	126,5	кварц – 98, полевоы шпат - 2



Проба 1



Проба 2



Проба 3

Рис. 3. Минеральные зерна размерностью менее 0,1 мм

Также можно проследить зависимость влияния геоморфологических особенностей поймы на зерновой и вещественный состав аллювиальных отложений. В пределах широких пойм (деревня Шарпиловка) отмечается мелкозернистый аллювий однообразного минералогического состава.

Литература

1. Кузнецов В.А. Аллювиальные отложения Беларуси. – Минск: Наука и техника, 1979. – 111 с.

СПЕКТРОСКОПИЯ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЙЯНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ КУПЕРИТА (PTS)

Н.В. Мудровская

Научный руководитель В.И. Рождествина

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

Целью данных исследований является изучение особенностей кристаллического строения сульфидного минерала платины – куперита (PtS). Проведенные ранее исследования [1, 2] показали, что кристаллическое строение природных кристаллов куперита имеет целый ряд особенностей, которые не получили однозначной интерпретации, несмотря на использование прецизионных методов (монокристалльной дифрактометрии, высокоразрешающей электронной просвечивающей микроскопии, ЯМР-спектроскопии на ядрах ¹⁹⁵Pt). Использование этих методов лишь позволило выявить эти особенности и актуализировало необходимость проведения исследований с привлечением большого количества образцов для решения вопросов статистического анализа и интерпретации данных.

В Юнско-Данском золотоносном узле куперит представлен в основном неправильными зернами с выходами кристаллических граней, призматическими кристаллами и их обломками черного цвета, средние размеры 100...500 мкм, размер отдельных индивидов более 1 мм. Исследования поверхности кристаллических

граней показали ровную ненарушенную поверхность образцов, а также поверхность, на которой выделяются микрозоны, обогащенные платиной, и ультратонкую пористость. Нередко отдельные зоны кристаллов имеют выраженное микроблочное строение. Методами рентгеноспектрального микроанализа установлено, что химический состав монокристаллов куперита черного цвета отличается от стехиометрического состава дефицитом платины в одних образцах и избытком в других (табл.). В группе образцов с дефицитом платины нередки образцы с примесями Fe. Образцов с дефицитом серы существенно больше. Отношение содержания Pt/S колеблется в пределах 5.54...7.54 по сравнению с 6.08, характерного для стехиометрического состава. Обобщенная кристаллохимическая формула для исследованных образцов куперита может быть представлена в следующем виде – $Pt_{1-x}S_{1+x}$ ($x = -0.05 \div +0.1$). Спорадически отмечаются микропримеси Pd, Cu и Ni.

Таблица

Химический состав монокристаллов куперита черного цвета (мас. %)

Кристаллохимическая формула	Кол-во образцов	Кол-во точек анализа	Pt	Fe	S	Pt/S
PtS			85.826	-	13.917	6.08
$Pt_{(0.954-0.997)}S_{(1.003-1.046)}$	8	40	<u>84.594</u> (83.815 – 85.461)	-	<u>14.542</u> (14.107 – 15.118)	<u>5.822</u> (5.544 – 6.046)
$(Pt_{(0.954-0.992)}Fe_{(0.001-0.002)})_{(0.955-0.993)}S_{(1.007-1.045)}$	7	35	<u>84.581</u> (83.875 – 85.287)	<u>0.031</u> (0.022 – 0.044)	<u>14.597</u> (14.238 – 15.082)	<u>5.799</u> (5.563 – 5.992)
$Pt_{(1.001-1.007)}S_{(0.993-0.999)}$	5	25	<u>85.710</u> (85.594 – 85.826)	-	<u>13.986</u> (13.917 – 14.055)	<u>6.128</u> (6.090 – 6.167)
$Pt_{(1.001-1.107)}S_{(0.893-0.999)}$	17	85	<u>86.853</u> (85.594 – 89.292)	-	<u>13.297</u> (11.846 – 14.055)	<u>6.551</u> (6.090 – 7.538)

Примечание: чувствительность метода по железу 0.0025 мас.%, в числителе среднее значение, в знаменателе диапазон значений.

Для дальнейших исследований были отобраны образцы куперита черного цвета, имеющие выраженную кристаллическую огранку с ровной ненарушенной поверхностью, не содержащие видимых дефектов и характеризующиеся малыми содержаниями микропримесей.

В качестве экспресс метода определения фазовой идентичности большого количества образцов (коллекция монокристаллов куперита, отобранных из шлихов Юнско-Даньского золотоносного узла Приохотской платиноносной провинции Маймаканской зоны Дальнего Востока) выбран метод комбинационного рассеяния света (КРС) в кристаллах. В результате развития различных теоретических и экспериментальных подходов в сочетании с современными вычислительными методиками на сегодняшний день метод КРС является одним из ведущих методов исследования динамики кристаллической решетки, позволяющий установить достоверную связь между спектральными параметрами и характеристиками кристаллической структуры и являющийся более чувствительным к близкому порядку распределения атомов.

Куперит, согласно исследованиям [3], кристаллизуется в тетрагональной сингонии с параметрами решетки $a = 3.47$, $c = 6.10$ Å, пр. гр. $P4_2/mnc$ (№ 131), в которой каждый атом Pt образует четыре компланарные связи, а каждый атом серы – четыре тетраэдрические связи. Сера занимает одну частную позицию. Исследованиями с применением методов рентгенографии монокристаллов, установлено, что на рентгенограммах куперита, кроме основных рефлексов, которые соответствуют известной тетрагональной ячейке, отчетливо проявляется много слабых рефлексов с интенсивностями $I \leq 60 \sigma(I)$, учет которых отвечает тетрагональной ячейке (пр. гр. $I4/mmm$) с удвоенными параметрами. Атомы S в структуре малой ($P4_2/mnc$) и большой ячеек ($I4/mmm$) статистически занимают две частные позиции.

Используя эти данные и программный пакет LADY (Lattice Dynamics – «Динамика Решетки») [4], который позволяет моделировать различные свойства кристалла (включая структуру кристалла, спектры инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния света), нами получены модельные спектры куперита для случая, когда сера занимает одну частную позицию (рис. а) и две частные позиции (рис. б).

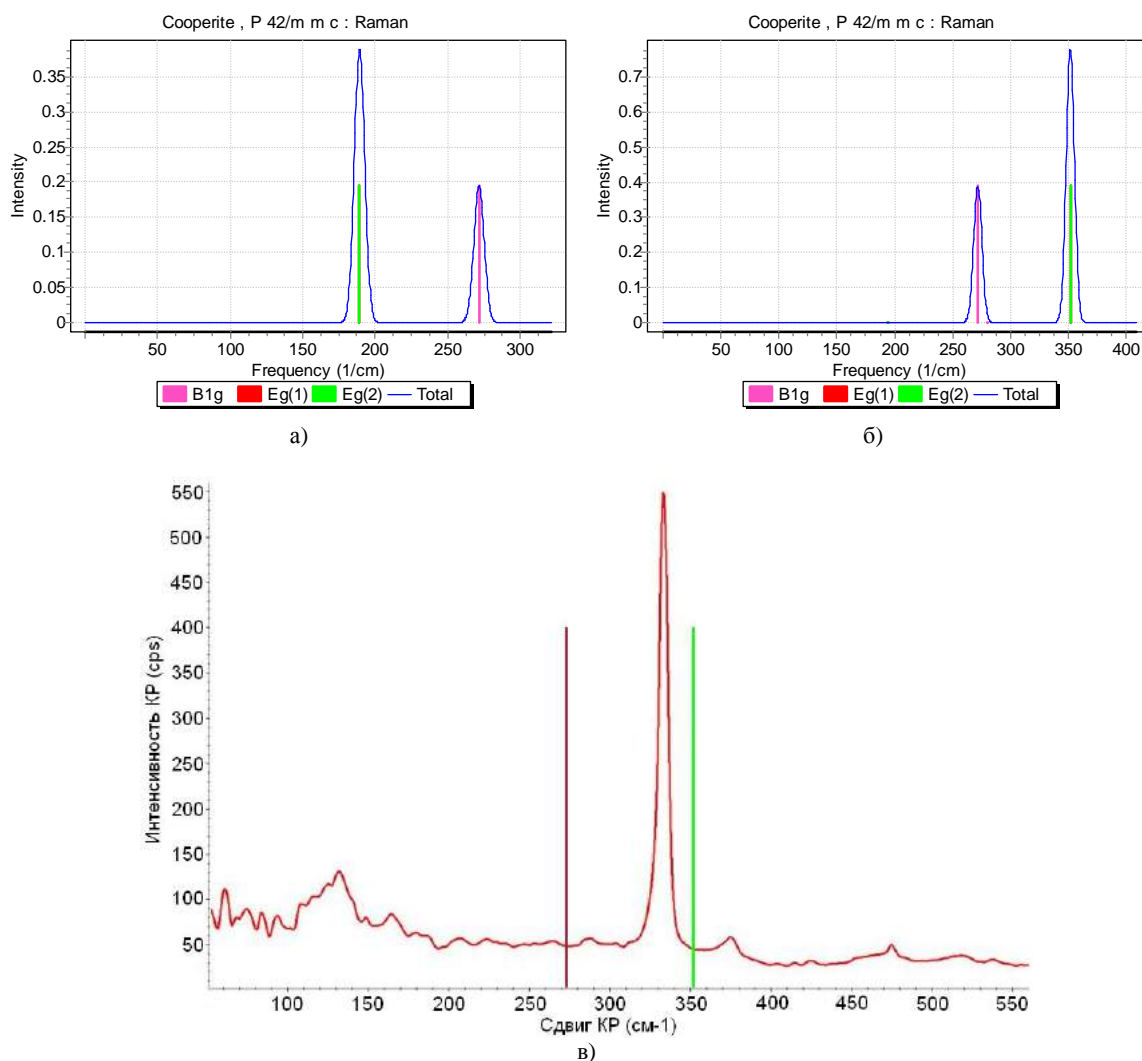


Рисунок. Модельные спектры КРС PtS (пр. гр. $P4_2/mmc$ (№ 131) $a = 3.4724$, $c = 6.1144$ Å)
 а) $Pt(0,0.5,0)$, $S(0,0,0.25)$; б) $Pt(0,0.5,0)$, $S1(0,0,0.25)$, $S2(0.5,0.5,0.25)$;
 в) Экспериментальный спектр КРС куперита

Исследования монокристаллических образцов куперита методом КРС проведены на спектрометре DXR Raman Microscope. Основные колебания экспериментального спектра (рис. в) больше соответствуют модельным построениям для структуры, в которой сера занимает две частные позиции. При исследовании коллекции минералов, в ней выделены три основные группы минералов, спектры КРС которых имеют свои уникальные признаки.

Литература

1. Рождествина В.И., Иванов А.В., Заремба М.А., Анцуткин О.Н., Форшлинг В. // Кристаллография. – 2008. – Том 53. – № 3. – С. 423–430.
2. Рождествина В.И., Удовенко А.А., Рубанов С.В., Мудровская Н.В. // Кристаллография. – 2016. – Том 61. – № 2. – С. 215–224.
3. Bannister F.A., Hey M.H. // Mineral. Mag. – 1932. – V. 28. – P. 188.
4. Smirnov M.B. Kazimirov V.Yu. Lady. Software for lattice dynamics simulations. Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2001. – 54 p.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОРОД УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАРАСАН (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

А.А. Намет

Научные руководители профессор И.В. Кучеренко, доцент Е.А. Синкина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью работы является изучение вещественного состава пород рудовмещающего маастрихтского горизонта уранового месторождения Харасан. Объектом исследований служат образцы керна, отобранные в осадочных породах.

Месторождение находится в Жанакорганском районе Кызылординской области Республики Казахстан. Оно относится к инфильтрационному генетическому типу в зонах пластового окисления, образовано при фильтрации грунтовых вод в пластах проницаемых слабо сцементированных песчаников. Рудные тела имеют форму роллов в головной части мощностью до 4 м.

Для реконструкции условий образования оруденения необходимо диагностировать производные рудообразующего процесса – участвующие в составе руд минералы. Результаты диагностики некоторых минералов приведены в докладе.

Образцы для исследования отобраны из керна скважины № 5490, пересекающей рудный горизонт.

Вещественный состав пород и руд изучался в 18 прозрачных шлифах, глинистые и урановые минералы в 7 пробах диагностированы дифференциально-термическим методом и в электронном микроскопе (TESCAN VEGA 3 SBU) рентгено-спектральным методом (3 пробы).

Петрографические исследования показали, что породы маастрихтского горизонта представлены обломочными и глинистыми разновидностями. Среди обломочных пород выделены алевритовые, псаммитовые и гравелито-древяные представители. Среди глинистых пород – пелитовые и алевропелитовые. По минеральному составу обломочного материала породы сходные. Содержание обломочного материала составляет: кварца в среднем 65...80%, полевых шпатов 7...15 %, обломков пород – 5...15 %.

В соответствии с классификационной диаграммой В.Д. Шутова породы относятся к 4 (мезомиктовые кварцевые песчаники) и 7 (кварцевые граувакки) группам (рис. 1).

В умеренном количестве содержатся слюды (мусковит, хлорит, хлоритизированный биотит) – в среднем 1...2 %, углистый растительный детрит – в среднем 0,5...5 %, глинистые минералы – в среднем 5...15 %. В виде незначительной примеси встречаются акцессорные минералы (ильменит, лейкоксен, турмалин, циркон, сфен и другие). В ходе исследования в образцах были найдены битуминозные вещества.

Цемент базальный карбонатный.

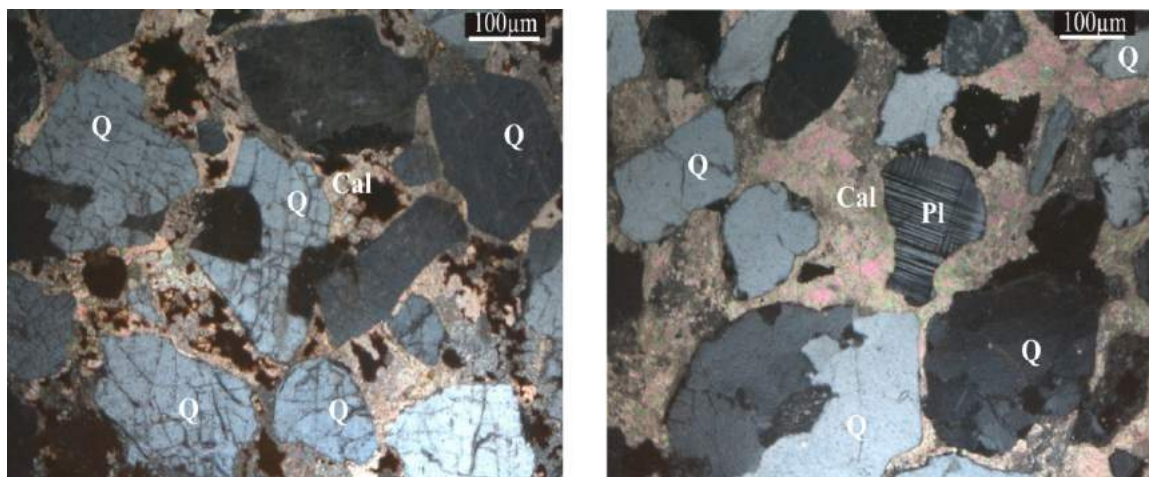


Рис. 1. Среднезернистый кварцевый песчаник (Q – кварц, Pl – плагиоклаз, Cal - кальцит)
(обр. 1/10)

Дифференциально-термический анализ (ДТА) образцов для определения глинистых минералов в породах разреза выполнен в научно – аналитическом центре НИ ТПУ. ДТА образцов показал, что глинистые минералы имеют монтмориллонит-гидролюдистый состав, а цементирующий материал в кварцевых песчаниках – кальцит-анкеритовый состав.

Рентгено-спектральным методом доцентом кафедры ГРПИ Т.Ю. Якич диагностированы пирит, урановый минерал коффинит, хлорит – диабантит.

Пирит образует фрамбоидальные скопления в песчаниках (рис. 2, а, б). Химический состав пирита: Fe – 45,94 мас. %, S – 53,53 мас. %.

Впервые термин «фрамбоид» был введен в 1935 году Г.В. Растом [5]. Этот автор определил фрамбоиды как группы микроскопических кубиков и зерен пирита, образующие сфероидальные скопления. Подобные

агрегаты известны во многих осадочных породах различного возраста, а также описаны в некоторых медных месторождениях [5], но условия их образования остаются дискуссионными. Эксперименты показали, что агрегаты, сходные с фрамбоидами, могут формироваться в отсутствие биогенного вмешательства, в том числе осаждаются в гидротермальных растворах. В то же время, в природе очень часто пирит (в том числе фрамбоидный) образуется в местах разложения органики вследствие бактериальной сульфатредукции [2].

Фрамбоиды пирита образуются на стадии диагенеза во время осадконакопления. Количество пирита, которое может сформироваться в осадках на стадии диагенеза, ограничено скоростью поступления способного к разложению органического вещества, растворенного сульфата и минералов железа. Большое количество органики в осадке позволяет развиваться бактериям, которые восстанавливают сульфаты морской воды и выделяют сероводород, реагирующий с железом, что в конечном итоге ведет к образованию пирита [6].

Урановый минерал представлен коффинитом. Коффинит является основным минералом урановых руд в зонах пластового окисления. Встречается в виде микрокристаллических и коллоидных выделений в цементе пород [1]. Химический состав варьирует: U (65...75 %), Si (25...40 %), Ca (3,5...4 %), Al (0,5...2%), Fe (0,8...1,5 %), P (0,5...0,8 %).

Хлориты диагностированы в глинистых породах. Они образуют небольшие чешуйки (рис. 2, в). Химический состав соответствует диабантиту (табл.) [3, 7].

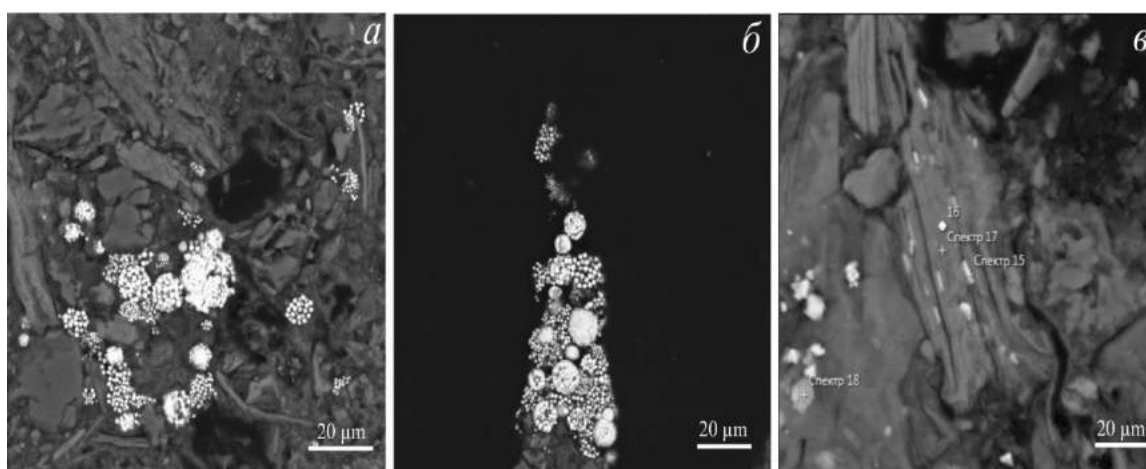


Рис. 2. Фрамбоиды пирита в песчаниках (а, б), чешуйки хлорита в глинистых породах (в)

Таблица

Химический состав диабантита

Элементы	O	Mg	Al	Si	K	Ti	Fe	Σ
Мас.%	43,367	9,767	10,567	19,431	3,252	1,1080	12,506	99,99
Формульные количества		4,086	3,982	7,03	0,559	0,235	2,2	18,162

Литература

1. Аубакиров Х.Б, Берикболов Б.Р, Вершков А.Ф, Язиков В.Г. Урановые месторождения Казахстана. – Алматы: Білім, 2008. – 318 с.
2. Астафьева М.М., Герасименко Л.М., Гептнер А.Р. и др. Ископаемые бактерии и другие микро-организмы в земных породах и астроматериалах / под. ред. А.Ю. Розанова, Г.Т. Ушатинской – М.: ПИН РАН, 2011. – 172 с.
3. Дир У. А. Зусман Дж. Породообразующие минералы. – Том 3. – Лондон, 1962. – 316 с.
4. Иванова В.П. Касатов Б.К. Красавина Т.Н. Термический анализ минералов и горных пород. – Л.: Недра, 1974. – 399 с.
5. Rust G.W. Colloidal primary copper ores at Cornwall Mines, Missouri // Journal of Geology. – 1935. – № 43. – P. 398 – 426.
6. Berner R.A. Sedimentary pyrite formation: An update // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1984. – V. 48. – № 4. – P. 605 – 615.
7. Hey M. H. A new review of the chlorites // Mineral. Mag. – 1954. – V. 30. – P. 277–292.

ОСОБЕННОСТИ ПИРРОТИНОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В МЕСТОРОЖДЕНИИ ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)

О.Б. Непряхина

Научный руководитель доцент Е.А. Синкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пирротин широко распространен в месторождениях различного генетического типа, в том числе и в гидротермальных золоторудных объектах. Обычно он ассоциирует с пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, арсенопиритом, хлоритами, карбонатами (кальцитом, анкеритом), кварцем и образует несколько генераций. Например, в месторождениях Мурунтау (З. Узбекистан), Кумтор (Киргизия), Сухой Лог (Россия) он образует 1-2 генерации, а в месторождениях Благодатное (Россия), Олимпиада (Россия) пирротин представлен 3 генерациями и его количество позволяет отнести его к главным рудным минералам [1, 2, 6].

В сообщении приведены результаты изучения характера пирротиновой минерализации и химического состава пирротинов золоторудного месторождения Чертово Корыто. Изучено более 100 полированных шлифов из различных частей рудного тела. Химический состав изучен рентгеноспектральным анализом на микрозонде JXA-8100, Camebax-Micro в Институте геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск).

Месторождение расположено на севере Патомского нагорья в бассейне р. Б. Патом. Рудная залежь образована в раннепротерозойской углеродистой толще терригенных сланцев михайловской свиты и сложена метасоматитами березит-пропилитовой формации с жильно-прожилково-вкрапленной сульфидно-кварцевой минерализацией. В кварцевых жилах и прожилках сульфиды встречаются редко. Среди них преобладают пирит, арсенопирит, пирротин, в качестве несущественной примеси отмечены галенит, сфалерит, халькопирит. Свободное золото преобладает в кварце [3].

Пирротин представлен тремя генерациями. Генерации выделены по отличающемуся химическому составу, особенностям полировки, морфологии агрегатов и парагенетической минеральной ассоциации. Пирротин I входит в состав кварц-рутил-апатит-пирит-пирротинового минерального комплекса. Ассоциирует с кварцем I, хлоритом I, рутилом, апатитом, пиритом I, халькопиритом I, анкеритом I и кальцитом I. Пирротин I образует «штрихи» параллельно сланцеватости углеродистых сланцев (рис. 1, а; рис. 2). Имеет кристаллически-зернистое внутреннее строение. Размер «штрихов» изменяется в интервале 0,1...5 мм. Как правило, имеет следы полировки в виде ямок. Концентрации главных минералообразующих элементов изменяются в пределах: Fe – 60,15...61,01 мас. %, S – 38,83...39,98 мас. %, при теоретическом составе минерала Fe – 63,53 %, S – 36,47 % [5]. В составе минерала отмечено присутствие меди, никеля и мышьяка в количестве 0,01...0,04 мас. %, 0,12...0,23 мас. % и 0,01...0,05 мас. % соответственно.

Пирротин II входит в состав кварц-пирит-арсенопирит-пирротинового с золотом минерального комплекса. Ассоциирует с кварцем II, хлоритом II, пиритом II, арсенопиритом I, халькопиритом II, сфалеритом I, золотом I, анкеритом II и кальцитом II. Пирротин II образует плотные зернистые скопления в мало мощных кварц-карбонатных прожилках (рис. 1, б; рис. 2). Содержание железа изменяется в интервале 60,23...60,73 мас. %, серы – 39,01...39,61 мас. %. Также в пирротине II отмечено присутствие меди (до 0,03 мас. %) и никеля (до 0,84 мас. %). Мышьяк зафиксирован в 2-х пробах (0,01 и 0,03 мас. %).

Пирротин III входит в состав кварц-полиметаллического с золотом минерального комплекса. Ассоциирует с кварцем IV, пиритом IV, халькопиритом II, сфалеритом II, галенитом, золотом III, анкеритом IV, кальцитом IV. Пирротин III встречается в виде гнездовых обособлений различного размера в относительно мощных (до нескольких метров) кварц-карбонатных жилах (рис. 2). Полируется лучше первых двух генераций, без ямочных дефектов. Для него характерно кристаллически-зернистое строение. Имеет нестехиометрический состав: Fe – 60,28...61,43 мас. %, S – 39,60...40,08 мас. %. В количестве 0,03 мас. % и 0,02...0,11 мас. % диагностированы медь и никель.

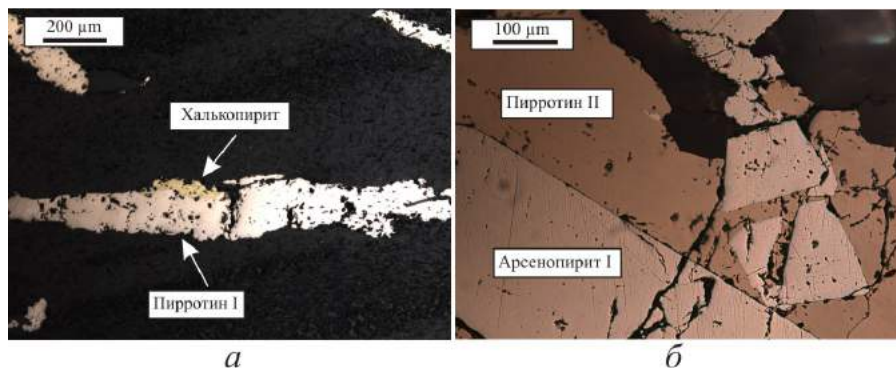


Рис. 1. Пирротиновая минерализация месторождения Чертово Корыто:
 а) пирротин I в виде «штрихов» в терригенных углеродистых породах,
 б) пирротин II в ассоциации с арсенопиритом I в мало мощном кварц-карбонатном прожилке

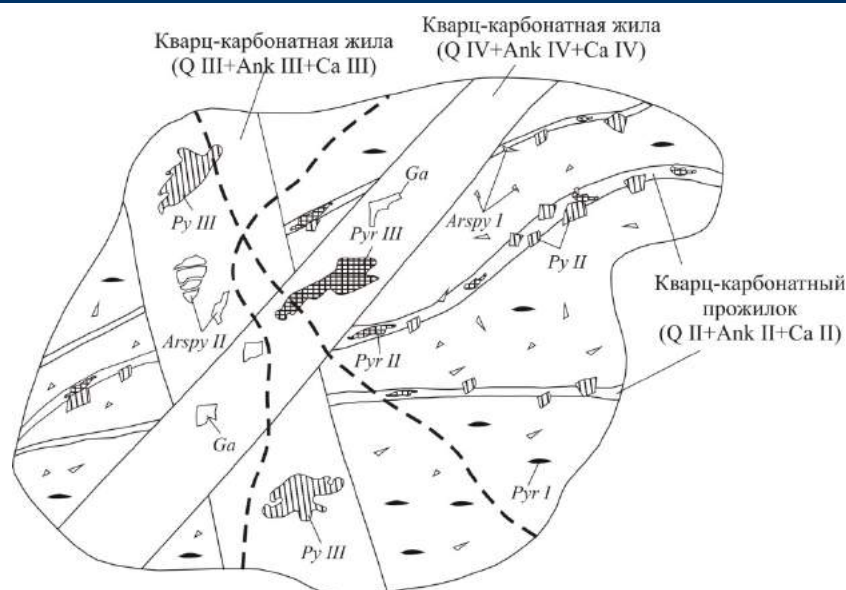


Рис. 2. Взаимоотношение сульфидной минерализации в пространстве
(Py – пирит, Arspy – арсенипирит, Pyr – пирротин, Ga – галенит, Q – кварц, Ank – анкерит, Ca – кальцит); римскими цифрами обозначены генерации минералов; черными пунктирными линиями обозначены пострудные кальцитовые прожилки, секущие все минеральные комплексы

Пирротины распределены в рудном теле достаточно равномерно. Пирротин I встречается во всем объеме рудной залежи, как в рудных, так и в безрудных интервалах. Пирротины II и III тяготеют к центральной части рудного тела, где сосредоточены наиболее богатые по содержанию золота интервалы.

Как видно из результатов исследования, пирротин месторождения Чертово Корыто является одним из главных сульфидов. Он встречается в трех минеральных комплексах, два из которых включают золото. Выделенные генерации пирротинов различаются содержанием минералообразующих компонентов и элементов примесей. Для всех пирротинов характерна примесь никеля и меди, что свидетельствует о его структурных дефектах. Несколько генераций пирротина выявлено в рудах месторождения Мурунтау, Советское, Берикунское и др. [4, 7, 8]. Все они различаются содержанием главных минералообразующих компонентов, набором и количественными соотношениями элементов примесей. В месторождениях установлено увеличение содержания Co и Ni в пирротинах, образовавшихся в продуктивную стадию минералообразования.

В дальнейшем планируется изучить микротвердость и доменную структуру пирротинов для выявления его гексагональной, моноклинной разновидностей, а также проследить их распределение в объеме рудной залежи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 16-35-00041\16).

Литература

1. Золоторудное месторождение Мурунтау / под ред. Т.Ш. Шаякубова. – Ташкент, 1998. – 540 с.
2. Колмаков Ю.В., Сазонов А.М., Пинсон А.Ю., Потехина Е.В., Гертнер И.Ф., Тишин П.А. Петромагнитная и минералогическая неоднородность и золотоносность рудной зоны месторождения Благодатное // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 2. – С. 46–53.
3. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождение Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 314. – № 1. – С. 23–38.
4. Кряжев С.Г. Геолого-генетические особенности и изотопно-геохимический режим формирования месторождения Мурунтау: дис. ... канд. геол.-мин. наук. – М., 1999. – 186 с.
5. Рамдор. П. Рудные минералы и их сростания. – М.: Иностранная литература, 1962. – 1132 с.
6. Рафаилович М.С., Мизерная М.А., Дьячков Б.А. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства. Алматы, 2011. – 272 с.
7. Русинова О.В., Русинов В.Л., Абрамов С.С., Кузнецов С.В., Васюта Ю.В. Околорудные изменения пород и физико-химические условия формирования золото-кварцевого месторождения Советское (Енисейский Кряж, Россия) // Геология рудных месторождений. – 1999. – Т. 41. – № 4. – С. 308–328.
8. Русинова О.В., Русинов В.Л. Метасоматический процесс в рудном поле Мурунтау (Западный Узбекистан) // Геология рудных месторождений. – 2003. – Т. 45. – № 1. – С. 75–96.

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОЦЕНКИ P-T УСЛОВИЙ МЕТАМОРФИЗМА
МЕТАБАЗИТОВОГО ПРОЯВЛЕНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. ТЫРАДА
(ЗААНГАРЬЕ, ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

Р.Н. Никитин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В строении заангарской части Енисейского кряжа участвуют неопротерозойские породные комплексы Восточно-Ангарского, Центрально-Ангарского и Исаковского террейнов, которые представляют собой тектонические блоки, разделенные крупными надвигами. Геологическое строение Центрально-Ангарского террейна определяется развитием метатерригенных и метатерригенно-карбонатных отложений раннего архея и протерозоя (малогаревская, тейская, сухопитская, тунгусикская серии), метаморфизованных в условиях амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма. В пределах террейна неоднократно проявлен неопротерозойский гранитоидный (~ 880–629 млн лет) и щелочно-базитовый (~750–650 млн лет) магматизм [1, 2]. Метабазитовые проявления здесь распространены слабо, в основном они локализованы в зонах трансформных разломов и представляют собой субсогласные амфиболитовые тела немтихинского, индыглинского и орловского комплексов разного возраста в диапазоне от 1020 (?) до 720 млн лет.

Таблица

*Химический состав (мас. %), структурные формулы минералов представительного амфиболита
(обр. Т-1/1) и оценки P-T условий их метаморфизма*

Компонент	Номер участка*								
	1			2			3		
	Am	Pl	Chl	Am	Pl	Chl	Am	Pl	Chl
SiO ₂	43,73	56,93	30,10	43,44	58,69	32,96	44,92	58,07	30,77
TiO ₂	0,35	0,00	0,34	0,41	0,00	0,56	0,45	0,00	0,30
Al ₂ O ₃	13,35	25,16	16,83	12,87	25,87	16,67	13,22	25,94	17,49
FeO**	15,73	0,21	20,34	15,98	0,28	18,28	16,01	0,37	21,40
MnO	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	9,83	0,00	16,67	9,56	0,00	14,53	10,34	0,00	15,14
CaO	12,10	7,81	0,00	12,03	7,70	0,00	12,29	8,19	0,31
Na ₂ O	1,27	6,60	0,00	1,15	6,96	0,00	1,33	6,83	0,00
K ₂ O	0,93	0,14	1,56	0,91	0,00	5,94	0,82	0,00	2,81
Сумма	97,52	96,85	85,84	96,35	99,50	88,94	99,38	99,40	88,22
(O)***	(23)	(8)	(10)	(23)	(8)	(10)	(23)	(8)	(10)
Si	6,498	2,615	6,297	6,537	2,621	6,712	6,536	2,602	6,333
Ti	0,039	0,000	0,053	0,046	0,000	0,086	0,049	0,000	0,046
Al	2,379	1,386	4,223	2,323	1,386	4,072	2,307	1,394	4,318
Fe	1,955	0,008	3,558	2,011	0,010	3,113	1,948	0,014	3,683
Mn	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	2,177	0,000	5,198	2,144	0,000	4,411	2,242	0,000	4,644
Ca	1,926	0,384	0,000	1,939	0,368	0,000	1,916	0,393	0,068
Na	0,366	0,588	0,000	0,336	0,603	0,000	0,375	0,593	0,000
K	0,176	0,008	0,416	0,175	0,000	1,543	0,152	0,000	0,738
Ca/(Ca+Na+K)	0,780	0,392	–	0,792	0,379	–	0,784	0,398	–
Fe/Fe+Mg	–	–	0,406	–	–	0,414	–	–	0,442
T, °C/P, кб	550-580/5-6			550-580/5-6			550-580/5-6		

* Анализ проводился на трех разных участках аншлифа
 ** Общее железо
 *** Структурные формулы минералов рассчитаны на фиксированное количество атомов кислорода, обозначенное как n(O)

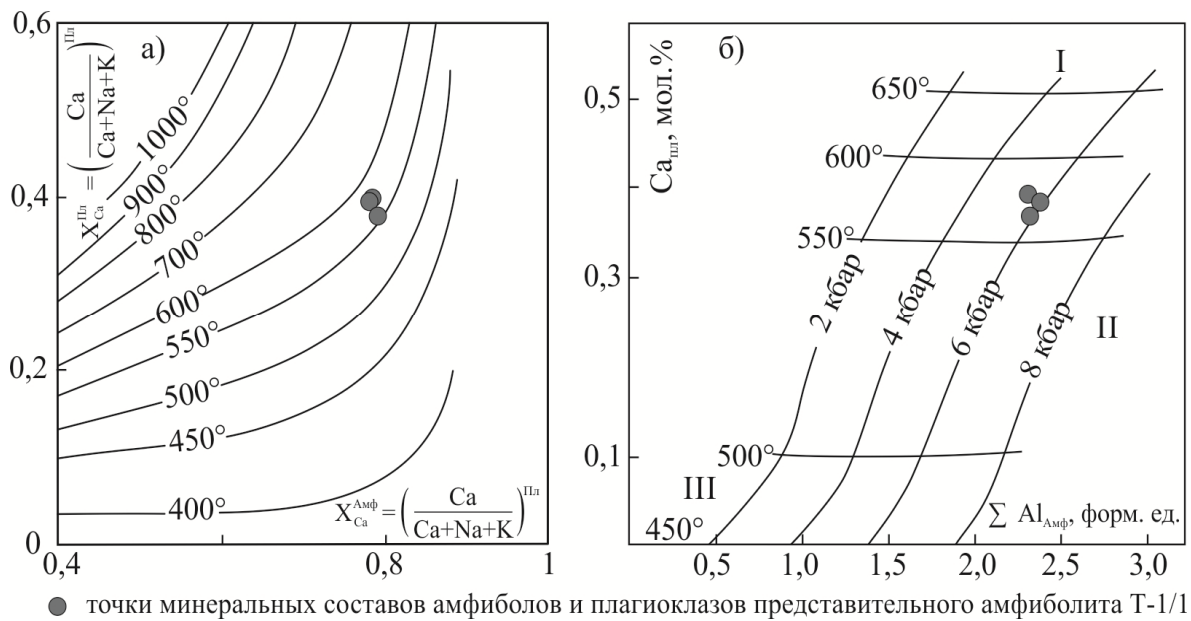


Рисунок. P-T условия метаморфизма базитов.
 а) [4]; б) [5]; I, II, III – зоны низкого среднего и высокого давления

Объектом моих исследований является метабазитовое проявление в бассейне реки Тырада. Для него характерна линзовидная или пластообразная форма тела протяженностью от первых десятков метров до 2 километров и мощностью до 30 метров. Установлено, что по своему геохимическому составу метабазиты являются производными толеитовых срединно-океанических базальтов E-типа, метаморфизованных в условиях эпидот-амфиболитовой фазии метаморфизма. Далее приводится минералогическая характеристика и оценка P-T режима метаморфизма исследуемых метавулканитов на примере химического состава представительного амфиболита (обр. Т-1/1).

Химический состав минеральных фаз амфиболитов получен непосредственно автором с использованием электронной микроскопии на базе аналитического комплекса сканирующего электронного микроскопа «VEGA II LMU», совмещенного с энергодисперсионным рентгеновским спектрометром модели INCA Energy (центр коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Национального исследовательского Томского государственного университета). Плагиоклаз в амфиболите представлен андезином. Его состав варьирует в узком диапазоне $X_{An} = Ca/(Ca+Na+K) = 0,38...0,40$. Амфибол представлен эденитом [4], с пониженным содержанием TiO_2 (0,34...0,45 мас. %) и повышенным MgO (9,56...10,34 мас. %). Единичные включения цоизита рядом с редкими зёрнами калиевого полевого шпата говорят об изменении основного плагиоклаза. Наряду с этим, наличие реликтов анортита в нескольких образцах, как минерала базитовых образований, подтверждает магматическое происхождение амфиболитовых тел. Также присутствуют хлорит, сфен и ильменит.

Оценки P-T условий метаморфизма амфиболитов получены на основе составов породообразующих минералов с помощью известных минеральных геотермобарометров. Температуры и давления определялись с использованием соответствующих моделей для Amph-P1 геотермометра [5, 6], результаты геотермобарометрии приведены в таблице. Выполненные расчёты P-T условий метаморфизма показали, что кристаллизация амфиболов происходила при температуре 550...580° С и давлении 5...6 кбар (рис. а, б). Кроме того, присутствие зерен хлорита, развивающихся по амфиболам, позволяет утверждать о наличии еще одной ступени метаморфизма – фазии зеленых сланцев. Согласно международной номенклатуре, этот хлорит представлен диабантитом, содержащим значительное количество K_2O (1,56...5,94 мас. %) [3]. Исходя из расчета температурных условий его образования двумя разными методами, я пришел к выводу, что температура его возникновения варьирует в пределах 145...215° С [7]. В этой связи можно говорить о двухстадийном ретроградном метаморфизме неопротерозойских базитовых магматических комплексов.

Литература

1. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского кряжа // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 1. – С. 35–52.
2. Врублевский В.В., Сазонов А.М., Гертнер И.Ф., Тишин П.А., Колмаков Ю.В. Геохронология и магматические источники щелочных пород и карбонатитов южного заангарья, Енисейский кряж // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 63–70.
3. Дир У.А., Хаули Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. – М: Мир. – 1966. – 318 с.

4. Номенклатура амфиболов: доклад подкомитета по амфиболам комиссии по новым минералам и названиям минералов международной минералогической ассоциации (КНМНМ ММА) // ЗВМО. – 1997. – № 1. – С. 82–102.
5. Перчук Л.Л., Равновесия породообразующих минералов. – М.: Наука. – 1970. – 392 с.
6. Плюсина Л.П., Экспериментальное исследование равновесий метабазитов, геотермобарометрия // Эксперимент в решении актуальных задач геологии: сб. науч. трудов. – М: Наука. – 1986. – С174–183.
7. Caritat P., Hutcheon I., Walshe J. Chlorite geothermometry: a review // Clays and clay minerals. – 1993. – V. 41. – № 2. – С. 219–239.

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИИ АЛЕВРОПЕСЧАНИКОВ СУВОРОВСКОЙ СВИТЫ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Д.А. Осипова

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Изучаемые отложения суворовской свиты (V_{1sv}) залегают в пределах Дюбкошского грабена, расположенного в северной части Енисейского кряжа (Красноярский край) и выполненного преимущественно вендскими отложениями [3]. С северо-восточной стороны грабен ограничен Дюбкошским разломом, с юго-западной – Татаро-аяхтинским гранитоидным комплексом. По литологическим особенностям в разрезе свиты выделяются четыре пачки пород: I пачка сложена красноцветными песчаниками, II пачка грубозернистых несортированных желтовато- и красновато-бурых полимиктовых песчаников, III пачка представлена переслаиванием песчаников мелкозернистых и алевролитов мелкозернистых и крупнозернистых в различных пропорциях и сочетаниях и IV пачка представлена переслаиванием алевролитов от глинистых до крупнозернистых, с небольшими (первые метры) прослоями и линзами мергелистых доломитов и доломитизированных известняков. В ходе поисковых работ, проводимых ООО "Соврудник" в 2012 г, буровыми скважинами был вскрыт почти полный разрез суворовской свиты (около 750 м). С целью детального изучения литологии алевролитов и песчаников, а также особенностей распределения глауконита, автором была изучена коллекция образцов керна одной из скважин, вскрывающей образования третьей и четвертой пачки. Изучение осуществлялось с использованием микроскопа «Axioscop 40 A Pol» (ФРГ), минеральный состав пород, изученных по 11 шлифам, представлен в таблице. Нумерация шлифов соответствует глубине отбора соответствующего фрагмента керна в метрах.

Таблица

Минеральный состав пород в шлифах

№ шлифа	кварц	полевые шпаты	обломки кремнистых пород	рутил в кварце	глауконит	кальцит	доломит, сидерит	хлорит	пирит, магнетит
85,6	+	+	+			+			+
95,0	+	+	+			+			+
102,8	+	+	+			+	+		+
105,9	+	+		+		+			+
119,5	+	+		+		+			+
143,0	+	+		+	+	+	+		+
177,7	+	+				+	+		+
184,7	+	+			+	+	+		+
186,8	+	+	+		+	+	+	+	+
187,7	+	+			+	+	+		+
196,5	+	+	+		+	+	+	+	+

Микротекстура пород беспорядочная, микрослоистая. Микроструктура мелко-среднезернистая. Обломочная часть горных пород сложена преимущественно кварцем (70...75 %) и полевыми шпатами (20...25 %), при этом количество зёрен калиевых полевых шпатов существенно преобладает над количеством зёрен плагиоклаза. Плагиоклаз в шлифах в основном кислого и среднего состава. В единичных зёрнах встречаются обломки кремнистых пород (не более 5 %). Кварц хорошо окатанный, либо полуокатанный, бесцветный или мутный за счет многочисленных пылеватых непрозрачных включений, также в составе кварца встречаются газово-жидкие включения, развитые вдоль залеченных трещин (рис. 1). Большинство зёрен регенерированы, изъедены за счет структур вдавливания с другими зёрнами. В некоторых шлифах в кварце отмечены вроски иголок рутила. Калиевые полевые шпаты также окатаны, хотя окатанность меньше, чем у кварца. Встречается микроклин с характерной микроклиновой решеткой и ортоклаз. В зёрнах ортоклаза развита пелитизация, за счет которой цвет их часто мутный, буроватый. Размер зёрен от 0,2 до 0,5 мм. Обломки пород округлые, буровато-серые, серо-желтые за счет пылеватых включений, размер обломков в шлифах варьирует от 0,3 до 0,6 мм.



Рис. 1. Шлиф-1868. Газово-жидкие включения в кварце (ширина поля зрения 0,25 мм)

Во всех шлифах развит регенерационный цемент кварца, характер вторичных изменений либо полностью регенерационный, либо частично. Часто встречается конформное вдавливание зерен, цемент пор и в меньшем количестве базальный цемент. Цемент в небольшом количестве сложен карбонатами (кальцит, доломит, сидерит), также кремнистыми минералами (халцедоном и кварцитом) и хлоритом в виде пленок. Карбонаты, помимо цемента, выступают в шлифе как вторичные минералы. Они имеют угловатую форму, а также встречаются в виде прожилков, доломит отличается четкой ромбовидной формой кристаллов, сидерит – содержанием гидроокислов железа. Карбонаты могут замещать глауконит и даже кварц. Акцессорные минералы: пирит, идентифицированный на бинокулярном микроскопе, и предположительно магнетит встречаются в виде изометричных зерен. Пирит образует фрамбоидальные выделения, замещающие глауконит.

Глауконит появляется на глубине 143 м от поверхности. Структура глауконитовых зерен [4] в целом микролепидобластовая, микротекстура беспорядочная. В шлифах встречается в небольших количествах, не более 5...10 % от площади, распределение обычно равномерное. Первое появление глауконита отмечено на глубине 143 м (единственное зерно глауконита, практически полностью замещенное предположительно магнетитом). Далее с увеличением глубины количество зерен глауконита возрастает, а степень их замещения пиритом, магнетитом и халцедоном – уменьшается. На глубине 187,7 и 196,5 м глобулы глауконита более раздроблены, прослеживаются трещины. Характеризуется глобулярной, овальной, бобовидной формой, реже встречаются прожилковидные, сетчатые скопления [5]. Размер скоплений от 0,1 до 0,5 мм, постепенно возрастает с глубиной. Цвет ярко-зеленый, насыщенный. Принято считать, что глауконит, будучи аутигенным минералом, образуется обычно в песчаных толщах мелководных морских бассейнов [2], но, судя по наличию не только глобулярных, но и прожилковых форм, образование глауконита происходило, очевидно, и в ходе диагенеза уже литифицированных песчаников.

Интересной особенностью изученных шлифов является наличие округлых структур, сложенных халцедоном и рудными минералами (пиритом и магнетитом), по размеру и форме соответствующих глауконитовым стяжениям. Количество этих образований в целом возрастает по мере уменьшения доли глауконита в породе.

На основе анализа выполненных наблюдений можно сделать вывод о двухэтапном формировании глауконита в песчаниках и алевролитах в ходе погружения формирующейся толщи терригенных пород. Помимо этого, породы подверглись карбонатизации (рис. 2 б), окварцеванию и сульфидизации. Позднее, при воздымании территории отложения суворовской свиты испытали интенсивное выветривание. Из-за слабой устойчивости глауконита к выветриванию начался процесс его разложения с образованием оксидов и гидрооксидов Fe и SiO₂ [1]. В связи с этим, в верхней части разреза мы наблюдаем реликты глобул глауконита, замещенные халцедоном и магнетитом (рис. 2 а), но далее по разрезу, за счет удаленности от поверхности, появилась возможность наблюдать незамещенные зерна глауконита (рис. 2 в). Наличие характерных псевдоморфоз в песчаниках и алевролитах, таким образом, может свидетельствовать об изначальном присутствии глауконитовых стяжений, уничтоженных процессами выветривания.

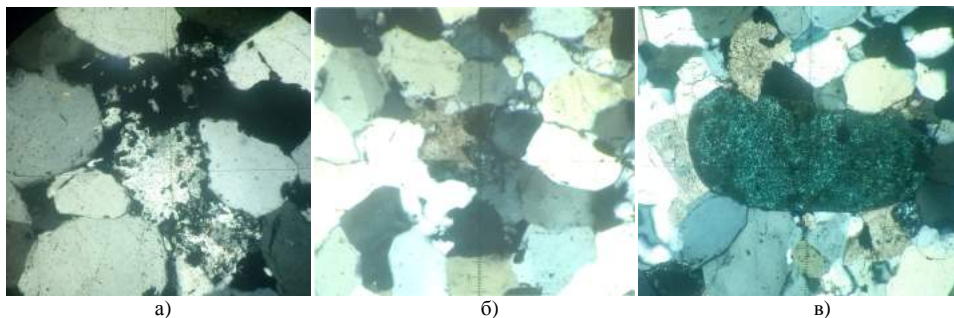


Рис. 2. а) Шлиф 1028 - глобула глауконита, замещенная халцедоном и магнетитом; б) Шлиф 1868 – карбонат частично замещает зерно глауконита; в) Шлиф 1877 – глобула глауконита, замещенная магнетитом и слабозамещенная карбонатами; ширина полей зрения 0,25 мм

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие / под науч.ред. Б.И.Пирогова и Б.Б. Шкурского. – 2 издание, испр. и доп. – М: КДУ, 2010. – 736 с.
2. Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. – Т. 3. – М.: Мир, 1966. – 317 с
3. Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и её складчатого обрамления. – Новосибирск: Академическое издание «Гео», 2005. – 428 с.
4. Минералы. Справочник. Том IV.(ред. Ф.В. Чухров). – М.: Наука, 1992 – 601 с.
5. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. – М.: Государственное научно-техническое изд-во по геологии и охране недр, 1958. – 415 с.

**ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АСПЕКТА ФОРМИРОВАНИЯ
ИНДЕРТИНСКОГО МАССИВА ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ****А.А. Пешков**

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Индертинский массив находится в месте сочленения субширотного Карагайтинского разлома с меридиональными нарушениями и залегает в зоне контакта блокового выступа нижнепалеозойских пород с расположенными севернее среднепалеозойскими отложениями. Он представляет собой гигантский штокверк, крупные линейные составляющие которого имеют пологое северное падение [1].

В общей своей конфигурации массив вытянут в северо-западном-юго-восточном направлении, подчиняясь общему северо-западному простиранию складчатых структур. Массив имеет длину порядка 70...75 км при ширине 10...12 км.

Индертинский массив сложен в основном серыми порфировидными двуслюдяными, биотитовыми, реже мусковитовыми гранитами. Наличие фациальных разновидностей – биотитовых, двуслюдяных и мусковитовых гранитов, говорит о различной глубине и времени эрозионного вскрытия интрузии и различной подверженности вторичным изменениям.

Для гранитов Индертинского массива характерна большая степень гнейсовидности, а также наличие признаков гибридизма, в связи с чем в них местами наблюдается аномально высокое содержание биотита – до 8...10, редко 15 %.

В строении массива принимают участие два типа гранитов. Первый тип представлен светло-серыми и серыми крупнопорфировидными биотитовыми плагиоклаз-микроклиновыми гранитами. Для данного типа гранитов характерно грубополосчатое строение, выраженное присутствием среди крупнопорфировидных биотитовых полос лейкократовых мусковитосодержащих мелко- и среднезернистых гранитов. Встречаются двуслюдяные разности крупнопорфировидных гранитов, которые переходят в среднезернистые граниты. В тех и других биотит количественно преобладает над мусковитом. Второй тип представлен среднезернистыми двуслюдяными гранитами с турмалином, местами с гранатом и редкими кристаллами берилла. Учитывая непосредственные переходы в группе крупнопорфировидных гранитов от биотитовых к двуслюдяным и наличие в них секущих жил мусковитовых гнейсовидных среднезернистых гранитов, можно предполагать фациально-фазовый характер взаимоотношений [2].

Реконструкция геодинамических обстановок проявления магматических комплексов является одним из наиболее широко применяемых в настоящее время методов на основании геохимических данных. Для определения геодинамических обстановок формирования гранитоидов используют специальные дискриминационные диаграммы.

П. Маниар и Ф. Пикколи предложили серию дискриминационных диаграмм для разделения гранитоидов, формирующихся в различных геодинамических обстановках. В пределах двух больших групп – орогенных и анорогенных гранитоидов – они выделили семь типов. Среди орогенных – гранитоиды островных дуг (IAG), гранитоиды континентальных дуг (CAG), гранитоиды континентальных дуг (CCG), посторогенные гранитоиды (POG); среди анорогенных – гранитоиды, связанные с рифтами (RRG), гранитоиды континентальных эпиорогенных поднятий (CEUG), океанические плагиограниты (OP) [3]. Свою классификацию авторы основывали на том, что гранитоиды различных тектонических обстановок характеризуются разными минералогическими и химическими особенностями. В работе были использованы данные рентгенофлуоресцентного анализа, любезно предоставленные А.А. Баёвой, а также данные химических анализов [2, 4].

Согласно методике разделения гранитоидов, предложенной П. Маниаром и Ф. Пикколи, по содержанию K_2O (<1%) гранитоиды Индертинского массива не относятся к океаническим плагиогранитам.

На диаграммах $Al_2O_3-SiO_2$, $Fe_2O_3+FeO-MgO$, $Fe_2O_3+FeO+MgO-MgO$ гранитоиды Индертинского массива попадают в поля IAG, CAG, CCG. Для разделения гранитоидов между собой применяют индекс ASI. Для пород типа CCG он не может быть меньше 1,05, в то время как IAG и CAG характеризуются индексом ASI не более 1,15. Если же индекс ASI имеет значения в интервале от 1,05 до 1,15, то разделить CCG и IAG+CAG не представляется возможным. Используя индекс ASI, гранитоиды Индертинского массива попали в группу гранитоидов обстановок континентальной коллизии (CCG).

Также существуют дискриминационные диаграммы Дж. Пирса [6], построенные по отношениям редких элементов для определения геодинамической обстановки образования гранитоидов, использующие соотношения Rb-Y-Nb и Rb-Yb-Ta. Из всего набора элементов, присутствующих в гранитоидах, были выбраны именно эти элементы, так как они являются наилучшими дискриминантами между такими типами гранитов, как граниты океанических хребтов (ORG), внутриплитные граниты (WPG), граниты вулканических дуг (VAG) и коллизионные граниты (syn-COLG).

На диаграмме Nb-Y (рис.) основная масса фигуративных точек попадает в поле гранитов вулканических дуг (VAG) и коллизионных гранитов (syn-COLG). А на дискриминационной диаграмме Rb-Y+Nb (рис.) фигуративные точки располагаются в поле коллизионных гранитов (COLG).

S. Агравал [5] был предложен численный метод классификации гранитоидов с использованием данных по содержаниям главных элементов в породе, применив мультивариантный дискриминантный анализ к четырем группам гранитоидов, выделенных на основе полевых наблюдений Дж. Роджерсом и Дж. Гринбергом. Они выделили две группы орогенных гранитов – позднеорогенные и посторогенные и две группы анорогенных гранитов – анортозиты/рапакиви и щелочные граниты кольцевых комплексов [7]. С использованием уравнения для разделения между собой выделенных типов гранитов вычисленные значения для гранитоидов Индертинского массива указывают на позднеорогенные условия образования.

Полученные результаты в ходе изучения дискриминационных диаграмм П. Маниара и Ф. Пикколи, Дж. Пирса, с использованием численного метода классификации гранитоидов S. Агравала согласуются между собой. Можно сделать вывод, что гранитоиды Индертинского массива образовались предположительно в позднеорогенных условиях в процессе коллизии.

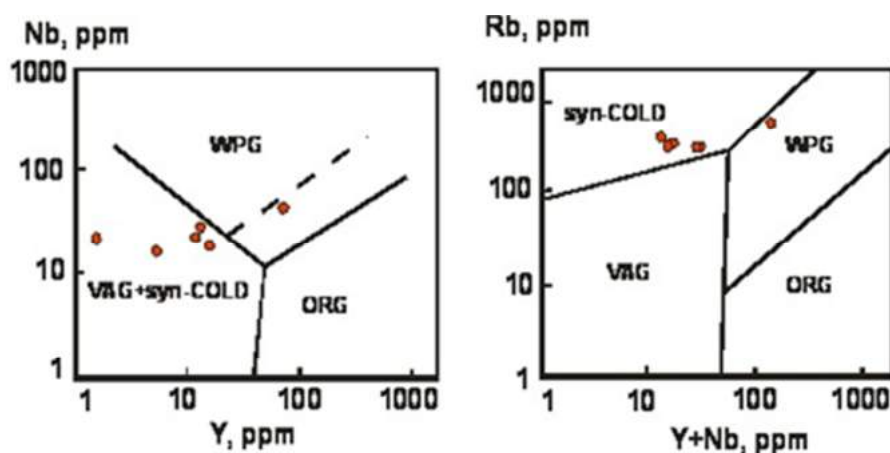


Рис. Дискриминационные диаграммы Nb-Y и Rb-Y+Nb Дж. Пирса [7] для разделения гранитоидов

Литература

1. Гаврилова С.П. Гранитоидные и щелочные формации в структурах Западной и Северной Монголии. – М.: Наука, 1975. – 285 с.
2. Гаврилова С.П., Павленко В.С. Гранитоидные формации Монгольского Алтая, их редкометалльная специализация и перспектива танталонности расщепленных щелочных гранитов Монгольской Народной Республики. – М.: 1973. – 295 с.
3. Интерпретация геохимических данных / Отв. ред. Е.В. Спяров. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
4. Хасин Р.А., Чернявский В.И. Пегматиты района среднего течения р. Булган-гол в Западной Монголии // Материалы по геологии Монгольской Народной Республики. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – С. 191–218.
5. Agrawal S. Discrimination between late-orogenic, post-orogenic and anorogenic granites by major element compositions // J. Geology. – 1995. – V. 103. – P. 529–537.
6. Pearce J.A., Harris N.B. W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. – 1984. – V. 25. – P. 956–983.
7. Rogers J.J. W., Greenberg J.K. Late-orogenic, post-orogenic, and anorogenic granites: distinction by major-element and trace-element chemistry and possible origins // J. Geology. 1990. – V. 98. – P. 291–309.

ВКЛАД СПОРООБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* В БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ГОРНЫХ ПОРОДАХ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР**О.С. Полевская****Научный руководитель главный научный сотрудник Л.М. Кондратьева
Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской
академии наук, г. Хабаровск, Россия**

В связи с антропогенной нагрузкой на устойчивость экосистем, все более актуальными становятся исследования, объединяющие в единое целое многие биогеохимические процессы, происходящие в гидросфере и литосфере [5]. Большой интерес представляют биогеохимические процессы в контактной зоне вода-порода при участии бактериальных клеток. Роль ключевых агентов – микроорганизмов в круговороте основных элементов не вызывает сомнения, однако многие механизмы остаются недостаточно изученными [6]. Водоносные горизонты и полости (в т.ч. пещеры) карстующихся пород предоставляют необходимые для существования микроорганизмов условия обитания [4]. Принято считать, что гетеротрофные микроорганизмы часто поступают в подземные экосистемы с воздушными потоками, с инфильтрационными и подземными водами. Известно, что большинство видов *Bacillus* – типичные хемоорганотрофы. При этом их влияние на карбонатные породы остается предметом дискуссии [2]. С одной стороны, предполагается способность этих бактерий выветривать горные породы за счет биовыщелачивания основных элементов [9]. С другой стороны, бактериальные полимерные слизи могут служить катализаторами процессов биогенного минералообразования [7]. Экспериментально показано, что бактериальные клетки являются не только центрами кристаллообразования, они влияют на морфологию и размер кристаллов, минеральный состав и растворимость карбонатов. Например, в присутствии бактерий *Bacillus spasteurii* происходило образование более крупных слаборастворимых кристаллов CaCO_3 [8].

Особый интерес представляет натёчное образование «лунное молоко». Долгое время учёные учитывали только геологические процессы, влияющие на его образование. Некоторые исследователи предпочитают использовать понятие «биомасса лунного молока», тем самым подчеркивая не только присутствие микроорганизмов, но и их значимую роль в формировании массы «лунного молока» [10]. В последнее время стали уделять больше внимания микробиологическому фактору с использованием физиолого-геохимического подхода.

Цель исследования состояла в выделении и исследовании физиолого-биохимических особенностей штаммов бактерий, участвующих в формировании натёчного образования «лунное молоко» в двух карстовых пещерах.

Пробы «лунного молока» отобраны в 2014–2015 гг. в пещере Прощальная (Хабаровский край) и пещере Снежная (пещерная система Снежная–Меженного–Иллюзия, Абхазия). Штаммы выделяли на агаризованных средах с различными источниками углерода: пептон и крахмал. Серию биохимических тестов проводили согласно предлагаемой идентификационной таблице [1]. Микроструктура отдельных штаммов была исследована с помощью сканирующего электронного микроскопа (EVO-40HV, CarlZeiss).

На основании культурально-морфологических характеристик и окраски по Граму из выделенных штаммов были отобраны изоляты, относящиеся к роду *Bacillus*. По результатам проведения биохимических тестов штаммы из пещеры Прощальная были отнесены к видам *Bacillus mesentericus* и *Bacillus megaterium*. Они обладали каталазной активностью; утилизировали цитрат, арабинозу и маннит; тест на реакцию Фогес-Проскауера был отрицательный; мочевины не использовали. Для сравнения, в пещерах Дальнего Востока Кузнецовской и Лисей психрофильные спорообразующие бактерии не были обнаружены [3]. Выделенные микроорганизмы относятся к типичным почвенным хемоорганотрофным микроорганизмам, которые встречаются в пресных водах, участвуют в процессах круговорота азота и могут восстанавливать железо. Один из штаммов, выделенных из пещеры Снежная, был близок по биохимическим свойствам к виду *B. mucoides*. Представители этого вида являются обитателями ризосферы растений и продуцируют биологически активные вещества – ауксины.

На основании вышесказанного можно предположить, что источником поступления микроорганизмов рода *Bacillus* в подземные экосистемы пещер являются поверхностные воды, которые дренируют почвы и карстовые породы. Известно, что на начальной стадии прорастания спор происходит выделение в среду кальциевой соли дигидропиридина (пиридин – 2,6-дикарбоксилатная кислота), которая способствует в дальнейшем прикреплению бактериальных клеток к поверхности горных пород. Молодые клетки, продуцирующие полимерный матрикс, формируют биоплёнку, в которых аккумулируются различные элементы и происходит их кристаллизация.

При электронном сканировании биомассы штамма С6, выделенного из «лунного молока» пещеры Снежная, был выявлен начальный этап кристаллообразования в биопленке (рисунок). Дальнейшее формирование массы «лунного молока» в значительной степени определяется биогеохимическими процессами, в которых активную роль играют спорообразующие бактерии рода *Bacillus* с широким спектром адаптационных возможностей и пищевых потребностей.

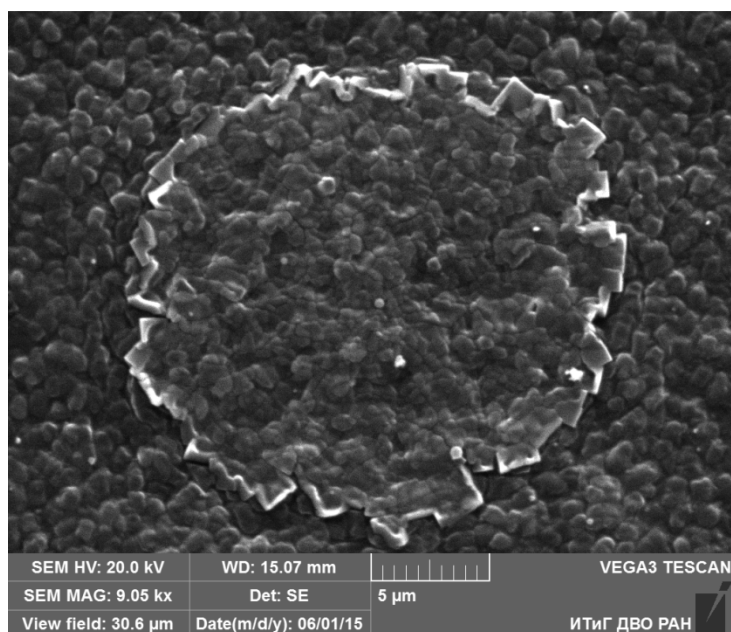


Рисунок. Биогенное кристаллообразование при участии бактериальных клеток

Таким образом, выделенные штаммы спорообразующих бактерий рода *Bacillus* могут принимать участие в формировании и накоплении биомассы «лунного молока» в пещерах Прошальная и Снежная, способствуя в дальнейшем процессам кристаллизации и образования вторичных биоминералов. Гипотетически источниками питания для формирующихся биопленок могут выступать органические вещества, поступающие с инфильтрационными водами и метаболиты хемолитоавтотрофных первопоселенцев.

Литература

1. Васильев Д.А., Калдыркаев А.И., Феоктистова Н.А., Алёшкин А.В. Идентификация бактерий *Bacillus cereus* на основе их фенотипической характеристики. Научное издание. – Ульяновск: НИИЦМиБулГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 98 с.
2. Власов А.Д. Разработка научно-методических подходов к мониторингу объектов культурного наследия в антропогенных ландшафтах на основе исследования литобионтных систем: Автореф. дис... канд. биол. наук: СПб, 2015. – 19 с.
3. Овсянкина (Воробьева) С.В. Влияние температуры на рост психрофильных бактерий, выделенных из пещер Дальнего Востока, Средней Сибири и Западного Кавказа // Вестник КрасГАУ, 2012. – Вып 9. – С. 117–121.
4. Хмурчик В. Т., Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю. Микроорганизмы, карст, нефть и спелеогенез // Пещеры: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 33. – С. 130–135.
5. Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН, 2012. – № 3. – С. 242–251.
6. Cosmidis J., Benzerara K., Gheerbrant E., Estève I., Bouya B., Amaghaz M. Nanometer-scale characterization of exceptionally preserved bacterial fossils in Paleocene phosphorites from Ouled Abdoun (Marocco) // Geobiology, 2013. – Vol. 11. – № 2. – P. 139–53.
7. Ercole C., Cacchio P., Botta A. L., Centi V., Lepidi A. Bacterially Induced Mineralization of Calcium Carbonate: The Role of Exopolysaccharides and Capsular Polysaccharides // Microscopy and Microanalysis. – 2007. – № 13. – P. 42–50.
8. Mitchell A.C., Ferris F.G. The influence of *Bacillus pasteurii* on the nucleation and growth of Calcium Carbonate // Geomicrobiology Journal. – 2006. – Vol. 23. – P. 213–226.
9. Štyriaková I., Štyriak I., Oberhänsli H. Rock weathering by indigenous heterotrophic bacteria of *Bacillus* spp. at different temperature: a laboratory experiment // Mineralogy and Petrology. – 2012. – № 105. – P. 135–144.
10. Summers En. A., Paoletti M.G., Beggio M., Dorigo L., Pamio A., Gomiero T., Furlan C., Brilli M., Dreon A.L., Bertoni R., Squartini A. Comparative microbial community composition from secondary carbonate (moonmilk) deposits: implications for the *Cansiliellaservadiei* cave hydropetric food web // International Journal of Speleology. – 2013. – Vol. 42. – № 3. – P. 181–192.

РАЗНОВИДНОСТИ СФАЛЕРИТА В РУДАХ СКАРНОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДАЛЬНЕГОРСКОГО РАЙОНА**Л.А. Сальникова, Р.А. Кемкина, И.В. Кемкин***Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия*

На площади Дальнегорского рудного поля широко развиты скарново-полиметаллические месторождения [1], отличающиеся большим разнообразием минералов, которые кристаллизовались в ходе метасоматического замещения основных пород, скарнирования вмещающих пород, выщелачивания скарновых минералов, наложения сульфидных минералов на скарны и другие породы, окисления в верхних частях полиметаллических рудных тел. Это месторождения Первое Советское, Партизанское, Второе Советское, Николаевское, Верхнее, Садовое и др. Все они имеют многие сходные черты как по геологическому строению, морфологии рудных тел, минеральном составе руд, истории рудообразования, так и времени образования.

Рудные тела месторождений представлены двумя типами: контактовыми (инфильтрационными скарнами с сульфидным оруденением) и секущими (жилами и прожилково-вкрапленными зонами). Жильные рудные тела имеют пространственную связь со скрытым скарново-сульфидным оруденением. Их образование, вероятно, связано с поздним этапом тектоно-магматической активизации [2].

Минералообразование в скарновом типе месторождений началось с замещения известняков геденбергитом, гранатом, иногда аксинитом и отложением ранних сульфидов в конце скарнообразования. В жильном типе - сульфидообразование происходило главным образом в открытых полостях и сопровождалось окolorудным изменением пород.

Основываясь на данных минералогических исследований, текстурно-структурных особенностей скарново-рудных агрегатов можно предположить, что формирование оруденения месторождений Дальнегорского рудного района происходило в два этапа: скарново-полиметаллический, который проявлен преимущественно в скарнах, и серебро-сульфосольный, типичный для жильных и прожилково-вкрапленных тел. Этапность формирования обусловлена развитием двух фаз дальнегорского вулканоплутонического комплекса [3]. С более ранней фазой (преимущественно среднего состава) парагенетически связано образование скарново-сульфидных руд, а с поздней (кислой) - серебросодержащих руд.

Основной объем полиметаллических руд сформирован в первый этап в процессе трех стадий минералообразования: 1) сфалерит-геденбергитовой (скарново-сульфидной или скарновой), 2) кварц-кальцит-сфалерит-галенитовой (продуктивной) и 3) кварц-сидерит-кальцитовой.

Сфалерит (ZnS) является одним из главных промышленно ценных минералов в скарновых рудах Дальнегорского района, где он образует вкрапленность, массивные гнезда, прожилки и крупнокристаллические полосы в геденбергите, тесно ассоциируя с сульфидами, иногда слагает мономинеральные агрегаты. Образование сфалерита осуществлялось на протяжении всего процесса минералообразования. По форме зерен, кристалличности, окраске, характерным минеральным ассоциациям, а также содержанию основных элементов-примесей выделяется пять его разновидностей.

Сфалерит 1 образовался в конце скарново-сульфидной стадии и слагает до 5...8 % объема рудных тел. Наиболее развит в рудах месторождений Верхний рудник, Николаевское и Первое Советское. Встречается в виде вкрапленности с размером зерен от 0,5 до 1,5 см, а также в виде гнезд – до первых десятков сантиметров. Часто развивается по трещинкам среди кристаллов длиннопризматического геденбергита. Цвет сфалерита темно-коричневый до черного, что обусловлено значительным количеством примеси железа (до 14 масс. % и выше). Для сфалерита характерна редкая эмульсионная вкрапленность и тонкие просечки халькопирита, а также овальные и пластинчатые выделения пирротина (рис.1). Подобные сростания являются продуктами распада твердого раствора, образующиеся при высоких температурах. Сфалерит 1 содержит также идиоморфные включения арсенопирита.

Сфалерит 2 выделялся вместе с основной массой сульфидов метасоматических тел кварц-кальцит-сфалерит-галенитовой стадии минералообразования. В отличие от раннего сфалерита сфалерит 2 образует тонкие прожилки и слагает массивные руды. Встречается в виде зерен аллотриоморфной формы с размером выделений от 1 мм до 10 сантиметров. Представлен он, в основном, коричневыми и бурыми агрегатами, часто лишенными эмульсионной вкрапленности, либо содержащими ее в периферических частях зерен, что указывает на переотложение сфалерита. Сфалерит тесно сростается с пирротинном, халькопиритом, пиритом, галенитом и магнетитом, содержит включения блеклой руды, характер сростания с которыми указывает на более раннюю его кристаллизацию, хотя процесс отложения всех минералов был настолько сближен во времени, что в отдельных участках в первую очередь образовались галенит и пирротин, а затем сфалерит. Так, на Партизанском месторождении сфалерит несколько преобладает над галенитом [4] в рудных агрегатах средней части тел, образуя с ним сростания, свидетельствующие об их близкоодновременном выделении.

Сфалерит 3 связан с жильными телами, где ассоциирует с пирротинном, арсенопиритом и другими минералами, имеет светлую окраску (коричневые и бурые разновидности) и светло-бурые внутренние рефлексы. Выделялся близкоодновременно с другими сульфидами, образуя вкрапленность, гнезда, прожилки, реже мономинеральные включения неправильной и червеобразной формы. Вблизи поверхностных участков жил сфалерит представлен редкими микроскопическими выделениями, иногда тонкими просечками в других сульфидах (арсенопирите). В виде эмульсионной вкрапленности в нем присутствует халькопирит и пирротин, а иногда и станин. Сфалерит замещается галенитом (рис. 2).

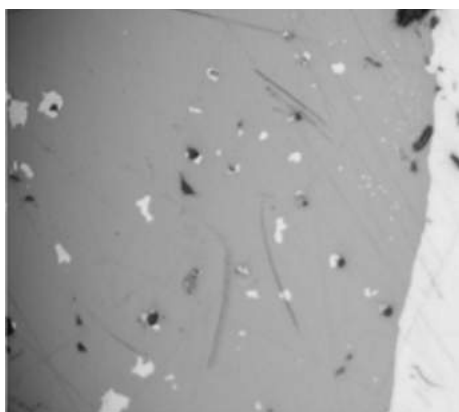


Рис. 1. Эмульсионные включения халькопирита (светлое) в сфалерите (темно-серое)

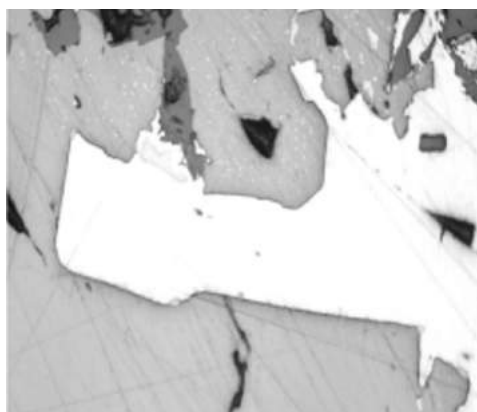


Рис. 2. Замещение сфалерита (темно-серое) галенитом (белое)

Сфалерит 4 образует звездчатую эмульсионную вкрапленность в крупных агрегатах халькопирита (рис. 3). Включения сфалерита обильные и расположены в основном в центральных частях халькопирита.

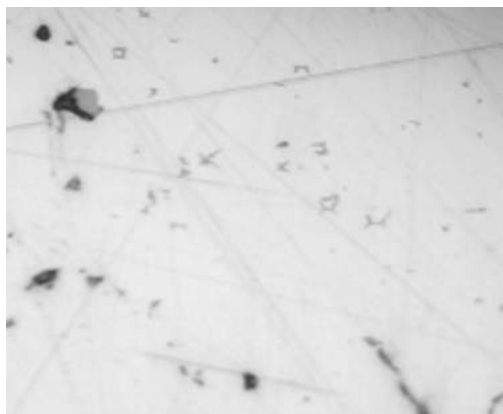


Рис. 3. Звездчатые включения сфалерита (темно-серое) в халькопирите (светло-серое)

Сфалерит 5 кристаллизовался в заключительные периоды минералообразования и лишен продуктов распада твердого раствора, что обусловлено более низкой температурой его образования. Он тесно ассоциирует и образует тонкозернистые сростки с пирротинитом, галенитом, халькопиритом, станнинитом, а также карбонатом и кварцем. В отдельных случаях образует довольно крупные гнезда.

Такое многообразие разновидностей сфалерита в рудах скарново-полиметаллических месторождений Дальнегорского района указывает на длительный период минералообразования руд и изменение состава рудогенерирующего раствора в процессе его эволюции.

Литература

1. Булавко Н.В. Минералогия скарновых месторождений Дальнегорского рудного поля (Приморье). – Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 2000. – 219 с.
2. Добровольская М.Г., Балашова С.П., Заозерина О.Н., Голованова Т.И. Минеральные парагенезисы и стадии рудообразования в свинцово-цинковых месторождениях Дальнегорского рудного района (Южное Приморье) // Геология рудных месторождений. – 1993. – Т. 35. – № 6. – С. 493 – 519.
3. Гарбузов С.П., Седых А.Н., Тарасов Г.А. Николаевская вулканно-тектоническая депрессия (Приморье): геология, скарны, руды. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. – 188 с.
4. Симоненко Л.Ф. Висмутовые и висмутосодержащие минералы в полиметаллических рудах Дальнегорского рудного района / Новые данные по магматизму и металлогении Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – С. 51 – 82.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИТОВ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА, КАМЧАТКА

Е.В. Сидорова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Камчатка располагается вблизи зоны схождения литосферных плит и является частью Тихоокеанского вулканического кольца. Выделяемые на Камчатке два протяженных среднегорных хребта Срединный и Восточный разделены узкой Центрально-Камчатской депрессией. Ключевская группа, состоящая из 12 вулканов, образует гигантский горный массив, расположенный в северной части Центрально-Камчатской депрессии, ограниченной с запада Козыревско-Быстринской системой сводов, а с востока – горстанклинорием Восточных хребтов (Хубуная и др., 1993).

Вулкан Ключевской – один из самых активных вулканов мира. На его долю приходится почти половина ювенильного материала, поступающего на поверхность в пределах Курило-Камчатской островной дуги (Селиверстов, 2007). Постройка Ключевского вулкана сложена базальтовыми и андезитовыми лавовыми потоками с прослоями пирокластики и льда. Объем пирокластического материала, слагающего вулканический конус, существенно превышает объем лавовых потоков.

За последние 250 лет произошло 34 извержения Ключевского вулкана, которые в среднем повторялись с интервалом примерно семь лет. Результаты исследований вулканов Камчатки приведены в ряде монографий и в многочисленных статьях отечественных и зарубежных исследователей (Влодавец, 1940; Ритман, 1964; Аносов 1978; Раст, 1982; Боговянская и др., 1985, 2004; Озеров, 1993, 1995, 2003; Kersting et al., 1994; Плечов и др., 2000 и т.д.).

Автором изучались образцы пород Ключевского вулкана из коллекции кафедры геологии и разведки полезных ископаемых ТПУ (10 образцов). Вулканиты представлены преимущественно средними по составу породами: андезитами, андезибазальтами, гиалоандезитами. Исследование шлифов проводилось на поляризационном микроскопе Olympus BX53.

Андезибазальты – породы от темно-серого до черного цвета, для некоторых образцов характерны слабые зеленовато-серые оттенки. Породы представлены порфировыми разностями, вкрапленники которых могут составлять до 50...60 % от объема породы. В качестве фенокрист отмечаются плагиоклазы (35...40 %), пироксены и роговая обманка суммарно составляют до 15...20 %. Из пироксенов преобладают моноклинные и только первые проценты приходится на долю ромбических разновидностей, единично фиксируются зерна роговой обманки (рис. 1).

Основная масса сложена микролитами плагиоклазов и вулканическим стеклом в различных соотношениях, микроструктура пилотаксовая и гиалопилитовая, интергранулярная, реже наблюдается интерсертальная (рис. 2).



Рис. 1. Фенокристы плагиоклазов и темноцветных минералов в андезибазальте. Без анализатора

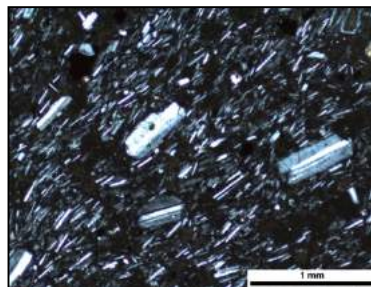
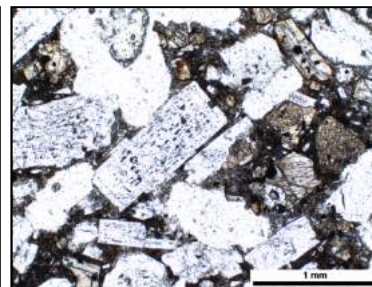


Рис. 2. Микроструктуры андезибазальтов: слева - порфировая и пилотаксовая (с анализатором), справа – стекловатая с порфировыми вкрапленниками (без анализатора)



Андезиты представлены породами от светло-серого до темно-серого цвета, имеют большей частью пористую и реже массивную текстуру (рис. 3). Основная масса пород состоит из вулканического стекла с погруженными в него микролитами плагиоклаза и мелкими кристалликами пироксена. В пористых разностях пород в основной массе вулканического стекла фиксируются преимущественно микролейсты плагиоклазов, в то время как для андезитов с небольшим количеством пор в основной массе помимо микролитов плагиоклазов наблюдаются и субизометричные зерна пироксенов (рис. 4).

Средний плагиоклаз является доминирующим минералом (30...50 %) и представлен двумя генерациями: фенокристаллами и микролитами. Вкрапленники плагиоклаза образуют кристаллы размером до 2 мм призматической и удлиненной формы с полисинтетическим или зональным погасанием (рис. 5). Зональность отмечается примерно у 30 % фенокристов плагиоклазов. Углы симметричного погасания полисинтетических двойников составили в среднем 20° , что позволило отнести плагиоклаз к андезинам. В зернах плагиоклаза наблюдаются мелкие включения вулканического стекла.

Содержание пироксенов (авгит, редко гиперстен) варьирует в пределах 5...20 % в зависимости от породы. Авгит, также как и плагиоклаз, образует две генерации: фенокристаллы и кристаллы в вулканическом

стекле. По размерам фенокристы пироксена обычно меньше, чем плагиоклаза, и в некоторых из них может наблюдаться двойникование (рис. 6). Кристаллы пироксена хорошо образованы и обладают многими гранями.

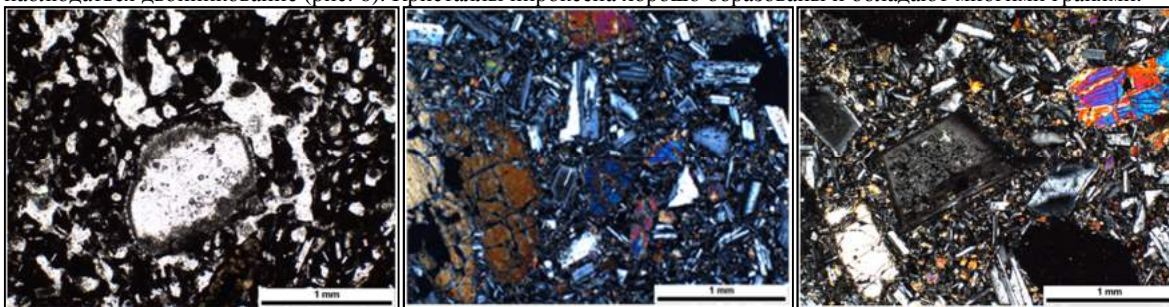


Рис. 3. Пористая структура андезитов. Без анализатора

Рис. 4. Интергранулярная структура андезитов. С анализатором

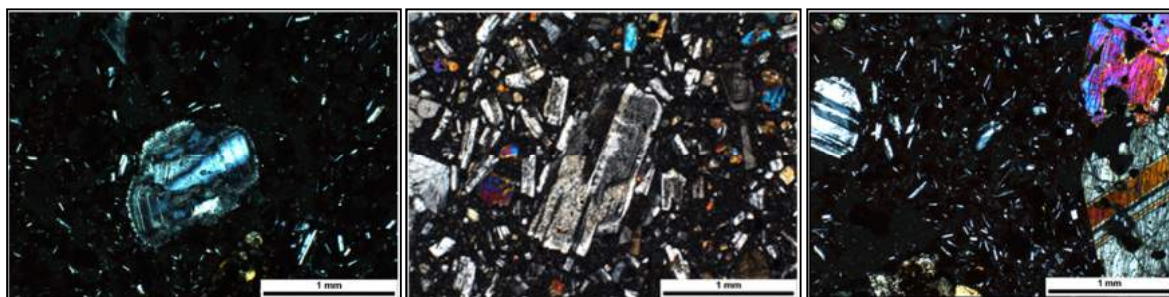


Рис. 5. Зональность в плагиоклазе. С анализатором

Рис. 6. Двойники в авгите. С анализатором

Гиалоандезиты темно-серые, бурые до черных цветов породы, примерно на 80...85 % состоят из вулканического стекла. Для пород характерна полосчатая, флюидальная текстура, обусловленная чередованием материала с различным минеральным составом и разного цвета (рис. 7). Основная масса пород стекловатая и гиалопилитовая. В участках с гиалопилитовой структурой наблюдается погружение незначительного количества микролитов плагиоклаза в вулканическое коричневое стекло. Области пород со стекловатой структурой характеризуются практически полным отсутствием выделений микролитов плагиоклаза. Гломеропорфировые образования развиты незначительно и не превышают 10 % от объема породы (рис. 8).

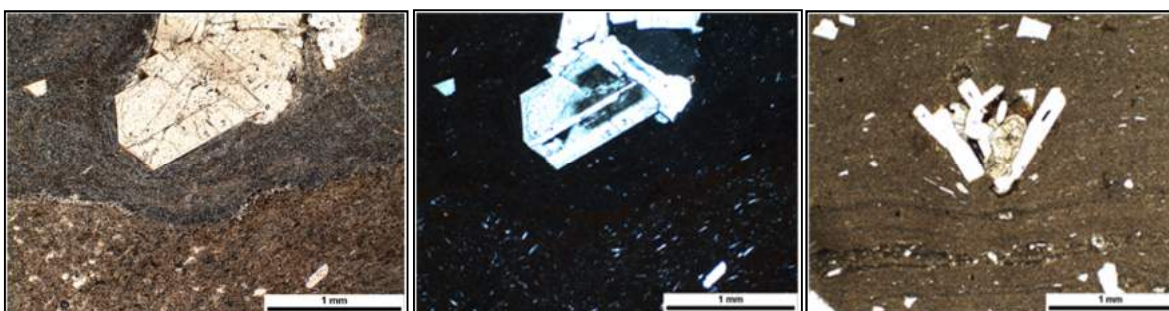


Рис. 7. Флюидальная текстура. Слева без анализатора, справа с анализатором

Рис. 8. Гломеропорфировые сростки плагиоклаза и пироксена. Без анализатора

По результатам петрографического изучения пород Ключевского вулкана отметим некоторые их особенности. Петрографический состав вулкаников варьирует от роговообманково-пироксеновых, двупироксеновых андезибазальтов до двупироксеновых андезитов и гиалоандезитов. Этот факт позволяет предположить, что происходило излияние различных по составу магм. В изученных образцах преобладают пористые текстуры, в меньшей степени наблюдаются массивные разновидности пород с небольшим проявлением пористости, что указывает на насыщенность магматических расплавов газо-флюидными компонентами. Автором предпринята попытка исследовать газово-жидкие включения (ГЖВ) в плагиоклазах в термокамере Lincam, позволяющей гомогенизировать флюидные включения в минералах в интервале температур 180...600⁰С. Отсутствие эффекта гомогенизации ГЖВ в пластинах пород указывает на то, что температуры, при которых стал возможным захват включений в плагиоклазе, превышали 600⁰С.

Литература

1. Богоявленская Г.Е., Наумов В.Б., Толстых М.Л. и др. Составы расплавов и условия кристаллизации андезитов вулканов Авачинский, Безымянный, Шивелуч и Карымский (по данным изучения расплавных включений) // Вулканология и сейсмология. – 2004. – № 6. – С. 1-14.
2. Ладыгин В.М., Гирина О.А., Фролова Ю.В. Петрофизические особенности лавовых потоков вулкана Безымянный, Камчатка // Вулканология и сейсмология. – 2012. – № 6. – С. 18-30.
3. Миронов Н.Л. Происхождение и эволюция магм Ключевского вулкана, Камчатка, по данным изучения расплавных включений в оливине: Автореферат. дис. канд.геол.-минер. наук. – М., 2009 г. – 31 с.

МИНЕРАЛОГИЯ СПЕРРИЛИТА Р. ИЗАС И Р. БЕЙКА КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ**В.А. Силкин**

Научный руководитель профессор В.А. Макаров
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Минералы платиновой группы в различных количествах установлены во многих разведанных золотоносных россыпях Алтае-Саянской области. Минералы платиновой группы отмечались здесь при отработке и разведке золотоносных россыпей в бассейнах рек Амыла, Уса, Ургуна – Западного Саяна, рек Мана, Караган, Сисим, Кувай – Восточного Саяна, рек Кельбес, Тисуль – Кузнецкого Алатау и других. В их составе обычно присутствуют Fe-Pt, Ir-Os-Ru -соединения и сперрилит. В зависимости от приуроченности к различным геологическим структурам предшественниками выделены сперрилитовая, иридоосминовая, рутениридоосминовая и ферроплатиновая ассоциации [2]. Следует отметить, что независимо от наличия или отсутствия в концентрате минералов платиновой группы, во многих из них в разных количествах отмечается сперрилит. Источниками иридоосминовой, рутениридоосминовой и ферроплатиновой ассоциаций платиноидов являются, как правило, основные и ультраосновные породы [3], а источники сперрилита в большинстве случаев недостаточно ясны.

В пределах Кузнецкого Алатау самостоятельная сперрилитовая минерализация без примесей других минералов платиновой группы (иридоосминов, рутениридоосминов и т.д.) отмечалась значительно реже [1], чем в Восточном и Западном Саянах.

Нами проанализирован сперрилит из золотоносных россыпей рр. Изас и Бейка восточного склона Кузнецкого Алатау. Сперрилит россыпей Уйбат-Немирского (верховья р. Бейка) и Балыксинского золотоносных районов (среднее течение р. Изас) представлен в разной степени окатанными монокристаллическими зёрнами и их обломками и в меньшей степени слабоокатанными зёрнами с кристаллографическими очертаниями, близкими к кубу. Также встречаются зёрна с комбинацией других габитусов. По материалам из обеих рек отмечается, что наиболее крупные зёрна сперрилита менее окатаны, чем мелкие, в составе которых преобладают зёрна, имеющие близкую к сфероиду форму. Также следует отметить несколько крупную размерность сперрилитов р. Бейка – размерность от 90 до 390 мкм при размерности зерен р. Изас от 64 до 210 мкм.

Анализы выполнены в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН на микроанализаторе "Camebax", аналитик Л.Н.Поспелова. Напряжение при анализе составляло 20 кВ, сила тока 60 нА, время определения – 10 с. В качестве эталонов для Pt, Ir, Pd использовались чистые металлы, для мышьяка - арсениопирит (FeAsS), для железа – халькопирит (CuFeS₂), для сурьмы – халькостибит (CuSbS₂).

Химический состав сперрилитов характеризуется стехиометричностью, однако, следует отметить в некоторых зёрнах присутствие сурьмы (до 0,134 мас. %), никеля (до 0,060 мас. %) (табл.).

*Таблица**Химический состав сперрилитов рр. Изас и Бейка*

№ п/п	Pt	Ir	As	Pd	Fe	Ni	Sb	Total
р.Изас								
1-3	54,860	0,000	43,850	0,000	0,000	0,000	0,000	98,710
р.Бейка								
3-1	55,450	0,000	43,910	0,000	0,000	0,000	0,060	99,420
3-3	55,990	0,000	44,160	0,000	0,000	0,000	0,000	100,150
3-4	55,540	0,000	43,560	0,000	0,000	0,000	0,040	99,137
3-7	56,340	0,000	43,940	0,000	0,000	0,000	0,134	100,417
3-9	55,100	0,000	44,080	0,000	0,000	0,000	0,131	99,308
3-10	55,410	0,000	44,060	0,000	0,000	0,000	0,077	99,550
3-13	55,770	0,000	44,010	0,000	0,000	0,000	0,073	99,850
Предел обнаружения, вес. %	0,167	0,153	0,038	0,066	0,028	0,039	0,046	-

Согласно приведенным выше результатам, сперрилиты р. Изас более стерильны в отношении примесей в сравнении со сперрилитами р. Бейка. Элементы-примеси сперрилитов в р. Изас определены на уровне чувствительности прибора. В свою очередь для сперрилитов р. Бейка характерно практически постоянное присутствие сурьмы и незначительные содержания в единичных зернах никеля и иридия.

Большое количество изученных зерен сперрилита (р. Бейка – 55 зерен, Изас – 35 зерен) содержат в себе включения рудных и породообразующих минералов, по составу которых можно предполагать о коренных источниках платиноидов. Среди проанализированных минералов-включений выявлены: пирротин, ильменит, графит, кварц. Количество включений в зернах отмечается в примерно равных соотношениях по обеим россыпям.

Для выявления источников сперрилита необходим анализ геологического строения бассейна сноса этих рек. Так, источником сперрилитовой ассоциации россыпи р. Кувай (Восточный Саян), например, считается пироксенит-габбровый массив бильчирского (кулибинского?) комплекса [1].

Наиболее перспективным в этом отношении для сперрилита р. Изас является позднекембрийский тебинский габбро-диоритовый комплекс, представленный высокоглиноземистыми лейкогабброноритами, лейкогаббро, норитами, часто огнейсованными, редко меланогаббро, меланогабброноритами, пироксенитами, горнблендитами. Для р. Бейка – когтахский комплекс кембрийского возраста, представленный монцодиоритами, монцонитами, габбро, реже габбропироксенитами, габбродиоритами, сиенитами, редко анортозитами.

Вопрос источников сперрилита в данных россыпях остается открытым и требует достоверного подтверждения.

Литература

1. Платиноносность ультрабазит-базитовых комплексов Юга Сибири. / под ред. Г.В. Полякова, В.И. Богнибова. – Новосибирск: СО РАН, Объед. институт геологии, геофизики и минералогии, 1995. – 86 с.
2. Гринев О.М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфотектоника, минерагения. – Томск: СГТУ, 2007 – 331 с.
3. Кривенко А.П., Глотов А.И., Толстых Н.Д.. Состав платиновых минералов и вопросы платиноносности Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1990. – 24 с.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ДУНИТОВ ГАЛЬМОЭНАНСКОГО МАССИВА (ЮЖНАЯ КОРЯКИЯ)

Д.В. Соломина

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Гальмоэнанский массив расположен в Олюторской зоне в южной части Коряжского нагорья. Массив относится к базит-ультрабазитовым комплексам «урало-алаякитового типа». Внутренняя структура Гальмоэнанского массива имеет форму синформной складки, конформной структуре пород обрамления [4]. Ядро складки сложено дунитами. Дуниты постоянно обнаруживают признаки пластического деформирования в виде неоднородного погасания, полос пластического излома и синтетектонической рекристаллизации. Деформационные микроструктуры оливина в дунитах массива объединены в четыре главных последовательно образовавшихся типа: протогранулярный, мезогранулярный, порфирокластовый и мозаичный. В основу их классификации "положены морфологические особенности оливина, как наиболее ярко выраженного индикатора степени деформации пород" [2].

Протогранулярный тип микроструктуры характерен для ранней генерации. В этом типе оливин отличается максимальными размерами зерен (4...10 мм, иногда до 25 мм), которые имеют субизометричную либо слабо удлиненную форму с округлыми, плавноизогнутыми и заливообразными границами, преимущественно, сходящимися под углом 120° (рис., а), что является показателем формирования в твердом субстрате [1]. Протогранулярный оливин в состоянии обычно не сохраняется, в нем отмечаются признаки пластической деформации, которые фиксируются развитием единичных полос излома и появлением слабоволнистого погасания, возникающих при неоднородном трансляционном скольжении. Мелкие зерна оливина имеют субизометричную форму. На ранней стадии оливин подвергался наиболее высокотемпературному трансляционному скольжению по системе (010) [100], которое реализовалось при температурах 1000-1300°C. При максимальных температурах оливин претерпел рекристаллизацию отжига. В результате сформировалась крупнозернистая микроструктура, представленная не напряженными оливиновыми индивидами с плавно изогнутыми границам.

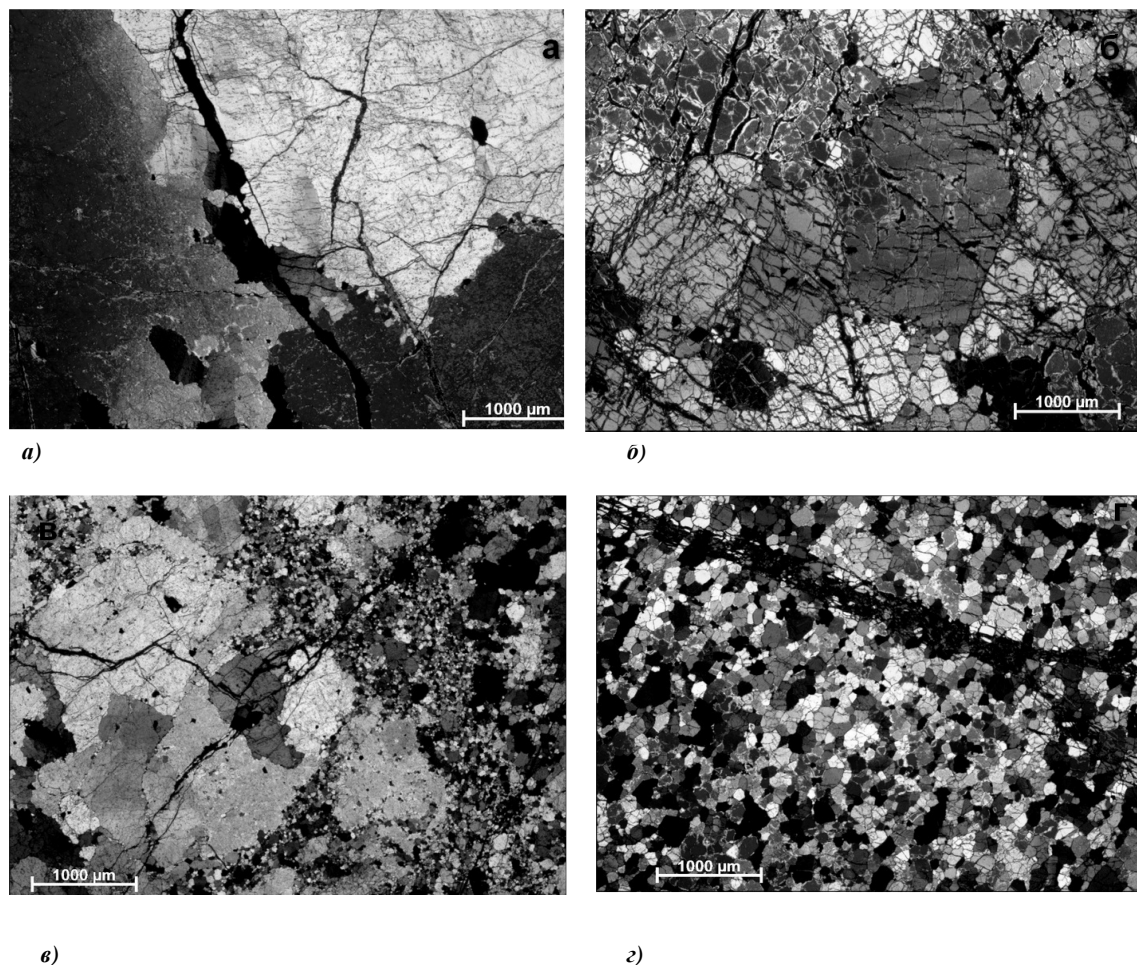


Рисунок. Деформационные типы микроструктур оливина в дунитах: а – протогранулярный (обр. 190-5); б – мезогранулярный (обр. 9-0); в – порфирокластовый (обр. 144-47); з – мозаичный (обр. 1-27). Николи Х.

Таблица

Удельная протяженность и степень ориентации граничных поверхностей зерен оливина в дунитах Гальмознанского массива

№	№ обр.	Тип структуры	P	P _{из}	P _{ор}	α
	190-5	протогранулярный	3,5	2,9	0,6	17,1
	9-0	мезогранулярный	13,6	14,3	0,2	1,5
	144-47	порфирокластовый	18,2	14,2	4,0	22,0
	1-27	мозаичный	51,2	45,1	6,1	11,9

Примечание. Удельная протяженность граничных поверхностей зерен оливина (см/см²): P – общая, P_{из} – изометричных зерен, P_{ор} – ориентированных зерен, α – степень ориентации граничных поверхностей (%).

Мезогранулярный тип микроструктуры характерен для второй генерации, возникает на месте пород с протогранулярным типом микроструктуры и образует с ними постепенные переходы. Дуниты имеют гранобластовую микроструктуру, возникающую в результате распада крупных неправильных протогранулярных зерен оливина на субравновесные полигональные индивиды (рис., б). Зерна оливина имеют субизометричную или слабо удлиненную форму, степень ориентации удлиненных зерен оливина довольно низкая. Пластические деформации оливина проявляются в наличии многочисленных полисинтетических полос излома, которые часто ориентированы под углами от 40 до 90° к удлинению зерен и обусловлены трансляционным скольжением по {0k1}[100]. Погасание зерен оливина редко однородное, обычно волнистое и субблоковое. Часто проявляется спайность по (010).

Формирование мезогранулярного оливина происходило на месте протогранулярного типа в динамически активных условиях сочетания осевых и сдвиговых пластических деформаций при снижении температур. При этом пластическое деформирование оливина, согласно характеру петроструктурных узоров,

реализовалось сменой высокотемпературных систем трансляционного скольжения низкотемпературными $\{0kl\}[100] \rightarrow (110)[001] \rightarrow (100)[010]$, которое завершилось синтетектонической рекристаллизацией, осуществлявшейся механизмом вращения субзерен с образованием полигонального равновесного среднезернистого агрегата.

Порфирокластовый тип оливина третьей генерации возникает на месте как протогранулярного, так и мезогранулярного типов и образуется в результате синтетектонической рекристаллизации, осуществлявшейся нуклеацией и миграцией границ зерен. В результате интенсивного порфирокластеза единичные крупные порфирокласты оказываются среди мелкозернистого агрегата, либо полностью оказываются уничтоженными (рис., в). Границы имеют как субизометричную, так и линзовидную форму с хорошо выраженной ориентировкой. Порфирокласты оливина обычно пластически деформированы, для них характерно неоднородное волнистое погасание и многочисленные полосы пластического излома, что свидетельствует об условиях неоднородного внутрикристаллического трансляционного скольжения при снижении температур его реализации.

Мозаичный тип микроструктуры оливина. Этот тип является результатом максимального прогрессивного разрушения порфирокластовой микроструктур оливина в результате синтетектонической рекристаллизации. Этот тип микроструктуры характеризуется присутствием мелкозернистого мозаичного агрегата субизометричных зерен оливина (размером $\sim 0,5$ мм и менее) (рис., г), отличающихся максимальной удельной протяженностью (табл.). Для мелких зерен оливина характерно однородное погасание, иногда наблюдаются полосы пластического излома. Дуниты с мозаичной микроструктурой оливина сформировались в результате интенсивных деформаций в зонах максимальных напряжений.

Таким образом, выделяемые деформационные микроструктуры оливина позволяют установить эволюционную направленность процессов твердопластического течения в дунитах Гальмознанского массива. Переход от одного типа микроструктур к другому характеризуется возрастанием роли признаков пластических деформаций: полос излома, неоднородности погасания, изменения конфигурации границ зерен оливина и увеличения роли мелких рекристаллизованных индивидов. Пластические деформации дунитов, возможно, способствовали перераспределению платиноидов и их сегрегации в рудные обособления.

Литература

1. Вернон Р.Х. Метаморфические процессы. – М.: Недра, 1980. – 226 с.
2. Гончаренко А.И. Петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. – 398 с.
3. Гончаренко А.И., Чернышов А.И. Деформационная структура и петрология нефритоносных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 200 с.
4. Сидоров Е.Г., Козлов А.П., Толстых Н.Д. Гольмознанский базит-гипербазитовый массив и его платиноносность. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.
5. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). – Томск: Чародей, 2001. – 214 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКЦЕССОРНЫХ НИОБАТОВ ИЗ ВОЛЬФРАМОНОСНЫХ ГРЕЙЗЕНОВ И ЛИТИЙ-ФТОРИСТЫХ ГРАНИТОВ ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ПРИАМУРЬЕ)

К.Г. Суханова

Научный руководитель доцент В.И. Алексеев

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия

В связи с недавними находками акцессорных ниобатов в метасоматитах [3] и литий-фтористых гранитах Верхнеурмийского рудного узла становится возможным провести их сравнительную характеристику.

Верхнеурмийский рудный узел входит в состав Баджальского оловорудного района на северо-западе Сихотэ-Алинской складчатой системы в Баджальской вулканической зоне. Богатая оловянно-вольфрамовая минерализация Правоурмийского месторождения, находящегося в этом узле, приурочена к экзоконтактной зоне Верхнеурмийского массива биотитовых гранитов. Массив сложен порфиroidными, среднезернистыми, мелкозернистыми биотитовыми гранитами и среднезернистыми Li-F гранитами [2]. Оловянная минерализация связана с метасоматическими образованиями. Метасоматиты узла делят на 3 разновозрастные группы: дорудная или пропиловатая, рудоносная – грейзеново-турмалин-хлоритовая, а также пострудная – березитовая [1].

В Верхнеурмийском рудном узле, кроме Правоурмийского месторождения, присутствуют другие рудопроявления, меньшие по масштабу или с неясными перспективами. На рудопроявлении Вольфрам-Макит были отобраны пробы сидерофиллитовых грейзенов с вольфрамитом. Грейзены сложены мелко-среднезернистыми сидерофиллитом, мусковитом и кварцем, имеют blastогранитовую структуру.

По данным комплексного минералого-петрографического исследования, включавшего микронзондовый анализ, в сидерофиллитовых грейзенах рудопроявления Вольфрам-Макит и в Li-F гранитах Верхнеурмийского массива были выявлены Nb-содержащие минералы.

В грейзенах ниобий содержат такие минералы как фергусонит и эвксенит. Как примесь ниобий появляется и в вольфрамите. Ниобиевая минералогия гранитов более разнообразна. Она включает помимо фергусонита и вольфрамита, эшинит, вольфрамоикснолит, колумбит и минералы группы пирохлора. Поскольку

фергусонит и вольфрамит являются сквозными минералами, у нас есть возможность провести сравнение их морфологии и химического состава.

Из таблицы видно сильное качественное различие химического состава гидротермального и магматического фергусонита. Фергусонит гранитов гораздо сложнее, чем его аналог из метасоматитов. В фергусоните грейзенов совершенно отсутствуют Ti, Ce, W, Ta. Содержание кальция в среднем меньше в 4 раза, а ниобия больше в пределах 10 %. Состав редких земель более разнообразен, однако, их суммарное содержание (18,34 мас. %) немного меньше, чем в фергусоните гранитов (20,48 мас. %). Однако содержание Y_2O_3 и Yb_2O_3 находится на одном уровне в фергусонитах разного генезиса. Как можно видеть из рис. 1 и 2 морфология фергусонитов также имеет ряд различий. Кристаллы гидротермального фергусонита (рис. 2) имеют собственную огранку. В нем часто проявлена ритмичная зональность, а размер стремится в среднем к 20 мкм. Зерна магматического фергусонита в 10 раз меньше по размеру, однородны по строению и имеют искривленные и часто корродированные грани.

Можно выделить качественные различия в химическом составе магматических и гидротермальных разновидностей и у вольфрамитов. В вольфрамите гранитов присутствует Sc и Ta, содержание железа ниже вдвое, а ниобия, наоборот, выше. Содержание вольфрама в среднем в 1,5 раза больше, чем в метасоматическом вольфрамите. Только средние содержания марганца колеблются в минимальных пределах. Интересно ярко выраженное непостоянство химического состава гидротермального вольфрамитов: содержание всех химических элементов сильно варьируется от пробы к пробе, аномально повышена доля железа. Морфология вольфрамитов характеризуется пинакоидальным габитусом, обнаружившем себя при разных условиях минералообразования. вольфрамит магматического происхождения лучше огранен, чем зерна из метасоматитов. К гидротермальному вольфрамитову приурочена большая часть аксессуарных ниобатов породы. Размер вольфрамитов из гранитов варьируется от 10 до 40 мкм, а в метасоматитах стремится к первым миллиметрам.

Таким образом, минералы из гранитов характеризуются меньшим размером зерен и более богатым составом химических элементов. Особенно интересна геохимия тантала, который входит как изоморфная примесь в оба минерала магматического происхождения. Характерна изоморфная примесь вольфрама в аксессуарном фергусоните и скандия в вольфрамите. Эта особенность может использоваться как поисковый признак при геологоразведочных работах. При этом состав редкоземельных элементов разнообразнее в гидротермальном фергусоните. Также стоит отметить, что содержания некоторых элементов: Y_2O_3 и Yb_2O_3 в фергусоните и MnO в вольфрамите остается на одном уровне независимо от генезиса.

Таблица

Химический состав (мас. %) фергусонита и вольфрамитов из пород Верхнеурмийского рудного узла

	Фергусонит						Вольфрамит					
	Грейзены			Граниты			Грейзены			Граниты		
	1	2	Ср	3	4	Ср	5	6	Ср	7	8	Ср
Sc ₂ O ₃										1,29		0,83
TiO ₂				2,52	1,84	2,39						
MnO							3,03	13,39	7,80	8,43	5,51	7,01
FeO							21,96	34,21	36,51	17,03	18,69	14,23
Y ₂ O ₃	27,84	22,41	26,92	19,82	22,39	22,44						3,03
Nb ₂ O ₅	53,63	57,12	54,31	29,64	39,37	37,59		7,82	0,98	5,72		3,63
Ce ₂ O ₃					0,60	0,07						
Nd ₂ O ₃		2,15	0,46									
Sm ₂ O ₃	1,54	2,57	0,75									
Gd ₂ O ₃	3,08	5,01	3,07									
Dy ₂ O ₃	4,15	5,03	4,76	11,09	8,71	8,42						
Er ₂ O ₃	3,49	3,49	3,10	8,35	5,68	5,92						
Yb ₂ O ₃	6,25	2,21	6,20	8,13	6,82	6,14						
Ta ₂ O ₅				6,63	3,14	4,64				0,48		0,10
WO ₃				9,72	9,76	10,05	75,01	44,58	54,71	67,05	75,80	71,18
Σ	100,27	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание. Показаны представительные пробы. Ср - среднее значение (34 пробы фергусонита и 8 проб вольфрамитов из грейзенов, соответственно 11 и 5 из гранитов). Пробел – элемент не установлен.

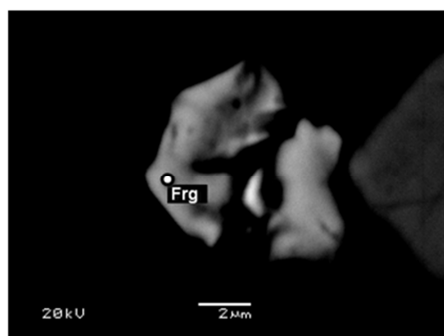


Рис. 1. Фергусонит (Frg) в Li-F-граните Верхнеурмийского массива (изображения в обратно рассеянных электронах, JSM-6460LV)

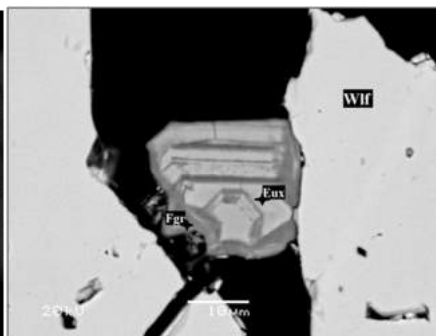


Рис. 2. Ограниченное зерно фергусонита (Frg) с зонами "эксенита" (Ех) в ниобиевом вольфрамите (Wlf)

Литература

1. Алексеев В.И. Метасоматическая зональность рудных полей Баджалского района (Приамурье) // Записки ВМО. – 1989. – № 9. – С. 27–37.
2. Кривовичев В.Г., Брусницын А.И., Зайцев А.Н. Абсолютный возраст и геохимические особенности гранитов Верхнеурмийского массива (Приамурье, Дальний Восток) // Записки ВМО. – 1996. – № 2. – С. 106–111.
3. Суханова К.Г., Алексеев В.И. Акцессорные ниобаты в вольфрамоносных грейзенах Верхнеурмийского рудного узла (Приамурье) // Новое в познании процессов рудообразования. – М.: ИГЕМ РАН, 2015. – С. 136–139.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ

Р.Р. Тогузов

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель исследования: провести исследования морфологии и состава золотинок ряда золоторудных месторождений разных генетических типов Алтая-Саянской складчатой области, выявить сходства и различия золотинок.

Проведено изучение морфологии золотинок и их состава из ряда золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области: кварцево-жильного типа – Коммунарковского (Кузнецкий Алатау), Бадранского (Якутия); прожилково-кварцевого типа Батуриного (Томская область) и скарноворудных – Синюхинского (Горный Алтай) и Калиостровского (Коммунарковское рудное поле). Материалом исследований являются коллекции проб золота Инновационного научно-образовательного центра «Золото-платина» Томского политехнического университета и пробы, собранные автором во время шлихового опробования на Батуринском рудопроявлении.

Месторождение Бадран. Размер золотинок от 0,05 мм до 4,5 мм. Цвет золотинок ярко-жёлтый с блестящими поверхностями. Наряду с ярко-жёлтым встречается зеленоватое золото, особенно в тонких выделениях. Иногда золотинок покрыты пленками гидроокислов железа. Нередко золото находится в сростках с кварцем, пиритом, блеклой рудой, арсенопиритом. Форма золотинок амёбообразная, губчатая, скелетная, комкообразная с прихотливо зазубренными крючковатыми краями. Иногда встречаются пластинчатые и чешуйчатые золотинок с шероховатыми поверхностями, отчего они приобретают тускло-жёлтый цвет.

Батуриновское рудопроявление. Золото из протолок зоны дробления, окварцевания и кварцевых прожилков рудопроявления встречается в ассоциации с пиритом, арсенопиритом, единичными зёрнами халькопирита. Размер золотинок 0,25...0,1 мм и менее. Цвет его золотисто-жёлтый, светло-жёлтый. Форма золотинок пластинчатая, чешуйчатая, комковидная, проволочковидная, амёбовидная, губчатая с прихотливо зазубренными крючковатыми краями. Нередко отмечаются кристаллоподобные выделения в форме кубов или комбинаций куба с октаэдром с послойным ростом граней. Форма золотинок обычно наследует занимаемое ими пространство в кварце, поэтому золотинок несут на себе следы отпечатков граней или иных поверхностей соседних минералов.

Коммунарковское и Калиостровское месторождения (Коммунарковское рудное поле). Размер золотинок от 0,3 мм до 3,5 мм. Цвет золотинок золотисто-жёлтый, ярко-жёлтый, светло-жёлтый с блестящими поверхностями. Часто золото находится в сростках с кварцем и магнетитом (Калиостровское). Форма золотинок нередко комковидная, амёбовидная, проволочковидная, пластинчатая, губчатая.

Синюхинское месторождение. Размер золотинок от 0,05 мм до 3 мм. Цвет золотинок жёлтый, зеленоватый, часто золотинок покрыты пленками гидроокислов железа. Нередко золото встречается в сростках с кварцем, пиритом, халькопиритом, арсенопиритом. Форма золотинок обычно наследует занимаемое ими

пространство в руде (пустоты, микротрещины, интерстиции). Поэтому золотинок несут на себе следы отпечатков граней соседних минералов. Форма золотинок нередко амёбовидная, редко – проволочковидная, губчатая.

Таблица

Распределение элементов-примесей в золоте

Месторождение	№ пробы	Кол-во замес-ров	Au, %			Ag, %			Fe, %			Cu, %			Bi, %	Ti, %
			от	до	х	от	до	х	от	до	х	от	до	х	х	х
Бадран	2Б	6	90,52	93,59	91,94	6,05	9,17	7,12	0,5	1,18	0,59	-	-	-	-	-
Батуриновское	Ба-3	4	89,83	91,87	90,72	7,68	10,17	9,22	-	-	-	0	0,81	0,32	-	-
Коммунарское	К2	8	95,50	100	98,66	0	1,32	1,1	-	-	-	-	-	-	0,75	-
Калиостровское	П-11-12	4	93,42	94,45	93,89	5,19	6,42	5,83	0	0,16	-	0	0,57	0,27	-	-
Синюхинское	Си-316	7	84,96	92,83	89,95	5,88	8,00	6,61	0	0,22	-	0	2,61	1,13	-	6,32

Изучение состава золотинок производилось с помощью рентгеновского микроскопа Horiba Scientific XGT-7200 при высокочувствительном режиме полного вакуума. Кроме того, золотинок с Батуриновского рудопоявления исследовались на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энерго-дисперсной приставкой Bruker XFlash 4010 в режиме обратно рассеянных электронов при низком вакууме ($p = 30 \dots 40$ Па).

Проведенные исследования показали (табл.), что золото изученных месторождения является высокопробным, особенно Коммунарского (98,66 %) и Калиостровского (93,89 %) месторождений. Для остальных месторождений – Бадранского, Батуриновского и Синюхинского пробность золота близка (89,95...91,94 %). Во всех золотинок месторождений отмечается повышенные концентрации Ag (5,83...9,22 %), кроме Коммунарского (1,1 %). В единичных случаях встречаются Fe (0,16...1,18 %), Cu (0,57...2,61 %); Bi отмечен только в золоте Коммунарского, а Ti – Синюхинского месторождений.

Таким образом, проведенные исследования морфологии и состава золотинок ряда золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области выявили черты их сходства и различия.

Литература

1. Ворошилов В.Г., Коробейников А.Ф., Чернышов А.И., Пшеничкин А.Я., Скогорев А.И. Металлогения (Au, Pt, Pd) магматических комплексов Томь-Яйского междуречья. – Томск: STT, 2001. – 220 с.
2. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОД НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Н.С. Уляшева, О.В. Гракова

Научный руководитель заведующий лабораторией А.М. Пыстин

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия

Няровейская серия представлена верхнекембрийскими образованиями (преимущественно различными сланцами) Харбейского выступа Центрально-Уральской зоны Полярного Урала, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма. Она протягивается в виде полос вдоль высокотемпературных [5] раннепротерозойских метаморфических комплексов. Возраст серии принимается условно как средний рифей [2].

Няровейская серия относится к слабо изученным объектам Полярного Урала. Недостаточно исследованы первичный состав и геодинамические обстановки формирования протолитов метаморфитов рассматриваемой серии. Кроме того, няровейская серия богата полезными ископаемыми. К ней приурочены гранитоидные тела с редкометалльными месторождениями, а углеродистые сланцы перспективны на благородные металлы [2].

Целью данной работы является характеристика химического состава и реконструкция первичной природы пород няровейской серии.

Для изучения вещественного состава метаморфитов был произведен отбор малоизмененных метасоматическими процессами проб из естественных обнажений по руч. Няршор, Сядатояха, Графитовый, Харчерузь, Ингилорьеган. В связи с тем, что региональный метаморфизм практически полностью стирает первичные литологические признаки пород, основной упор при реконструкции первичного состава метаморфитов был сделан на изучение их химического состава [7].

Для разделения орто- и парапород была использована дискриминантная функция $DF(x)$ С.Д. Великославинского и др. [1]. Дополнительная характеристика пород производилась с помощью

идентификационных диаграмм А.А. Предовского [4], А.Н. Неелова [3] и геохимических модулей Я.Э. Юдовича [7].

Химические составы пород получены с помощью метода мокрой химии, рентгенофлуоресцентного и атомно-эмиссионного спектрального анализов в ЦКП «Геонаука» ИГ Коми НЦ УрО РАН.

Петрографические и петрохимические исследования позволили выделить несколько групп пород, сходных по первичному составу. По дискриминантной функции С. Д. Великославинского и др. I группа пород относится к ортообразованиям, III, IV, V и VII группы являются парапородами, а II и VI группы метаморфитов обнаруживают сходство с ортопородами, а также попадают в область неопределенности.

К I группе пород относятся кальцит-кварц-альбит-эпидот-хлорит-амфиболовые и кварц-эпидот-альбит-хлоритовые сланцы. Породы имеют сланцеватую текстуру и нематолепидогранобластовую структуру. Метаморфиты содержат кремнезема 39.06...51.67 %. Низкие содержания кремнезема и высокие – оксида кальция в некоторых породах связаны с карбонатизацией пород. На диаграмме А.А. Предовского точки составов сланцев занимают поле базитов. По классификации А.Н. Неелова они относятся к толеитовым базальтам и пикритовым базанитам [6]. Исходя из вышеизложенного описания, рассматриваемые сланцы являются метабазами.

Вторая группа пород (II) включает альбит-кварц-эпидот-мусковит-хлорит-амфиболовые и кальцит-кварц-альбит-хлорит-эпидот-амфиболовые сланцы. Эти породы имеют сланцеватую, слабосланцеватую и массивную текстуру и гранонематобластовую структуру. Содержание кремнезема в сланцах варьирует от 40.41 до 47.32 %. По диаграмме А.А. Предовского они диагностируются как туффиты с основным и ультраосновным материалом. Согласно А.Н. Неелову они сходны с карбонатными аргиллитами. По классификации Я.Э. Юдовича породы относятся к псевдогипогидролизатам. Высокие количества ГМ (0.57...0.81), ТМ (0.04...0.17), ФМ (0.4...0.59), ЖМ (0.47...0.89) и низкие – НКМ (0.09...0.19), а также положительная корреляция ЖМ–ТМ и отрицательная – ФМ–НКМ указывают на пирогенную природу данных образований, возможно, с некоторым смешением осадочного материала. Следовательно, рассматриваемые сланцы нами диагностируются как метатуфы. Содержания редких элементов в них и в метабазах близки, что указывает на их близкий генезис.

К третьей группе пород (III) относятся альбит-эпидот-мусковит-кварцевые, альбит-мусковит-хлорит-кварцевые, биотит-хлорит-эпидот-кварцевые сланцы. Для них характерны сланцеватые полосчатые текстуры, порфиробластовые и лепидогранобластовые структуры. Содержание кремнезема в них варьирует от 48.54 до 60.59 %, глинозема от 16.3 до 22.45 %. На диаграмме А.А. Предовского рассматриваемые сланцы занимают область гидрослюдистых глин и продуктов глубокого выветривания основных и ультраосновных пород. Согласно классификации А.Н. Неелова породы сходны с карбонатными и железистыми аргиллитами. Рассматриваемые образования являются псевдогипогидролизатами и псевдонормосиаллитами. Высокие количества в породах значений ГМ (0.45...0.61), АМ (0.3...0.46), ЖМ (0.28...0.56) и ФМ (0.16...0.33) также подтверждают пелитовую природу протолита метаморфитов и указывают на существенную примесь туфогенного материала. По соотношениям НКМ–ФМ можно сказать, что метапелиты имели хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистый состав.

Четвертая группа (IV) пород представлена кварц-мусковитовыми, эпидот-мусковит-хлорит-кварцевыми, углеродистыми хлорит-мусковит-кварцевыми, гранат-хлорит-мусковит-кварцевыми сланцами. По химическому составу рассматриваемые породы имеют более высокие содержания кремнезема (58.73...65.18 %) и низкие глинозема (14.99...19.62 %) по сравнению с метапелитами III. По диаграмме А.А. Предовского изучаемые сланцы близки к грауваккам, а по классификации А.Н. Неелова – к алевропелитовым аргиллитам и граувакковым алевролитам. Согласно классификации Я.Э. Юдовича они являются нормосиаллитами, псевдогипосиаллитами и псевдонормосиаллитами. Значения индикаторных модулей в данных сланцах составляют – ГМ – 0.33...0.48, ФМ – 0.11...0.2 и АМ – 0.25...0.33, что сближает их с глинистыми образованиями. Следовательно, четвертая группа пород представлена также метапелитами. На диаграмме НКМ–ФМ точки составов пород занимают область глин хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистого состава. Скорее всего, метапелиты III и IV групп являются водно-осадочными образованиями, нежели элювиальными, и отличаются лишь составом материнских пород.

Следующая группа (V) пород имеет кальцит-гранат-эпидот-хлорит-кварцевый, гранат-хлорит-кварцевый, альбит-кварцевый, эпидот-альбит-хлорит-мусковит-кварцевый состав. Содержания кремнезема в породах варьирует от 66.88 до 73.6 %, глинозема – от 11.4 до 15.32 %. По идентификационной диаграмме А.А. Предовского породы близки к грауваккам, по классификации А. Н. Неелова – к граувакковым и полимиктовым алевролитам. Рассматриваемые сланцы являются гипосиаллитами, псевдомиосиаллитами, миосиаллитами. По сравнению с метапелитами литохимические модули: ГМ – 0.23...0.32, ФМ – 0.09...0.13, АМ – 0.15...0.23 имеют пониженные значения и диагностируют рассматриваемые образования как псаммиты, поэтому, возможно они являются метаморфизованными граувакковыми песчаниками и алевролитами.

VI группа пород представлена хлорит-биотит-мусковит-альбит-кварцевыми и мусковит-альбит-кварцевыми породами со сланцеватой текстурой и нередко с порфиробластовой структурой. В рассматриваемых породах наблюдаются следующие колебания составов: SiO_2 – 70.64...74.83 %, TiO_2 – 0.17...0.31 %, Al_2O_3 – 13.47...14.34 %, CaO – 0.22...0.88 %, $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ – 7.14...8.14 %. По А.А. Предовскому и А.Н. Неелову точки составов пород попадают в поле пересечения полевошпатовых кварцитов и аркозов с гранитами. По высокой сумме щелочей (7.14...8.14 %) и низким значениями ФМ (0.03...0.04) и ТМ (0.01...0.02) мы можем предварительно охарактеризовать эти породы как метариолиты.

К VII группе пород относятся мусковитовые кварциты, часто углеродистые. Содержания кремнезема в породах варьирует от 71.79 до 86.64 %, глинозема от 4.46 до 7.98 %. По А.А. Предовскому и А.Н. Неелову точки составов располагаются в области кварцевых и аркозовых песчаников и силицитов. По значению гидролизатного модуля образования являются нормосилитом, псевдонормосилитом и суперсилитом. Низкая щелочность

рассматриваемых сланцев, а также ассоциация с псевдогидролизатами позволяют отнести их к метаморфизованным аркозовым и кварцевым песчаникам

VIII группа пород представлена мусковитовым кварцитом с высоким содержанием кремнезема (93.78 %). По А.А. Предовскому порода относится к кварцитам и хемогенным осадкам, а по А.Н. Неелову к кварцевым песчаникам. По значениям литохимических модулей кварцит является гиперсилитом, а ассоциация с псевдогидролизатами позволяет его считать литогенным образованием.

Таким образом, в результате изучения первичного состава пород няровейской серии были выделены восемь групп пород, различающихся по минеральному и химическому составу. Среди них выделяются орто- и параобразования. В целом, учитывая переслаивание метапсаммитов и метапелитов, а также наличие в разрезе метабазалтов с океаническими метками, можно охарактеризовать формирование вулканогенно-осадочного материала в няровейское время в окраинно-океанической или в окраинно-морской обстановке.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол_а.

Литература

1. Великославинский С.Д., Глебовицкий В.А., Крылов Д.П. Разделение силикатных осадочных и магматических пород по содержанию петрогенных элементов с помощью дискриминантного анализа // Доклады РАН. – 2013. – Т. 453. – № 3. – С. 310–313.
2. Душин В. А., Сердюкова О. П., Малюгин А. А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – 340 с.
3. Неелов А.Н. Петрохимическая классификация метаморфизованных осадочных и вулканических пород. – М.: Наука, 1980. – 100 с.
4. Предовский А.А. Геохимическая реконструкция первичного состава метаморфизованных вулканогенно-осадочных образований докембрия. – Апатиты, 1970. – 115 с.
5. Уляшева Н.С. Термодинамическая эволюция метаморфизма пород харбейского комплекса (Полярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. – № 9. – С. 2–6.
6. Уляшева Н.С. Геохимические особенности метабазалтов няровейской серии Харбейского выступа (Полярный Урал) // Вопросы естествознания (Иркутский государственный университет путей сообщения), 2015. – № 4. – С. 132–134.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ПОРОДАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.Г. Усольцев

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Черносланцевые образования широко распространены во всем мире. Эти породы обладают повышенными концентрациями таких элементов как Mo, Ag, V, Zn, As, Au, Cu, Ni, U, Re и ряда других [17, 18, 20 и др.]. Примером таких черных сланцев являются породы баженовской свиты.

Баженовская свита Западной Сибири распространена на территории, занимающей площадь более 1 млн км², при средней мощности отложений 20...30 м. Возраст свиты определяется от верхней юры (волжский ярус) до нижнего мела (берриасский ярус) [1, 16 и др.].

Концентрациям и закономерностям распределения благородных, редких, радиоактивных элементов в породах баженовской свиты посвящено большое количество работ [2–15, 19]. Однако до сих пор уделялось немного внимания установлению форм находений элементов, присутствующих в повышенных концентрациях.

Настоящая работа имеет цель установить формы нахождения и минералы-концентраторы рассматриваемых элементов. Данная заметка представляет начальный этап этих исследований.

Предметом для исследования послужили образцы баженовской свиты, отобранные из скважин, вскрывающих данную свиту на западе Томской области и центральной части Ханты-Мансийского автономного округа.

Подготовленные образцы изучались методом сканирующей электронной микроскопии на приборе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash (лаборатория оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра “Урановая геология” ТПУ).

В процессе детального электронно-микроскопического анализа в данной породе обнаружено большое количество микроминеральных фаз различного состава, распределение которых в основной минеральной массе крайне неоднородное. Установленные на данном этапе минеральные фазы представлены в таблице.

Таблица

Химический состав микроминеральных форм в породах баженовской свиты по данным СЭМ

Элемент	Состав минеральной фазы и ее характеристика
Zn	Содержание Zn – 51...54 %, размер – 5...40 мкм, элементы спутники: S (25...29 %), Cd (1...2 %), иногда Fe(1 %) (сфалерит?)
U	Содержание U – 37...55 %, размер – 1...3 мкм, элементы спутники: Si (5...8 %), иногда Y (3...6 %), Ti (1...2 %) (коффинит?)
Fe	Содержание Fe – 53 %, размер – 10...50 мкм, элементы спутники: S (47 %) (пирит?)
	Содержание Fe – 28 %, размер – 5 мкм, элементы спутники: Ti (3 %), V (13 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Fe – 67...76 %, размер – 5...20 мкм, элементы спутники: Cr (8...9 %) иногда Ti (16 %) (интерметаллическое соединение)
As	Содержание As – 11 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: S (10 %) (алакранит?)
Ba	Содержание Ba – 51 %, размер – 20...40 мкм, элементы спутники: S (11 %), иногда Ca (8 %) (барит?)
Pb	Содержание Pb – 75...85 %, размер – 2...4 мкм, элементы спутники: S (9...10 %) (галенит?)
Cu	Содержание Cu – 40...59 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Zn (25...35 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 42...58 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: S (13...22 %), Fe (6...10 %) (борнит?)
	Содержание Cu – 72 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Ni (2 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 57 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Sn (11 %), Co (2 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 19 %, размер – 3...10 мкм, элементы спутники: S (36 %), Fe (19 %) (халькопирит?)
Au	Содержание Au – 65...76 %, размер – 3...10 мкм, элементы спутники: Ag (5...7 %), иногда Cu (1...2 %), Fe (1...2 %) (интерметаллическое соединение)
Zr	Содержание Zr – 56 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: O (35 %) (бадделейт?)
Ag	Содержание Ag – 60...77 %, размер – 3...10 мкм
	Содержание Ag – 42 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: Te (33 %), S (4 %) (цервеллейт?)
PЗЭ	Содержание Ce – 20...30 %, La – 10...20 %, размер – 7...10 мкм, элементы спутники: P (10...12 %), иногда Th (2 %) (монацит?)
Sn	Содержание Sn – 30 % размер – 10 мкм, элементы спутники: Cu (27 %), Ni (15 %), Fe (3 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Sn – 90 % размер – 20 мкм
V	Содержание V – 24 % размер – 10 мкм, элементы спутники: Ti (11 %), Fe (1 %) (интерметаллическое соединение)
Sr	Содержание Sr – 39 % размер – 8 мкм, элементы спутники: S (14 %), Ca (2 %), Ba (3 %) (целестин?)
Bi	Содержание Bi – 48 %, размер – 4 мкм, элементы спутники: Cl (8 %) (бисмоклит?)

Нами отмечено большое количество минеральных фаз, связанных с серой, по всей вероятности, представляющих сульфиды (Zn, Fe, As, Pb, Cu) и сульфаты (Ba, Sr).

В породе достаточно часто встречаются бессернистые минеральные фазы, содержащие Sn, Ag, а также комплексные интерметаллические соединения, такие как Fe-Ti-V, Fe-Cr, Cu-Zn, Cu-Ni, Cu-Sn-Co, Au-Ag, Sn-Cu-Ni-Fe, V-Ti-Fe и др.

Такое накопление химических элементов может быть связано с резко восстановительной обстановкой формирования углеродистых пород, обусловленной сероводородным заражением, что предполагается многими исследователями.

Кроме того, установлены минеральные фазы, по составу соответствующие коффиниту (U – 37...55 %, Si – 5...8 %), бадделейту (Zr – 56 %, O – 35 %), цервеллейту (Ag – 42 %, Te – 33 %, S – 4 %), монациту (Ce – 20...30 %, La – 10...20 %, P – 10...12 %), бисмоклиту (Bi – 48, Cl – 8 %).

На данном этапе исследования образцов баженовской толщи не удалось обнаружить минеральных фаз Mo, хотя их повышенные содержания в отложениях баженовской свиты отмечаются многими исследователями. В изучаемых нами образцах средняя концентрация Mo составляет 0,02 %.

Литература

1. Брадучан Ю.В., Гольберт Ф.Г., Гурари Ф.Г. Баженовский горизонт Западной Сибири (Стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). – Новосибирск: Наука, 1986. – 217 с.

2. Гавшин В.М., Бобров В.А. Закономерности распределения микроэлементов в баженовской свите // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – С. 76–91.
3. Гавшин В.М., Бобров В.А., Демина Р.Г., Дорогиницкая Л.М. Распределение урана, тория и калия в морских терригенных отложениях мезозоя Западно-Сибирской плиты // Геохимия рудных элементов в процессах выветривания, осадконакопления и катагенеза. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979. – С. 128–160.
4. Гавшин В.М., Гурари Ф.Г. Геохимия сланценосных формаций Сибири // Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1987. – С. 50–56.
5. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Уран, торий и калий в черных сланцах баженовской свиты Западно-Сибирского морского бассейна // Литология и полезные ископаемые. – 2016. – №1. – С. 82–94.
6. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г., Красавчиков В.О. Редкоземельные элементы в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2011. – № 6. – С. 38–54.
7. Зубков М.Ю., Доронина Н.А. Геохимия пород баженовской свиты // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – С. 68–76.
8. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. – М.: Недра, 1976. – 249 с.
9. Плуман И.И. Распределение урана, тория и калия в отложениях Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 1975. – № 5. – С. 756–767.
10. Плуман И.И. Ураноносность черных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской плиты как критерий геохимических условий осадконакопления // Геохимия. – 1971. – № 9. – С. 1138–1143.
11. Плуман И.И. Ураноносность черных битуминозных аргиллитов верхней юры Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 1971. – № 11. – С. 1362–1368.
12. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г., Ильенок С.С., Ежова А.В. Минералого-геохимические особенности баженовской свиты Западной Сибири по данным ядерно-физических и электронно-микроскопических методов исследований // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 1. – С. 50–63.
13. Ушатинский И.И. Состав и микроэлементы пород баженовской свиты и вмещающих глин // Ассоциация микроэлементов с органическим веществом в осадочных толщах Сибири. – Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1984. – С. 21–31.
14. Ушатинский И.И., Зарипов О.Г. Минералогические и геохимические показатели нефтегазоносности мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1978. – 207 с.
15. Хабаров В.В., Нелепченко О.М., Волков Е.И., Борташевич О.В. Уран, калий и торий в битуминозных породах баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология. – 1980. – № 10. – С. 94–105.
16. 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. – 481 с.
17. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. – Л.: Наука. – 1988. – 272 с.
18. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. – 304 с.
19. Gavshin V.M., Zakharov V.A. Geochemistry of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous Bazhenov Formation, West Siberia // Econ. Geol. – 1996. – V. 91. – P. 122–133.
20. Vine J.D., Tourtelot E.B. Geochemistry of black shale deposits: A summary report // Economic Geology. – 1970. – V. 65. – P. 253–272.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ОКРАСКИ И КОЛОРИМЕТРИИ КОЛУМБИЙСКИХ ИЗУМРУДОВ

Э.Л. Фахардо Бехарано, А.Г. Николаев

Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

Изумруд является редкой хромсодержащей разновидностью берилла и встречается в различных промышленно-генетических типах месторождений. Целью данной работы являлось исследование методом оптической абсорбционной спектроскопии образцов изумрудов, изучение кристаллохимических особенностей и природы окраски. Материал был взят из месторождения Музо (Колумбия).

Основной метод исследования в данной работе – оптическая абсорбционная спектроскопия. Оптические спектры поглощения записывались на специализированном спектрофотометре SHIMADZU U-3600 в диапазоне длин волн 185...3300 нм. Дополнительно оптические спектры записывались на стандартизированном спектрофотометре МСФУ-К. Регистрация оптических спектров поглощения производилась в интервале длин волн 400...800 нм с шагом 1 нм. Для объективного измерения и описания окраски изумрудов была использована методика расчета координат цветности по международной колориметрической системе XYZ. Все колориметрические результаты по интерпретации оптических спектров поглощения минералов были вынесены на стандартный цветовой треугольник международной комиссии по освещению (МКО, 1931). Колориметрические параметры исследуемых минералов (x , y , z – коэффициенты цветности; λ – длина волны, ρ – плотность, L – яркость основного цветового тона) рассчитывались с использованием специализированной программы «Спектр». Оптические спектры поглощения записывались с обломков кристаллов и с плоскопараллельных препаратов; цвет изумрудов – зеленый различной интенсивности. Все экспериментальные исследования проводились при комнатной температуре.

Общей особенностью оптических спектров поглощения изумрудов является наличие двух широких интенсивных полос поглощения в видимой области. Конфигурация спектров поглощения и значение энергии полос поглощения позволяет приписать наблюдаемые полосы электронным переходам в ионах Cr^{3+} , которые

изоморфно замещают ионы Al^{3+} в октаэдрических позициях структуры берилла. Полосы поглощения 426 нм и 610 нм в спектрах изумрудов обусловлены разрешенными по спину переходами с основного состояния $^4A_{2g}$ на более высокие энергетические уровни $^4T_{1g}$ и $^4T_{2g}$ соответственно [3, 4]. Дополнительно при длинах волн 670 нм и 689 нм наблюдаются слабые узкие полосы поглощения R-переходов в ионах Cr^{3+}_{VI} [3]. Для колумбийских изумрудов на длине волны 300 нм в УФ области наблюдается общий подъем оптического спектра поглощения.

Узкие полосы поглощения на длине волны 1152, 1410, 1898 нм и широкая полоса в районе 2400...3000 нм связаны с колебаниями молекул воды в каналах структуры берилла [1]. По конфигурации узкой полосы поглощения в районе 1898 нм можно говорить, что во всех изумрудах присутствует преимущественно молекулярная вода II типа, что является критерием в диагностике синтетических и природных изумрудов [5, 6].

По результатам интерпретации оптических спектров поглощения изумрудов был проведен расчет координат цветности по международной колориметрической системе (МКО, 1931). Для колумбийских изумрудов доминирующая длина волны основного цветового тона составила $\lambda = 500...580$ нм и цветовой тон изменялся в пределах 9,75...44,15 %.

В образцах из месторождения Музо были выявлены трехфазные включения с пилообразными краями и кристаллами кубиков галита, что является типичным включением в изумрудах из данного района.

В ходе проведенных исследований были проанализированы оптические спектры поглощения изумрудов из месторождения Музо и исследована природа их окраски. Природа окраски колумбийских изумрудов связана исключительно с трехвалентным хромом, который изоморфно замещает алюминий в структуре берилла. Результаты исследования линии колебания воды на длине 1898 нм и включений в изумрудах можно использовать для практических геммологических целей для идентификации природных и синтетических ограненных камней и выявлять месторождение, откуда было добыто природное сырье.

Литература

1. Бахтин А.И. Породообразующие силикаты: оптические спектры, кристаллохимия, закономерности окраски, типоморфизм. – Казань: Изд. Казанского ун-та, 1985. – 192 с.
2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. – М.: Изд-во «Книжный дом Университет», 2005. – 592 с.
3. Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. – М.: Изд-во Недр, 1984. – 196 с.
4. Свиридов Д.Т., Свиридова Р.К., Смирнов Ю.Ф. Оптические спектры ионов переходных металлов в кристаллах. – М.: Изд-во Наука, 1976. – 266 с.
5. Nassau K. Synthetic emerald: The confusing history and the current technologies // Journal of Crystal Growth. – 1976. – Vol. 35. – №. 2. – P. 211–222.
6. Wood D.L., Nassau K. The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy // American Mineralogist, 1968. – Vol. 53. – №. 5–6. – P. 777–800.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТИРОВОК ЗЕРЕН ОСАДОЧНЫХ ПОРОД С ПОМОЩЬЮ ПАЛЕОМАГНИТНО ОРИЕНТИРОВАННОГО КЕРНА

Д.А. Черданцева, М.В. Юркова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Палеомагнитный метод ориентировки керна основан на явлениях остаточной намагниченности в породах различного генезиса, когда входящие в их состав ферромагнитные минералы в момент кристаллизации магмы или образования осадка приобретают ориентировку магнитного поля Земли. В результате этого явления породы приобретают магнитную ориентировку, соответствующую временному интервалу процесса образования пород. Ориентировка пород может сохраняться до момента нагрева соответствующих минералов до точки Кюри, разной для различных минералов. Например, для магнетита это температура установлена в 550° , для титаномагнетита в 120° , составляя в среднем около 400° . Ориентировка минералов выражается в направлении магнитного склонения на северный магнитный полюс, а наклонение зависит от широты: чем она выше, тем наклонение больше.

Суть данного метода заключается в ориентации исследуемых образцов по сторонам света, используя их остаточную намагниченность. Направление последней зависит от магнитного поля в период образования породы, поэтому связано с географическим положением древнего магнитного полюса Земли. Чаще всего при палеомагнитной ориентировке керна используется первичная намагниченность породы. Для ее определения используется переменное магнитное поле и температуры, способные разрушить накопленную за время своего существования намагниченность образца [4]. В результате определяется разница между древним направлением магнитного полюса и современным, с помощью которой легко выясняется первоначальная ориентировка изучаемого штуфа. Для использования этого метода необходимо знать возраст пород и ориентировку керна относительно оси скважины. В [1] и на рис. 1 приведены приемы и показана схема ориентировки керна.

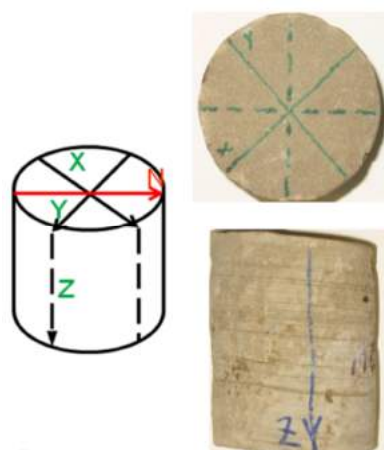


Рис. 1. Схема пространственного ориентирования ядра палеомагнитным методом: образец ядра с произвольной системой координат (X, Y, Z) и расчетной плоскостью магнитного меридиана (по вязкой намагниченности – N)

Применение метода палеомагнитной ориентировки образцов позволяет решать актуальные задачи выявления неоднородностей коллекторов и учитывать их влияние при разработке месторождений. В значительной степени на анизотропность строения пластов влияют условия, при которых происходило осадконакопления терригенного материала коллекторов.

Авторами определение фациальных условий образования пород проводилось с помощью панорамных фоторазверток ядра, снятых с палеомагнитно ориентированного образца. Фоторазвертка представляет скомпонованные между собой снимки ядра через каждые 20° . Результаты интерпретации текстурных характеристик с определением фаций по панорамным (развернутым на 360°) снимкам ядра на примере одного из нефтяных месторождений Томской области приведены в [7].

Дальнейшее изучение ориентированных образцов проводилось в шлифах и заключалось в замерах ориентировок удлиненных зерен кварца, являющегося основным породообразующим компонентом исследуемых коллекторов. Получение ориентированных структур осадкообразования кварца позволило детализировать ранее установленные условия формирования осадочных пород.

Морфологический анализ включал в себя замеры азимутов простираения удлиненных зерен относительно выбранного направления (как правило, на север). Количество измерений, необходимых для получения достоверной картины ориентировки зерен в породе, составило 100...150 зерен в одном шлифе при измерении на федоровском столике.

Альтернативой морфологическому анализу может стать предложенная авторами компьютеризированная методика измерения и подсчета ориентировки зерен, что упрощает работы с большим количеством полученных числовых данных. По микрофотографиям шлифа измерялись ориентировки удлинений зернового материала с последующей обработкой данных в компьютерных программах и построением диаграмм ориентировок (рис. 2).

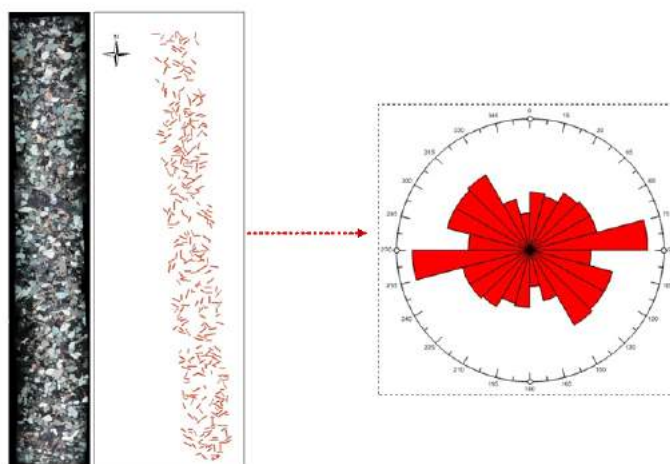


Рис. 2. Результат отрисовки предпочтительных направлений ориентировок кварцевых зерен в программе

Выделение типов диаграмм предпочтительных ориентировок удлиненных зерен кварца с их интерпретацией рассмотрены в работах [2, 3, 5, 6]. Отмечено, что ориентировки с бимодальным распределением, как правило, типичны для прибрежных (внутренних) зон водных бассейнов с волновой деятельностью. Ориентировки с преобладающим продольным развитием максимума обломков и незначительным развитием поперечно ориентированных зерен могут формироваться в условиях движения быстрого водного потока. Ориентировки с полимодальным распределением вытянутых зерен характерны для турбидитов при взмучивании осадков.

Таким образом, изучение шлифов из предварительно ориентированного керна позволяет уточнять фациальные и динамические условия образования пород коллекторов. Подобная детализация среды осадкообразования на микроуровне показывает предпочтительные направления укладки обломочных зерен в скелете породы. Последующее литолого-петрографическое изучение ориентированных шлифов показало, что вдоль установленных предпочтительных направлений ориентировки зерен фиксируется и развитие пустотно-порового пространства. Учитывая выявленные направления, с которыми совпадают повышенные значения проницаемости, можно прогнозировать развитие пластов с определенными фильтрационно-емкостными характеристиками и, соответственно, особенности разработки месторождений.

Литература

1. Краснощекова Л.А., Меркулов В.П. Петрофизическая неоднородность нефтеносных коллекторов Игольско-Талового месторождения (Томская область) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9. – № 2. – http://www.ngtp.ru/rub/4/26_2014.pdf.
2. Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л. и др. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
3. Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. Исследование пространственной литолого-петрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – Вып. 6: – С. 296–303.
4. Палеомагнитология / под ред. А.Н. Храмова – Л.: Недра, 1982. – 312 с.
5. Родыгин А.И. Микроструктурный анализ кварца с методическими указаниями и примерами геологической интерпретации. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1994. – 217 с.
6. Седиментология / под ред. Н. Унруг. – М.: Недра, 1980. – 646 с.
7. Юркова М.В., Черданцева Д.А. Применение ориентированного керна при текстурном анализе отложений пластов Ю₁¹ и Ю₁² Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – Т. 1. – С. 152 – 154.

ХРОМШПИНЕЛИДЫ ХАРЧЕРУЗСКОГО БЛОКА МАССИВА СЫУМКЕУ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

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 благороднометаллической 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.

В статье рассматриваются особенности вещественного состава хромшпинелидов из ультрамафитов Харчерузского блока массива Сыумкеу (Полярный Урал) с целью моделирования эволюции их структурно-вещественных преобразований.

Харчерузский блок массива Сыумкеу является южным фрагментом Хадатинского офиолитового пояса, который замыкает на севере офиолитовые комплексы Полярного Урала [5]. Согласно геолого-геофизическим данным, полученным при проведении групповой геологической съемки масштаба 1:50000, он представлен самостоятельным телом и отделен от более крупного ультрамафитового массива Сыумкеу метаморфизованными габбро и амфиболитами. Вероятно, является эрозионно-тектоническим клином от данного массива.

Морфологически Харчерузский блок представляет собой клинообразное тело субширотного простирания, которое выклинивается на восток (протяженность ~18 км при максимальной ширине в западной части ~7 км). Он сложен, главным образом, дунитами, среди которых очень редко встречаются гарцбургиты. Отмечаются также мелкие тела габброидов, обычно интенсивно метасоматически измененных. В экзоконтактных зонах габброидов устанавливаются верлиты и клинопироксениты, которые, очевидно, являются высокотемпературными реакционно-метасоматическими образованиями.

Дуниты имеют средне-, крупнозернистое строение и нередко обладают «свежим» неизменным обликом со светло-желтой корочкой выветривания. Черные зерна хромшпинелидов отчетливо выделяются на

светло-желтых корочках выветривания и наблюдаются в виде спорадической, очень редкой, мелкой акцессорной вкрапленности. Их содержание обычно менее 1 %, редко в участках сегрегации до 5...10 %, в рудных зонах их содержание существенно возрастает. Среди дунитов выявлены линейные и линзообразные тела хромитов, имеющие преимущественно субширотное простирание. Мощность отдельных тел обычно менее 1 м, протяженность – до 10 м. Рудные тела нередко группируются в рудные субширотные зоны, в которых количество хромшпинелидов существенно возрастает и может значительно варьировать от 10 до 50...90 % с образованием от убоговкрапленных до густовкрапленных и сплошных руд. Иногда в рудных зонах отмечается полосчатое строение, обусловленное различной концентрацией хромшпинелидов. Ширина отдельных полос обычно от 0,5 м до 2,0 м. Полосчатость ориентирована диагонально к простиранию рудных зон и согласна с квиважом пластического течения северо-восточного простирания.

Химический состав акцессорных и рудных хромшпинелидов из ультрамафитов Харчерузского блока определялся методом рентгеноспектрального микроанализа на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным и волнодисперсионным спектрометрами в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск). Проведенные исследования показывают, что все проанализированные хромшпинелиды в целом характеризуются высокохромистым составом ($\text{Cr}_2\text{O}_3=49,0...63,5\%$) и очень слабо метаморфизованы. В химическом составе постоянно отмечаются NiO (до 0,21 %), ZnO (до 0,38 %) и V_2O_5 (до 0,22 %). Согласно классификационной диаграмме Н.В. Павлова [2], все рудные хромшпинелиды (густовкрапленные и рассланцованные) соответствуют хромитам; большая часть акцессорных вкрапленных шпинелидов по химическому составу отвечает аллюмохромитам, в меньшем количестве – хромитам (рис. 1). Аллюмохромиты, очевидно, являются более ранними разновидностями хромшпинелидов по отношению к хромитам, о чем свидетельствуют их более высокие значения глиноземистости и магниальности при более низкой хромистости. Для них характерны также относительно повышенные содержания TiO_2 и ZnO (табл.).

На рис. 1, 2 фигуративные точки составов хромшпинелидов образуют линейно вытянутый ряд точек, через который можно провести эволюционный тренд, отражающий преобразование вещественного состава хромшпинелей в мантийных условиях, а также степень рестирования вмещающих их ультрамафитов. Увеличение степени рестирования сопровождается возрастанием хромистости и железистости при уменьшении глиноземистости и магниальности (рис. 2), что характерно для мантийных реститогенных ультрамафитов [1, 3, 6] и служит дополнительным свидетельством реститовой природы пород Харчерузского блока.

Выявлено, что по мере увеличения густоты вкрапленности в рудной зоне отмечается увеличение качества хромшпинелидов (табл., рис. 1). Данная особенность на примере других объектов отмечалась ранее [1, 4, 6–7] и, очевидно, обусловлена кинетическим фактором, который выражается в сокращении интенсивности и степени завершенности наложенных метаморфических процессов при увеличении густоты вкрапленности хромитовых руд и размеров рудных тел. В пользу последнего свидетельствуют более низкие значения хрома при более высоких значениях суммарного железа и цинка в химических составах акцессорных вкрапленных шпинелидов,

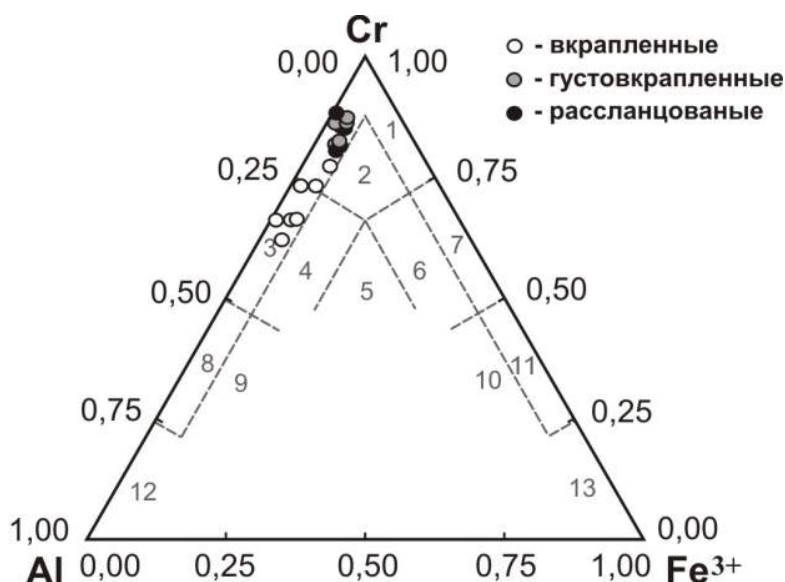


Рис. 1. Составы акцессорных и рудных хромшпинелидов в породах Харчерузского блока массива Сьумкеу (Полярный Урал) и их зависимость от густоты вкрапленности на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [2]. Шпинелиды: 1 – хромит, 2 – субферрихромит, 3 – аллюмохромит, 4 – субферриаллюмохромит, 5 – ферриаллюмохромит, 6 – субаллюмоферрихромит, 7 – феррихромит, 8 – хромпикотит, 9 – субферрихромпикотит, 10 – субаллюмохром-магнетит, 11 – хроммагнетит, 12 – никотит, 13 – магнетит

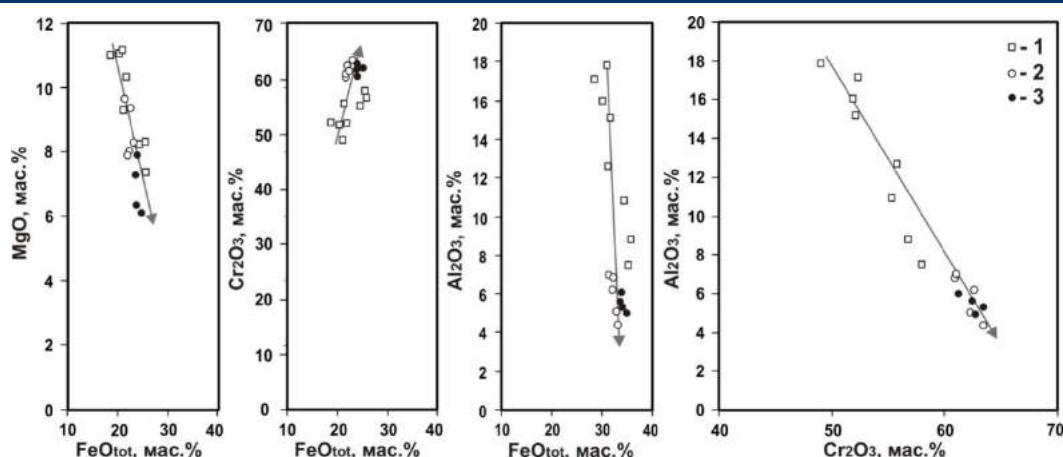


Рис. 2. Связь между содержанием Cr_2O_3 , Al_2O_3 , MgO и содержанием FeO_{tot} (общее) в хромшпинелидах из пород Харчерусского блока: 1-3 – хромшпинелиды по степени вкрапленности: 1 – акцессорные вкрапленные, 2 – густовкрапленные, 3 – густовкрапленные расланцованные

Таблица

Химический состав хромшпинелидов, мас. %

Элем-т	Акцессорная вкрапленная структура						Густовкрапленная структура				Расланцованная текстура			
	Хромит			Алюмохромит			Хромит				Хромит			
MgO	8,27	7,37	8,34	11,15	11,10	11,03	8,31	8,05	9,64	7,93	7,35	8,00	6,19	6,43
Al_2O_3	10,87	8,84	7,49	17,92	16,06	17,18	5,08	4,41	7,00	6,19	5,84	6,20	5,16	5,50
TiO_2	0,14	0,33	0,21	0,17	-	0,09	0,19	0,19	0,10	0,06	-	0,03	0,04	0,02
V_2O_5	0,22	0,17	0,14	0,13	0,13	0,08	0,22	0,15	0,08	0,16	0,08	0,07	0,20	0,09
Cr_2O_3	55,24	56,81	57,90	48,99	51,90	52,27	62,27	63,38	60,99	62,60	62,42	61,21	62,67	63,45
MnO	0,60	0,44	0,60	0,55	0,32	0,50	0,49	0,62	0,50	0,80	0,60	0,48	0,59	0,51
FeOобщ	24,33	25,66	25,29	20,92	20,24	18,56	23,18	23,12	21,40	22,11	23,60	23,86	24,82	23,79
ZnO	0,25	0,38	-	0,03	0,19	0,11	0,18	0,03	0,08	0,06	0,03	0,06	0,14	0,15
NiO	0,07	-	0,03	0,14	0,06	0,18	0,07	0,06	0,21	0,08	0,08	0,08	0,18	0,07
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

что отражает большую степень воздействия на них процессов метаморфизма. Данная закономерность с учетом пострудных процессов дает возможность впоследствии спрогнозировать состав и технологическую сортность скрытых рудных залежей по составу повсеместно распространенного акцессорного хромшпинелида.

Литература

1. Макеев А.В., Брянчанинова Н.И. Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. – СПб.: Наука, 1999. – 252 с.
2. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды ИГН АН СССР. Сер. рудн. месторождения. – 1949. – № 13. – 87 с.
3. Перевозчиков Б.В. Особенности изучения хромитонности альпинотипных гипербазитов. – М.: Геоинформмарк, 1998. – 47 с.
4. Перевозчиков Б.В., Набиуллин В.И. Методические основы оценки ресурсного потенциала хромовых руд офиолитовых ультрабазитов // Вестник Пермского университета. Геология. – 2007. – № 4. – С. 91–105.
5. Петрология и метаморфизм древних офиолитов (на примере Полярного Урала и Западного Саяна) / Н.Л. Добрецов, Ю.Е. Молдаванцев, А.П. Казак и др. – Новосибирск: Наука, 1977. – 221 с.
6. 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.
7. Юричев А.Н. Калнинский ультрамафитовый массив Западного Саяна: рудная минерализация и ее генетическая природа // Известия ТПУ. – 2015. – Т. 326. – № 2. – С. 61–69.

Секция 3

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ООЛИТОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория Западной Сибири известна своими колоссальными запасами осадочных железных руд. Железоносные осадки прослеживаются широкой полосой от бассейнов рек Турухан на северо-востоке до верхнего течения р. Тобол на юго-западе и именуется как Западно-Сибирский железорудный бассейн (ЗСЖБ). Основными рудными объектами бассейна являются: Колпашевский, Нарым-Парабельский, Каргасокский и Елогуй-Туруханский рудные районы, Бакчарское, Лисаковское и Аятское месторождения (рис. 1).

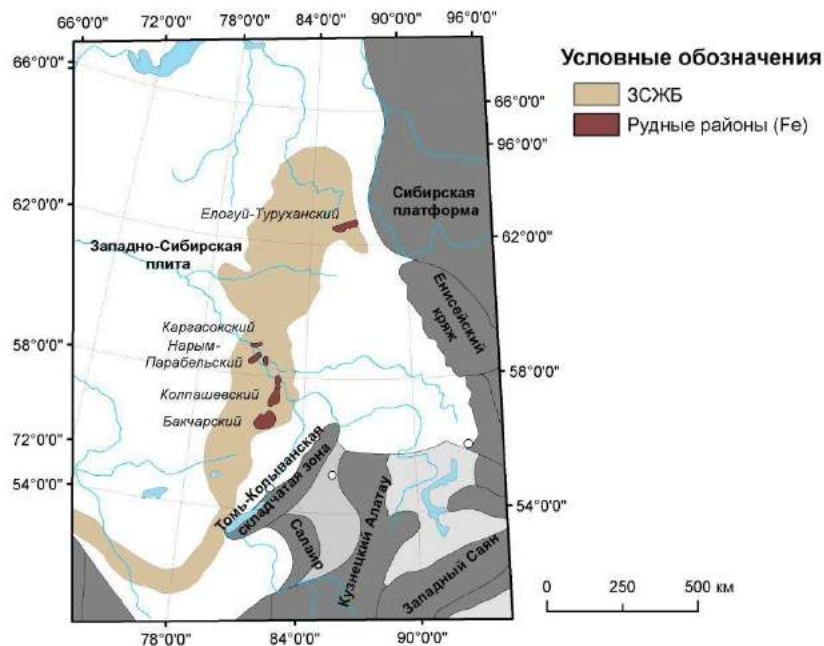


Рис. 1. Схема расположения основных рудных площадей в восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна

Изучением Западно-Сибирского железорудного бассейна занимались многие российские ученые и геологи производственной сферы. Под коллективным трудом Н.Х. Белоус, А.А. Бабина, И.В. Николаевой, Ю.П. Казанского, А.С. Калугина, М.П. Нагорского и других в 1964 году была издана монография «Западно-Сибирский железорудный бассейн», в которой приводятся основные сведения о геологии бассейна.

По данным предшественников [1] в сводном стратиграфическом разрезе бассейна выделены отложения меловой, палеогеновой и четвертичной систем. В этих отложениях выделяется три железорудных горизонта (нарымский, колпашевский, бакчарский) с широким площадным распространением. Нарымский горизонт приурочен к кровле ипатовской свиты верхнемелового возраста, которая с несогласием залегает на морских песчано-глинистых отложениях кузнецовской свиты (сеноман-турон). Ипатовская свита представлена мелкозернистыми песками, серо-зелеными алевролитами с прослоями глин переходящие вверх по разрезу в оолитовые руды. Колпашевский горизонт залегает в толще ганькинской свиты верхнемелового возраста среди песчаников, алевролитов и глин, с прослоями зеленых аргиллитов и линзами гравелитов в основании. Бакчарский горизонт приурочен к подошве лолинворской свиты эоценового возраста. В основании свиты залегают среднезернистые пески, песчаники с глинистым цементом и оолитовые руды, которые перекрываются серыми параллельно слоистыми глинами.

В основе исследований лежали материалы геологоразведочных работ на Бакчарском месторождении, Колпашевском, Нарым-Парабельском и Елогуй-Туруханском рудных районах (рис. 1).

Цель авторских исследований заключалась в типизации железных руд Западно-Сибирского бассейна по комплексу геолого-минералогических факторов и характеристике условий их формирования.

Достижение поставленной цели основывалось на выполнении следующих задач: изучение минералогии оолитовых руд; установление содержания и формы нахождения ценных (Fe), вредных (P, As, S, Cu, Zn, Sn, Pb) и легирующих (V, Cr, Mn, Ni, Co) элементов в рудах и породах; характеристика геологической позиции рудных тел; описание условий формирования руд.

В настоящей работе автор придерживаются определения В.М. Изойтко (1997) природных типов руд – это парагенетические ассоциации минералов, образовавшиеся в определенных геологических условиях, занимающие значительный объем в пространстве и увязывающиеся на геологических картах и разрезах.

Комплексный геолого-минералогический анализ позволил выделить три главных природных типа железных руд Западно-Сибирского бассейна: сыпучие гидрогетитовые руды, сцементированные гидрогетит-хлоритовые руды, сцементированные сидерит-гидрогетитовые руды.

Сыпучие гидрогетитовые руды отличаются рыхлой текстурой, среднезернистой структурой, коричневатого-черным цветом. Залегают в форме линз, преимущественно в подошве люлинворской свиты. На 70...80 % состоят из гидрогетитовых оолитов и ооидов, за счет чего содержание железа в рудах в среднем составляет 52 %, при SiO_2 – 27,6 %; P_2O_5 – 1,2 %; V_2O_5 – 0,12 %. Основными аутигенными минералами являются гетит, гидрогетит, лептохлорит, с малой долей куларита. Среднее значение магнитной восприимчивости составляет $0,53 \pm 0,16 \times 10^{-3}$ ед. СИ.

Сцементированные гидрогетит-хлоритовые руды имеют слабо и средне сцементированную текстуру, мелкозернистую структуру, коричневатого-зеленого, табачный цвет. Залегают в форме пластов, реже линз в основном в кровле ганькинской свиты. На 30...40 % состоят из гидрогетит-хлоритовых оолитов и ооидов, которые цементируются глинисто-глауконит-лептохлоритовым материалом. Основными аутигенными минералами являются гетит, гидрогетит, лептохлорит, глауконит, а также микровкрапления фрамбоидов пирита, куларита. Среднее содержание основных элементов составляет: $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$ – 32 %, SiO_2 – 46,9 %, P_2O_5 – 1,8 %, V_2O_5 – 0,07. Среднее значение магнитной восприимчивости составляет $0,63 \pm 0,17 \times 10^{-3}$ ед. СИ.

Сцементированные сидерит-гидрогетитовые руды характеризуются крепко сцементированной текстурой, среднезернистой структурой, коричневым цветом. Залегают в форме пластов или блюдцеобразных залежей в кровлях ипатовской и люлинворской свит. На 40...50 % состоят из гидрогетитовых оолитов и ооидов, которые цементируются сидеритовым, лептохлорит-сидеритовым материалом. К основным аутигенным минералам относятся: гетит, гидрогетит, лептохлорит, сидерит, а также микровкрапления сфалерита и куларита. Среднее содержание основных элементов составляет: $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$ – 44 %, SiO_2 – 33,1 %, P_2O_5 – 1,2 %, V_2O_5 – 0,13 %. Среднее значение магнитной восприимчивости составляет $0,99 \pm 0,35 \times 10^{-3}$ ед. СИ.

Установлено, что выделенные типы руд дифференцируются по отношению петрохимических модулей (ГМ к НМ+КМ), а также имеют различия в среднем суммарном содержании редкоземельных элементов.

По мнению автора, рудные осадки месторождения формировались в условиях полузакрытых заливов в прибрежно-морской обстановке, что согласуется с теорией Н.М. Страхова [2]. Прибрежная зона шельфа древнего мезозойского «Западно-Сибирского» моря представляла собой систему мелководных валов и баров, что способствовало накоплению рудных осадков в форме линз и пластов. Согласно разработанной авторами модели (рис. 2) сцементированные сидерит-гидрогетитовые руды формировались преимущественно в седловидных участках морского дна, сцементированные гидрогетит-хлоритовые – в пологих участках морского дна, а сыпучие гидрогетитовые – в приподнятых участках (валы и бары).



Рис. 2. Схематическая модель смены осадков по фациальному профилю (в направлении углубления моря) Западно-Сибирского железорудного бассейна

Предложенная модель согласуется с представлениями об условиях формирования ордовикских руд Вабана в Канаде [6] и юрских миннетовых руд во Франции и Великобритании [3]. К аналогам Западно-

Сибирского железорудного бассейна также можно отнести силурийские руды Клинтон в Алабаме [4], верхнемеловые месторождения Ассуан в Египте [5].

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. – 448 с.
2. Страхов Н.М. Железорудные фации и их аналоги в истории Земли. Опыт историко-географического анализа процесса осадкообразования // Тр. ИГН АН СССР. Геол. серия. - 1947. Вып. 73. - № 22. - 267 с.
3. Burkhalter R.M. Ooidal ironstones and ferruginous microbialites: origin and relation to sequence stratigraphy (Aalenian and Bajocian, Swiss Jura mountains) // *Sedimentology*. – 1995. – №42. – P. 57–74.
4. Hunter R.E. Facies of iron sedimentation in the Clinton Group, In G. W. Fisher, ed, *Studies of Appalachian Geology, Central and Sothern*, Wiley-Interscience. – New-York, 1970. – 101–121.
5. Sallem S.M., El Gammal E.A. Iron ore prospecton East Aswan, Egypt, using remote sensing techniques // *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. – 2015.
6. Ranger M.R. The sedimentology of a Lower Paleozoic peritidal sequence and associated iron formations, Bell Island, Conception Bay, Newfoundland // MSc Thesis, University of Newfoundland, 1979. – 125pp.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НА ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ РИДДЕР-СОКОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

М.А. Александрова

Научный руководитель доцент З.И.Черненко

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д.Серикбаева, г.Усть-Каменогорск, Казахстан**

Риддер-Сокольное месторождение расположено в черте г. Риддера Восточно-Казахстанской области. В орографическом отношении оно находится в северо-восточной части Лениногорской котловины субширотной ориентировки. Абсолютные отметки данной впадины постепенно уменьшаются от 900-1000 м на северо-востоке до 650-700 м на юго-западе. С юга долина резко ограничена Проходным и Ивановским хребтами с отметками от 1500-1800 м до 2000-2300 м и относительными превышениями порядка 800-1500 м. С севера спускается ряд горных массивов являющихся водоразделом между реками Ульбой и Убой и характеризующихся отметками порядка 1300-1800 м.

На месторождении общая площадь распространения оруденения с учетом фланговых подсечений более 20 км. По вертикали оруденение охватывает девонский разрез от сланцев «висячего бока» до верхов нижнепалеозойского фундамента и с перерывами прослеживается на протяжении около 800 м. На четырех уровнях девонского разреза выявляются следующие рудные горизонты (сверху вниз): I – свинцово-цинковый II – цинково-медный III – свинцово-цинковый IV – полиметаллический. Первые два горизонта впервые выделены П.П.Буровым и Н.Н. Куреком, остальные Н.Г.Сухаревым. *I горизонт* (в верхней части крюковской свиты) представлен в северной части Центрального блока (сверху вниз) залежами сплошных полиметаллических руд сменяющимися в лежачем боку вкрапленно-прожилковыми разностями. Южнее на I горизонте располагались кварц-баритовые купола с золото-содержащими бедными полиметаллическими рудами, переходящими в тонкополосчатые золото-сульфидно-кварцевые жилы – корни куполов. *II горизонт* расположен ниже по разрезу и представлен медно-цинковыми рудами, а в южной части месторождения образован системой крутопадающих жил крупнозернистых цинково-медных руд.

I и II рудоносные горизонты являются основными отрабатываемыми на месторождении, в пределах которых расположено 13 залежей. Самые богатые руды на верхних уровнях месторождения уже отработаны. *III горизонт* приурочен к контакту нижней пачки крюковской (вулканомиктовые гравелиты) и верхней части лениногорской свиты, тяготея больше к последней. Руды этого горизонта полиметаллические, существенно свинцово-цинковые, гнездовые, прожилковые, вкрапленные, брекчиевидные. *IV горизонт* оруденения установлен в контакте песчано-сланцевой пачки низов лениногорской свиты с нижележащими метаморфическими образованиями заводской свиты, распространяясь в последних до 100 м и более. Руды IV горизонта также полиметаллические, прожилковые и вкрапленные. Основная масса их сосредоточена в кальцит-кварцевых прожилках, секущих и согласных со слоистостью и полосчатостью пород метаморфической толщи.

Золотосодержащие руды сформировались в золото-барит-полиметаллическую стадию позднего гидротермального этапа. Участки золотоносного кварца обнаружены на 2-й Юго-Западной и Быструшинской залежах и в отдельных участках медно-цинковых и медных руд. Они формировались в обстановке несколько меняющихся физико-химических условий минералообразования и некоторой тектонической активности. Об этом свидетельствуют брекчиевые и брекчиевидные текстуры жильного выполнения, имеющие несколько иной минеральный состав и наложение более крупнозернистых и чистых минеральных агрегатов жил на мелкозернистые. Золотоносные жилы прослеживаются и за пределами контура сульфидных руд. Главные сульфиды в рудах всех горизонтов одни и те же (сфалерит, галенит, халькопирит, пирит) но их соотношения от горизонта к горизонту заметно меняются. Состав руд месторождения типичен для Рудного Алтая, однако они отличаются от руд других месторождений повышенным содержанием золота и серебра и большим разнообразием генетических типов. Проведены выявления рудно-петрологических и минералого-геохимических оценочных критериев с использованием высокоточных лабораторных анализов в «ИРГЕТАС».

Таблица 5

Содержание редких элементов, Риддер-Сокольное м-е, Быструшинская залежь

№ п/п	№ Породы	Участок	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W	Mo
1	Образец №1 (Халькопирит)	Риддер-Сокольное м-е	0,10	2,59	0,73	57,60	42,45	0,95	2,69	0,39	3,91
2	Образец №2 (Пирит)		0,12	2,70	1,06	40,45	9,55	0,26	4,66	1,38	22,29
3	Образец №3 (Пирит)		0,60	1,73	0,87	80,90	16,74	0,44	3,50	0,68	34,27

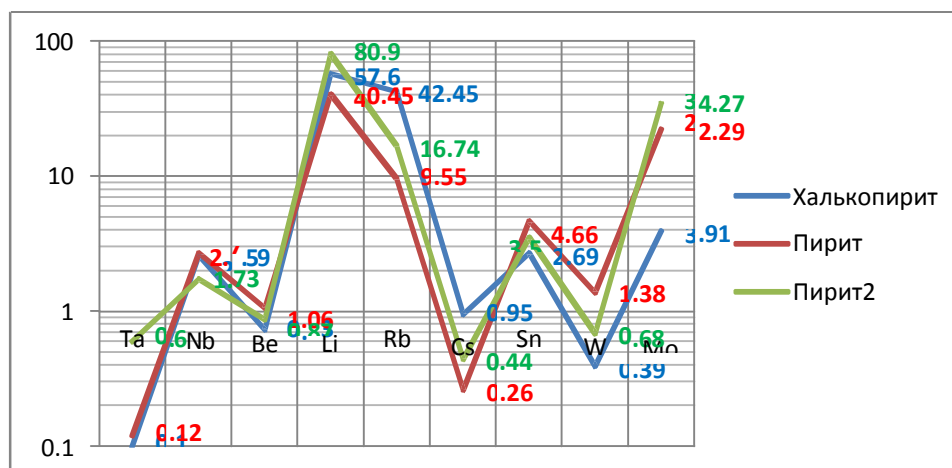


Рис 1. Содержание редких элементов, Риддер-Сокольное месторождение, Быструшинская залежь

По масс-спектрометрии в пирите определено повышенное содержание (г/т): Ag (68,73), Au(0,51). Также, кроме повышенного содержания главных элементов Cu, Pb и Zn, отмечено повышение редких элементов Li (80,90 г/т), Rb (42,45 г/т) и Mo (34,27 г/т), таблица 1, рис 1.

Таким образом, дальнейшее изучение руд Риддер-Сокольного месторождения может благоприятно повлиять на открытие новых золотосодержащих участков. Участки золотоносного кварца, обнаруженные на 2-й Юго-Западной и Быструшинской залежах, тому подтверждение. Также, детальное изучение залежей показывает, что кроме главных элементов Cu, Pb и Zn, в рудах наблюдается достаточно перспективное содержание и других, не менее важных составляющих, которые могут продлить срок эксплуатации месторождения.

Актуальность исследований заключается в острой необходимости открытия новых месторождений золота с целью укрепления минерально-сырьевой базы для золотодобывающей промышленности Восточно-Казахстанского региона.

Литература

1. Беспяев Х.А. и др. Закономерности распределения золота и серебра на Риддер-Сокольном месторождении. Отчёт по теме: «Обобщение результатов разведочных работ с целью изучения распределения золота и серебра в рудах и породах Риддер-Сокольного месторождения и Лениногорского рудного поля». Алма-Ата - Лениногорск. Фонды ЛГОКа, 1978.
2. Дьячков Б.А., Кузьмина О.Н., Мизерная М.А., Зимановская М.А., Черненко З.И., Амралинова Б.Б. // Типы золоторудных месторождений Восточного Казахстана. Монография. ВКГТУ. – Усть-Каменогорск, 2015. – 204с.

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ
 (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)**

А.И. Бушманов

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Центральное золоторудное поле располагается в северной части Кузнецкого Алатау, в оперяющих структурах Кузнецко-Алтайского глубинного разлома разлома (рис. 1).

Рудные тела представлены золото-сульфидно-кварцевыми жилами с березитами, преимущественно субширотного и северо-восточного простираний. Они концентрируются в полосе субмеридионального направления протяженностью около 15 километров. Всего известно около 200 жил, протяженность отдельных из них достигает более 2 километров, по падению они прослежены до 1000 м. Вмещающими породами являются гранитоиды Центрального массива, межформационного гарполита, приуроченного к поверхности несогласия между метаморфизованными осадочными породами венда-нижнего кембрия и островодужными базальтами и андезибазальтами среднего кембрия. Все указанные породы с перекрывающимися вулканогенными и терригенными девонскими отложениями имеют на описываемой территории тектонический контакт [1].

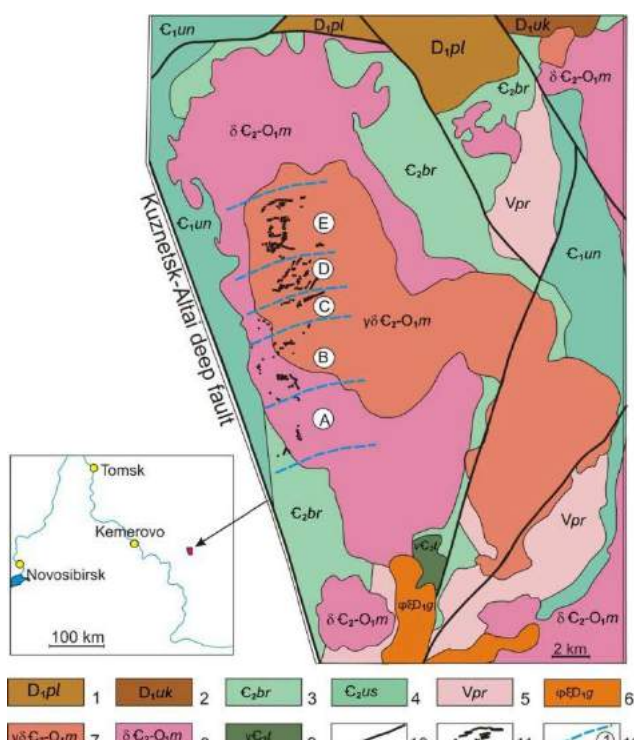


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Центрального рудного поля.

1 – палатнинская свита: базальты, андезибазальты, реже андезиты, туфопесчаники; 2 – устькундусульская свита: конгломераты, песчаники, алевролиты; 3 – бериккульская свита: базальты, андезибазальты; 4 – усть-анзасская свита: хлорит-эпидот-актинолит-альбитовые ортосланцы, углисто-кремнистые сланцы; 5 – прокопьевская свита: мраморизованные битуминозные известняки; 6 – нефелиновые сиениты горячегогорского щелочно-габброидного комплекса; мартайгинский гранитоидный комплекс; 7 – гранодиориты; 8 – диориты; 9 – таскыльский габбро-пироксенитовый комплекс; габбро; 10 – основные разрывные нарушения; 11 – золото-сульфидно-кварцевые жилы; 12 – минеральные зоны рудного поля: А – турмалиновая; В – шеелитовая; С – молибденит-халькопиритовая; D – сфалерит-галенитовая; E – арсенопиритовая.

В составе золотоносных жил рудного поля описано свыше 60 минералов, главными из которых являются кварц, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, кальцит, халькопирит, второстепенными – пирротин, молибденит, шеелит, турмалин, теллуриды и сульфосоли, золото, магнетит. Процесс рудообразования можно подразделить на 4 последовательных ступени: кварцево-пиритовую, арсенопиритовую, полисульфидную и галенит-теллуридно-сульфосольную. Все указанные минеральные ассоциации золотоносны [2].

Минеральная зональность в масштабах рудного поля проявлена очень контрастно. С севера на юг, по направлению к глубинному разлому, последовательно сменяют друг друга такие зоны (по характерным минералам): арсенопиритовая, галенит-сфалеритовая, халькопирит-молибденитовая, шеелитовая, турмалиновая. В этом же направлении количество сульфидов в жилах снижается с 50–80 % до 5–8 %.

Нами проведено исследование состава рудных минералов на сканирующем электронном микроскопе Vega3 Tescan с энергодисперсионным спектрометром Oxford X-max 50, а также картирование химического состава зерен пирита с использованием рентгенофлуоресцентного микроскопа XGT-7200.

Выявлена отчетливая горизонтальная зональность по простиранию жил. Она заключается в распространении поздних золотоносных парагенезисов в центральных частях жил и преобладании ранней кварцево-пиритовой минерализации на их периферии. Среди примесей в пирите на периферии жил преобладают Ni, As, в центральных частях рудных столбов пирит обогащен Pb, Zn, Cu, As. Исследование зерен пирита на электронном микроскопе показывает, что обогащение их Pb, Zn, Cu обусловлено, в основном, механическими

примесями галенита, сфалерита, халькопирита, блеклых руд. Распределение мышьяка в пирите концентрически зональное, что в целом характерно для пиритов различных генетических типов [3, 4].

Характерно, что в жилах арсенопирит обрастает и цементирует зерна пирита и вместе они рассекаются прожилками более поздней сфалерит-тетраэдрит-халькопирит-галенитовой ассоциации. В то же время, в березитах арсенопирит отлагается одновременно с халькопиритом, тетраэдритом, сфалеритом, галенитом в карбонат-сульфидных прожилках, секущих зерна пирита (рис. 2).

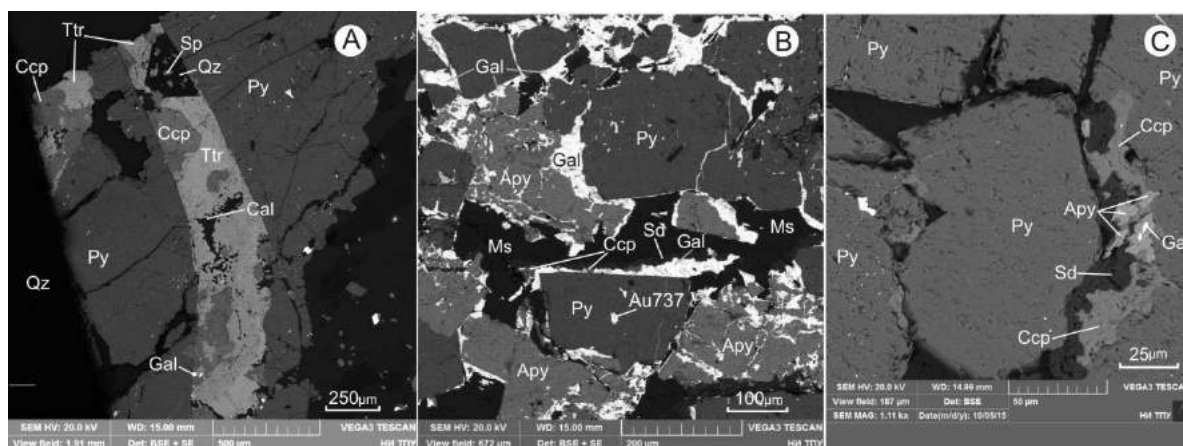


Рис. 2 Характер взаимоотношений рудных минералов в жилах (А, В) и березитах (С):

Py – пирит; Apy – арсенопирит; Gal – галенит; Ttr – тетраэдрит; Ccp – халькопирит; Sp – сфалерит; Qz – кварц; Cal – кальцит; Sd – сидерит.

Благороднометаллическая минерализация в жилах и березитах также проявляется по-разному. Для жил характерно самородное золото достаточно высокой пробы (730–788). Серебро здесь находится в составе самородного золота и тетраэдрита, в котором его концентрация колеблется от 3,5 % до 13,4 %.

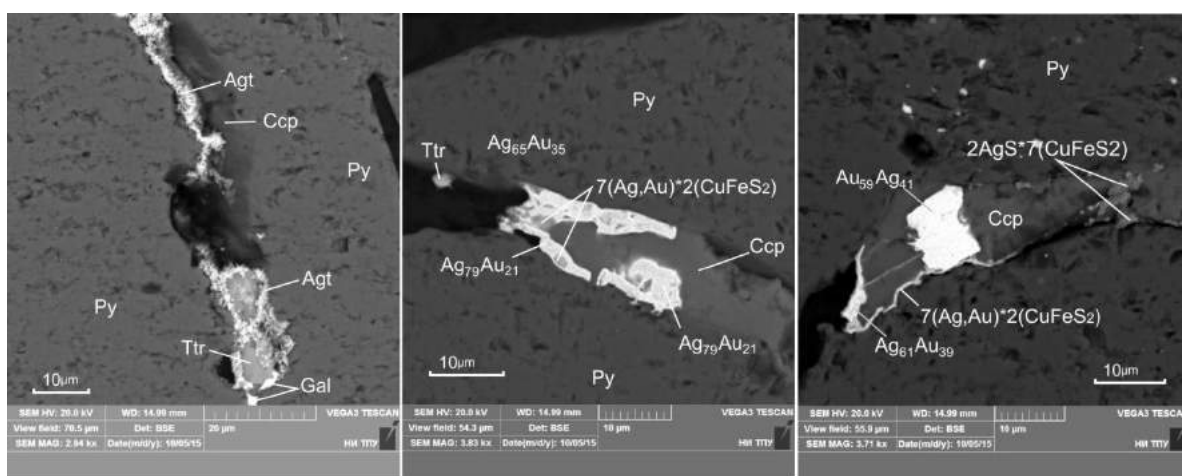


Рис. 3 Золото-серебряная минерализация в березитах: Py – пирит; Agt – аргентит; Gal – галенит; Ttr – тетраэдрит; Ccp – халькопирит; Ag_xAu_y – электрум; $Au_{50}Ag_{41}$ – низкопробное золото.

В березитах встречено только низкопробное (проба 500–560) золото и электрум (с содержанием серебра от 50 до 80 %) (Рис. 3). Серебро присутствует также в виде аргентита и как примесь в тетраэдрите. В результате реакции электрума и халькопирита отмечается образование своеобразного сплава состава: от $7(Ag,Au)*2CuFeS_2$ до $7(AgS)*2CuFeS_2$.

Литература

1. Куртигешев В.С., Родченко С.А., Митрохин Д.В., Туманова Л.Н., Токарев В.Н., Бабин Г.А Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200000. Издание второе. Серия Кузбасская. Лист N-45-X (Центральный). Объяснительная записка. СПб., Картфабрика ВСЕГЕИ. – 2008. – 171 с.
2. Ворошилов В.Г. Условия формирования Центрального рудного поля в гранитоидах (Кузнецкий Алатау) // Руды и металлы, 1995. – № 3. – С.68–80.
3. Duran C.J., Barnes S.-J., Corkery J.T. Chalcophile and platinum-group element distribution in pyrites from the sulfide-rich pods of the Lac des Iles Pd deposits, Western Ontario, Canada: Implications for post-

cumulus re-equilibration of the ore and the use of pyrite compositions in exploration // Journal of Geochemical Exploration Volume 158, November 2015, Pages 223–242

4. Craig, J.R., Solberg, T.M., 1999. Compositional zoning in ore minerals at the Craig mine, Sudbury, Ontario, Canada. Can. Mineral. 37, 1163-1176.

УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ УЧАСТКА «СОЛНЕЧНЫЙ» (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.А. Вильгельм

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Участок «Солнечный» (площадью 11 км²) территориально расположен в Тындинском районе Амурской области. С геологической точки зрения участок относится к Верхне-Брянтинскому потенциально серебро-золоторудному узлу в пределах Сутамо-Брянтинского потенциального серебро-золоторудного района (рис.1) и входит в состав Северо-Становой металлогенической зоны.

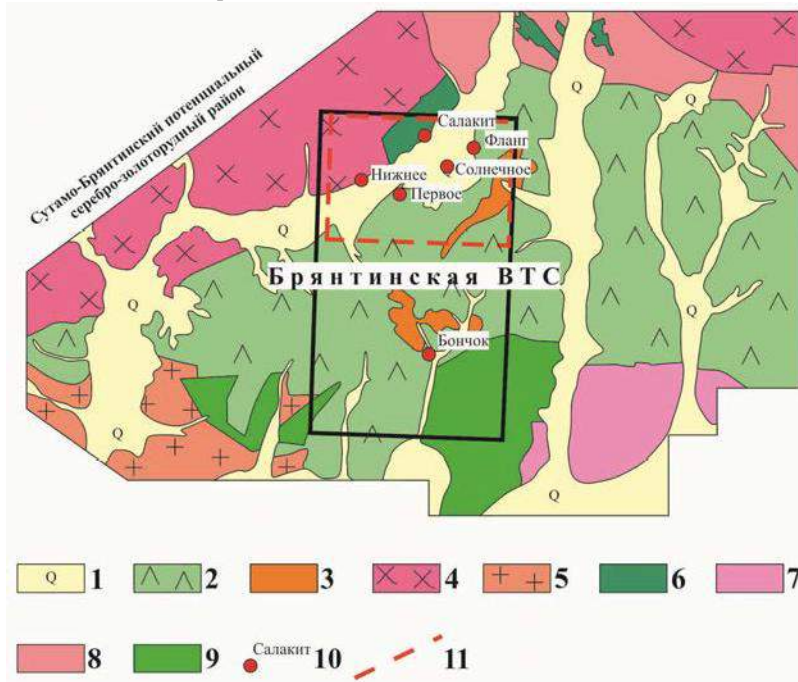


Рис.1. Сутамо-Брянтинский потенциальный серебро-золоторудный район: 1 - четвертичные отложения; 2 - сэгангринский вулканогенно-осадочный комплекс; 3 - сэгангринский субвулканический комплекс; 4 - тындинско-бакаранский интрузивный комплекс; 5 – позднестановой интрузивный комплекс; 6 – лучанский интрузивный комплекс (габбро, габбро-нориты и т.д.); 7 - Верхний Архей. Гудынская свита (гнейсы, кристаллосланцы); 8 – древнестановой интрузивный комплекс (гранитогайсы); 9 – хорогочинский интрузивный комплекс (метагаббро); 10 - рудопроявления; 11 - участок «Солнечный».

Структурно участок располагается в пределах Верхне-Брянтинской вулканотектонической депрессии, выполненной раннемеловыми вулканогенно-осадочными и субвулканическими образованиями, заложенной на архей-протерозойском основании (фундаменте).

В геологическом строении рудного узла принимают участие образования двух структурных этажей:

- нижний – архей-нижнепротерозойский фундамент представлен архейскими биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами и кристаллическими сланцами гудынской свиты (AR_{1gd}). Метаморфиты прорваны телами метагаббро хорогочинского интрузивного комплекса (AR_{1h}), а также гранитогайсами и мигматитами древнестановой интрузивного комплекса (AR^2_{1ds}), а на севере узла – телами габбро, габбро-норитов, норитов, анортзитов, редко дунитов и перидотитов лучанского ультрамафитового перидотит-габбрового комплекса (PR^1_{1lc}).

- в строении верхнего структурного этажа принимают участие производные мезозойской тектоно-магматической активизации (ТМА), представленные позднеюрско-раннемеловой вулканоплутонической ассоциацией. Среди интрузивных образований широко распространены крупные (до 5000 км²) массивы (Десский), а также штоки и дайки гранитоидов (от гранодиоритов до гранитов, сиенитов и диоритов) тындинско-бакаранского комплекса (J_3-K_1tb). Вулканогенно-осадочные образования представлены трахиандезит-трахириолитовой ассоциацией нижнемелового сэгангринского трахиандезит-трахириолитового комплекса (K_1sg). В составе комплекса выделяются вулканогенно-осадочные и субвулканические фации.

Целью данной работы является изучение вещественного состава, структурно-текстурных особенностей руд и рудо вмещающих пород участка «Солнечный», а также условий их локализации.

Предметом исследований служат документации 35-ти поисковых скважин (в том числе и фотодокументации), 9-ти бульдозерных канав, результаты опробования канав и скважин (анализ проб выполнялся спектральным, атомно-абсорбционным (Au, Ag) и пробирным (Au) анализами) и отобранные из керна образцы для петрологических, петрохимических и геохимических исследований.

Изучение вещественного состава осуществлялось посредством:

- микроскопических исследований в проходящем свете;
- силикатного анализа (13 проб), выполненного в лаборатории ИАЦ ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск;
- ИСР анализа (27 проб), осуществленного ООО «ХАЦ Плазма», г.Томск;
- электронной микроскопии на кафедре ГРПИ НИИ ТПУ, г.Томск.

Все данные предоставлены АО Русбурмаш, получены в ходе поисковых работ на рудное золото в пределах Верхне-Брянтинского рудного узла.

Данные фотодокументации поисковых скважин позволили построить геологический разрез между важнейшими проявлениями участка: «Салакит» и «Солнечное» и взглянуть на целостную картину их распространения на глубину. Оба проявления располагаются в северном обрамлении Брянтинской вулканотектонической структуры, в непосредственной близости от контакта с протерозойским фундаментом.

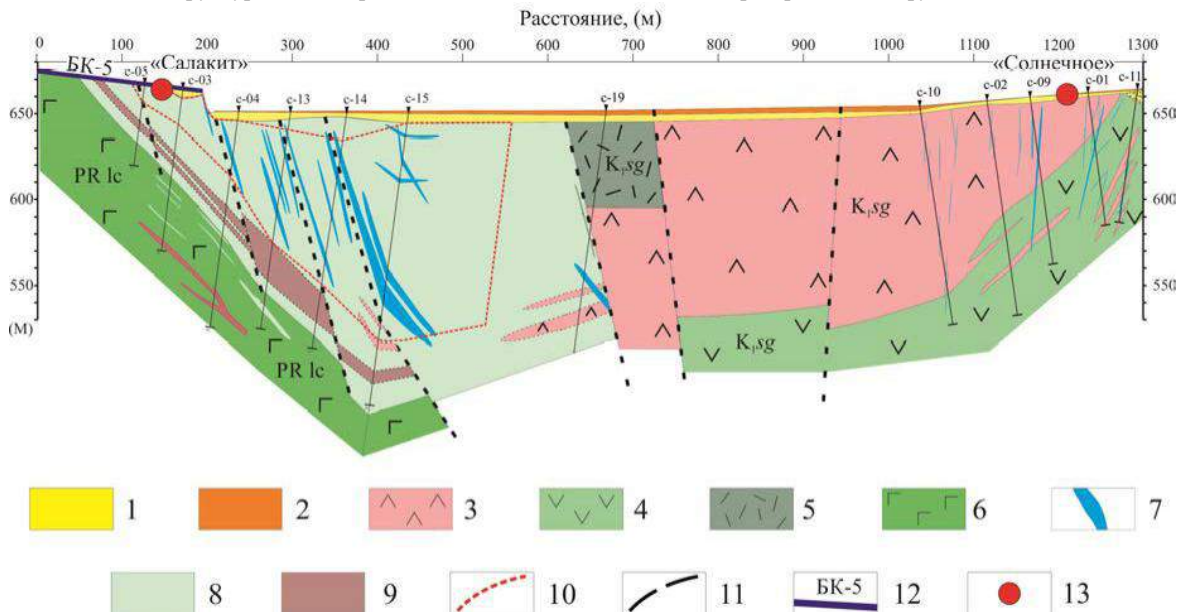


Рис.2. Геологический разрез, по линии «Салакит» - «Солнечное»: 1 – четвертичные отложения; 2 – почвенно-растительный слой; 3 – субвулканические риодацит-порфиры; 4 – покровные андезитовые порфириты; 5 – туфы; 6 – габбро-амфиболиты; 7 – кварцевые (кварц-карбонатные) жилы; 8 – кварц-полевошпатовые метасоматиты; 9 – зона гематитизации; 10 – контур рудного тела; 11 – разрывные нарушения; 12 – бульдозерная канава; 13 – рудопроявления.

Вмещающими оруденение породами служат производные раннемолового вулканизма, в разрезе представленного покровными андезитовыми порфиритами, прорванными субвулканическим лакколитообразным телом риодацит-порфира. Вулканогенные образования залегают (в разрезе) на раннепротерозойских разгнейсованных габбро-амфиболитах лучанского комплекса.

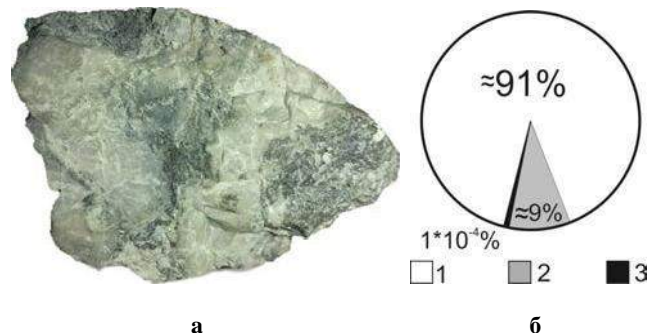


Рис.3. Вторичный кварцит (а) и диаграмма, отражающая состав данного вторичного кварцита (б): 1 - кварц; 2 - кальцит; 3 - Au+Ag (Au – 0,52 г/т и Ag – 9,7 г/т)

Оруденение приурочено к кварцево-жильному штокверку, образовавшемуся по ослабленным зонам преимущественно вдоль контакта пород чехла и фундамента, и проявившемуся в виде разноориентированных кварцевых (кварц-карбонатных) жил и зон брекчирования, залеченных кварцевым цементом. На проявлении «Солнечное» оруденение локализуется преимущественно в субвулканическом теле риодацит-порфиров, а на проявлении «Салакит» рудовмещающими породами являются интенсивно метасоматически проработанные, вплоть до вторичных кварцитов (рис.3.), породы вулканогенно-осадочной фации.

Рудные содержания золота определены в жилах и зонах брекчирования. Среди жильных минералов кроме кварца, как минимум двух генераций (свидетельствующих о многостадийности процесса рудообразования и многократных тектонических подвижках), анкерита и кальцита, отмечен барит, (в том числе кобальтсодержащий).

Золото в руде находится в форме электрума и в виде вкраплений в сульфидах.

Литература

1. Мельников А.В., Степанов В.А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 3. Северная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2015. – 258с.

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РУД ТЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

И.Г. Винтизенко

Научный руководитель доцент Г.Б. Князев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Тейское железорудное месторождение находится на границе между Горной Шорией и Хакасией, на юго-восточной окраине Кузнецкого Алатау, вблизи юго-западной части Минусинской котловины, и административно относится к Аскызскому району Республики Хакасия.

Район исследуется в отношении железоруднения, начиная с 30-х годов после открытия И.К.Баженовым по указанию охотника П.Е. Табастаева [1]. В 1931–1935 годы на месторождении были развернуты геолого-разведочные работы под руководством И.В.Дербикова, А.А.Месянинова, Н.Д.Старовойрова, М.Н.Злобина, Б.А.Тимофеева и др. [2]. Начиная с этого периода на Тейском и Абагатском месторождениях был проведён большой объём разведочных работ и тематических исследований, по-существу продолжающихся и в настоящее время. Необходимость дополнительного исследования Тейского и Абагатского железорудных месторождений возникла в связи с возобновлением на них разведочных работ для оценки глубоких горизонтов и прироста запасов [5].

Район Тейского и Абагатского месторождений расположен в юго-восточной части Кузнецкого Алатау в зоне его сопряжения со структурами Минусинской котловины. Район сложен карбонатными, терригенными и вулканогенными отложениями рифея и нижнего кембрия. Рифейско-нижнекембрийские отложения перекрыты с резким угловым несогласием вулканогенными породами, рассматриваемыми в составе нижнедевонской тейской свиты, и терригенными отложениями среднего девона [1].

Собственно Тейско-Абагатское рудное поле является структурно неоднородным. Как было показано ещё наиболее ранними исследованиями Тейского месторождения его основным структурным элементом является широкая субмеридиональная тектоническая зона, в состав которой входит Тейский разлом, располагающийся среди существенно карбонатных отложений и сформировавший рудовмещающую структуру собственно Тейского месторождения. Большая роль трещинной тектоники и сетчато-трещинных зон в локализации железоруднения в Тейско-Абагатском районе была показана Г.Л. Поспеловым, выделившим два основных направления трещинных структур: субмеридиональное и близкое к широтному восток-северо-восточное.

Тейским разломом Тейско-Абагатское рудное поле разделено на два блока – западный и восточный. Западный блок, по В.Н.Семенову, взброшен на 1 км по отношению к восточному. Он сложен доломитами, известняками и углисто-кремнистыми породами предположительно верхнего рифея-венда. Восточный блок сложен известняками, доломитистыми известняками и метаморфизованными терригенными отложениями вероятно нижнекембрийского возраста.

Рудные тела Тейского месторождения сопровождаются интенсивным изменением вмещающих пород, выражающемся в кремнещелочном метасоматозе, известковом и магнезиальном скарнировании, серпентинизации и т.п. Известковые скарны и сопутствующие им изменения проявлены преимущественно по алюмосиликатным породам (брекчиям и амфиболитам).

Охарактеризованы главные типы вмещающих пород Тейского месторождения: карбонатные, кремнисто-карбонатные, углисто-кремнистые породы и амфиболиты, представляющие собой продукты метаморфизма терригенных отложений и тел древних субсогласных габбро.

Среди магматических пород Тейского месторождения и Тейско-Абагатского рудного поля в целом выделены и описаны [6]: 1) метаморфизованные древние габбро и габбро-порфириды (габбро-амфиболиты); 2) габбро, габбродиориты и диориты Тейско-Шорского массива и северной контактовой зоны Хабзасского интрузивного массива; 3) небольшие тела гранитов и зоны гранитной инъекции среди габбро и диоритов; 4)

граносиениты; 5) вулканические брекчии трахиандезит-порфиров, трахит-порфиров и трахириолит-порфиров; 6) дайки диорит-порфиров, трахиандезит-порфиров, сиенит-порфиров, граносиенит-порфиров и гранит-порфиров.

В составе измененных пород выделены и охарактеризованы: 1) щелочные и кремний-щелочные метасоматиты; 2) магнезиальные скарны и магнезиальные апоскарновые метасоматиты; 3) известковые скарны и околоскарновые породы; 4) гидротермально измененные брекчии; 5) карбонатизированные и хлоритизированные породы.

По минеральному составу на Тейском месторождении, в основном, выделяют четыре типа руд: 1) серпентино-магнетитовые (79% запасов); 2) карбонатно-магнетитовые (15%); 3) флогопито-серпентино-магнетитовые (1,5%); 4) гематито-магнетитовые (4,5%). Все руды Тейского месторождения высокомагнезиальные [3].

Исследуемый материал получен в ходе разведки глубоких горизонтов Тейского месторождения при геологической документации скважин сопровождающийся химическим анализом групповых проб. Руды анализированы на содержание главных породообразующих компонентов SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , MnO , Fe_2O_3 , FeO , S .

Общая выборка составов пород и руд составила 333 пробы. Таким образом, данные представлены в виде матрицы – информационной модели. Анализ осуществлялся методом главных компонент, который можно рассматривать, как многомерный дисперсионный анализ. При этом выделились главные компоненты, которые отражают изменчивость пород.

Распределение содержаний породообразующих оксидов характеризуется разным законом (симметричным нормальным и асимметричными – логнормальным или экспоненциальным), для приведения распределений к одному закону выполнялось преобразование данных методом дробного ранжирования, реализованного в пакете STATISTICA. Такое преобразование приводит все данные к одинаковому стандартному равномерному распределению на интервале [0;1] [4]. Преобразованные данные исследовались методом главных компонент и классификаций.

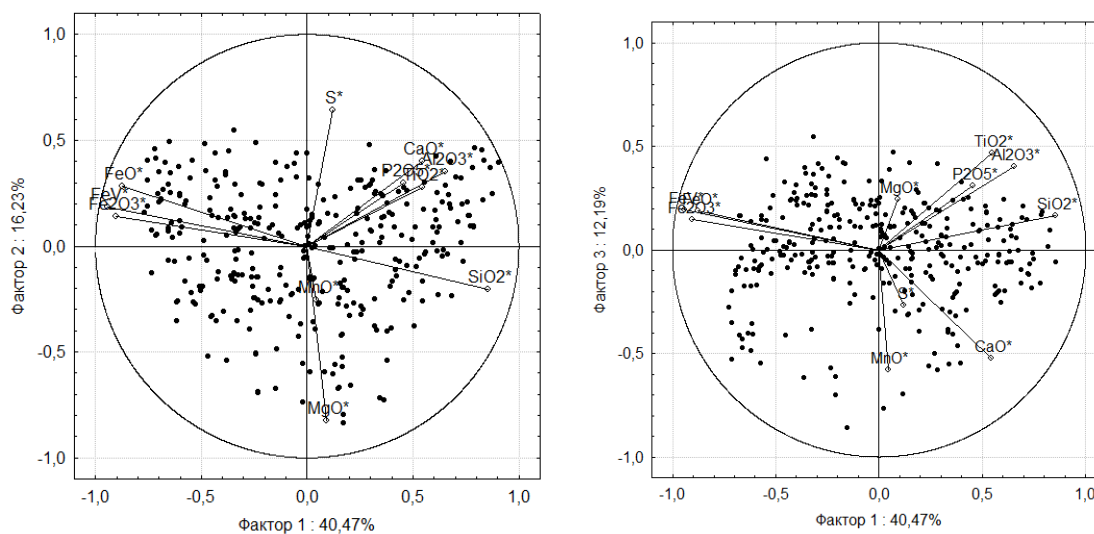


Рис. 2 Проекция составов руд и векторов переменных породообразующих компонентов на плоскость первой и третьей главных координат.

Результаты исследования методом главных компонент представлены на рисунках 1 и 2. В результате анализа выявились три главные компоненты описывающие около 70% изменчивости состава рудной залежи. Все породообразующие оксиды объединились в несколько групп, эти группы условно можно назвать: железорудная, магнезиально-марганцевая, кремнеземистая, известково-глиноземистая и сульфидная.

Первая главная координата имеет высокую положительную нагрузку кремнезема. Кремнезем и группа железа располагаются на факторной плоскости почти на одной прямой, что отражает изменчивость руд по содержанию железа или процесс отложения магнетита в рудной залежи. Таким образом, первая главная компонента выступает как фактор-процесс рудообразования.

Вторая главная координата отображает одновременное накопление в рудах магния связанного с замещением пород вмещающей среды магнезиальными. По мере отложения магнетита происходит вытеснение других компонентов и одновременная концентрация магния с образованием серпентина, хондрита и других силикатов магния по вмещающим породам (доломитам, кварцитам и другим вмещающим породам).

В состав известково-глиноземистой группы входит титан, в свою очередь, эта группа имеет положительную связь с кремнеземистой группой и отрицательную связь с группой железа, это говорит о том, что

компоненты известково-глиноземистой и кремнеземистой групп образуют единый кластер с которым тесно связан титан. Это отражает тот факт, что титан преимущественно связан с нерудной компонентой – вмещающей средой (т.е. титан не входит в состав железных руд). При рудообразующем процессе не происходит существенного роста железистости силикатных компонентов руд т.е. все главные нерудные минералы маложелезистые.

Сульфиды отлагаются в средах с минимальными содержаниями магния. Марганец связан с магнием концентрируясь в магниевых минералах. Марганец тяготеет к тем минеральным агрегатам, где магния больше. Руды образуются по магниезильным породам, а это значит, что местам с изначально повышенным содержанием магния будут соответствовать руды с повышенным содержанием магния и наоборот.

Таким образом, можно явно выделить два главных процесса формирующих месторождение: магниезильный метасоматоз и сопровождающее его оруденение. Сам процесс образования месторождения определяется двумя факторами – образование магнетита с одновременным развитием в среде высокомагниевого силикатов, что подтверждает правомерность отнесения месторождения к магниезильным скарнам и вызывает сомнение о предположении магматической природы Тейских руд.

Литература

1. Баженов И.К., Кюз А.К. О новом железорудном месторождении в верховьях реки Теи в Кузнецком Алатау. // Вестник ЗСГРТ №3, 1931. – с. 7-42.
2. Дербинов И.В. Тейско-Тузуксинский железорудный район Кузнецкого Алатау. // Материалы по геологии Западно-Сибирского края. – Томск, 1935, выпуск 26. – С. 3 –112
3. Железорудные месторождения СССР под редакцией Бардин И.П. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1959, – том 1 книга 2. – 602 с.
4. Князев Г.Б. Фосфор и сера в скарновых железных рудах. // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. Томск: ЦНТИ, 2013, выпуск 2. – С. 122–128.
5. Парубин А.А., Князев Г.Б. и другие. Тейское железорудное месторождение в Кузнецком Алатау. Минусинск, 1982. – 178с.
6. Поляков Г.В. Палеозойский магматизм и железооруденение юга Западной Сибири. – М.: – Наука, 1971. – 310 с.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРИЛЛА ПЕГМАТИТОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА (КИРГИЗИЯ)

В.К. Герасимов

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Берилл в пегматитах Туркестанского пояса является одним из основных рудных минералов. Он встречается во всех парагенетических типах жил: плагиоклаз-микроклиновых, микроклиновых, микроклин-альбитовых, сподумен-альбитовых, альбитовых и лепидолит-альбитовых. Минерал в пегматитах образует несколько генераций. Наблюдения показывают, что наиболее крупные выделения дает берилл I ранних парагенетических типов жил, где его призматические кристаллы хорошо образованны, окрашены в желтый, желтовато-зеленый или голубовато-зеленый цвет и достигают размеров до 0,5 x 0,2 м. Именно этот берилл являлся предметом старательской отработки в начале XX века, когда в пределах южной части пояса было добыто около 50 т бериллового концентрата. Берилл I представлен только бесщелочной разновидностью (табл.).

Таблица

Состав берилла (мас. %) пегматитов Каравинского комплекса

Компоненты	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	64,32	68,13	67,33	67,38	67,60	63,45
TiO ₂	0,07	–	–	–	0,03	–
Al ₂ O ₃	18,40	18,79	18,92	18,71	18,67	18,42
FeO	0,01	0,28	0,15	0,24	0,30	–
MnO	–	–	–	–	0,05	0,02
MgO	–	0,06	0,02	0,12	–	0,01
CaO	–	0,01	0,02	–	0,02	–
K ₂ O	0,05	0,01	–	–	0,03	0,01
Na ₂ O	1,41	0,23	0,37	0,26	0,68	1,50
Rb ₂ O	0,19	0,18	0,17	0,16	0,19	0,17
Cs ₂ O	3,75	0,05	0,16	0,10	0,43	4,50
V ₂ O ₅	0,02	0,02	0,02	–	–	0,02

Примечание: 1 – поздний берилл из альбит-лепидолитового пегматита, Западный Кырк-Булак; 2 – бесщелочный берилл внутригранитного микроклинового пегматита, Аку Джептыкукпрюкское; 3 – ранний берилл альбитизированных микроклиновых пегматитов, Карасу Каравинское; 4 – бесщелочный берилл микроклиновых пегматитов, Восточный Кырк-Булак; 5 – ранний берилл альбитизированных микроклиновых пегматитов, Карасу Каравинское; 6 – щелочный (натровый) берилл альбит-лепидолитовых пегматитов, Западный Кырк-Булак.

Он ассоциируется в жилах с кварцем, микроклином, мусковитом, ранними марганцовисто-железистыми фосфатами, железистым колумбитом. В участках альбитизации микроклиновых жил содержание Na_2O в бериллах возрастает и появляется берилл II. Он дает обычно плохо оформленные конусовидные кристаллы, часто насыщенные включениями альбита, кварца и мусковита, что свидетельствует о метасоматическом характере развития минерала. Окраска такого берилла белая. Он часто не прозрачен и очень напоминает кварц по внешнему виду. В жилах щелочной натровый берилл ассоциирует с клевеландитом, касситеритом, мусковитом, колумбитом.

Третья генерация берилла натро-литиевая связана только со сподумен-альбитовыми жилами. По внешнему виду берилл III очень напоминает берилл II. Он имеет молочно-белую окраску, кристаллы образованы плохо, вплоть до появления ксеноморфных выделений. Размеры уменьшаются до см и меньше. Ассоциирует этот берилл с сахаровидным альбитом, сподуменом, литиевыми фосфатами, колумбит-танталитом и мусковитом.

Наиболее поздняя генерация берилла – четвертая – встречается в жилах лепидолит-альбитового парагенетического типа. Берилл IV характеризуется довольно крупными выделениями (до 5 см поперечником). Кристаллы его образованы плохо и имеют укорочено-призматический или даже таблитчатый облик. Окраска бесцветная или слабо-розовая. Характерно аномально высокое содержание Cs_2O (до 4,50 мас.%), что свидетельствует о принадлежности его к типичной литиево-цезиевой разновидности минерала, т.е. ростериту. Весьма необычным является крайне низкое содержание в данном берилле Rb_2O (таблица), которое аналогично содержанию этого элемента в бесщелочных бериллах ранних парагенетических типов пегматитовых жил пояса. Причина выявленной аномалии не ясна.

Таким образом, установлено, что в пегматитах Туркестанского пояса берилл является характерным типоморфным минералом. Морфология его выделений, окраска, особенности состава, и парагенезис однозначно определяют парагенетический тип жил и, следовательно, их потенциальную рудоносность.

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов. – М.: Недра, 1967. – 144 с.
2. Типоморфизм минералов: Справочник / под ред. Л.В. Чернышевой. – М.: Недра, 1989. – 560 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЗАПАДНОГО УЧАСТКА БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА

А.Е. Гришин

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние полтора десятка лет не только изменилась в сторону истощения железорудная база России, но и принципиально изменилась геополитическая ситуация, при которой традиционные поставщики железорудного сырья оказались в соседних государствах (Казахстан, Украина). Высокая транспортная составляющая в себестоимости металлургического сырья является главной причиной низкой конкурентоспособности России и Сибири на мировом рынке металлопроката. Проблема может решиться подготовкой к эксплуатации Бакчарского железорудного проявления с оолитовым лептохлорит-гидрогетитовым типом оруденения.

С конца 50-х годов прошлого века, после проведения геологоразведочных работ, включавших в себя поисковое бурение, подтвердилось наличие огромных ресурсов железных руд. Были проведены технологические испытания бакчарских руд по обогащению, агломерации и металлургии, были получены концентраты (окатыши) с содержанием валового железа до 55...59 %, а из них - чугуны и сталь [3].

Однако разработка объекта традиционными методами признана нерентабельной по причинам: 1) мощной толщине вскрышных пород (порядка 170 м); 2) сложных гидрогеологических условий; 4) плохого развития транспортной системы района. Также следует отметить отсутствие на сегодняшний день утвержденных запасов проявления на балансе ГКЗ. Эти факты обуславливают актуальность исследований, направленных на оценку запасов рыхлых железных руд, добыча которых возможна скважинным методом.

Объект исследования. Участок Западный (площадью 5,3 км²) расположен в 200 км к северо-западу от г. Томска, является наиболее разведанным участком Бакчарского проявления (рис. 1), запасы которого по категории С₂ с плотностью разведочной сети 600х600 м подсчитываются впервые. Материалом для исследования послужили результаты поисковых и оценочных работ, проведенных в 2006-2015 гг. предприятиями «ТомГДК руда» и «ГелиоТом+».

Цель исследований. 1) выяснить уровень сходимости данных рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS); 2) описать методику выполнения пересчета данных рентгенофлуоресцентного анализа; 3) обосновать возможность использования метода РФА при подсчете запасов железных руд Бакчарского рудного узла.

При проведении анализа вещественного состава рудного тела, в дополнение, а порой и на замену «мокрой химии», все чаще приходят инструментальные методы анализа, такие как рентгенофлуоресцентный, атомно-абсорбционный, различные разновидности масс-спектрометрии (например, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой) и другие. Применение современных методов количественного анализа при

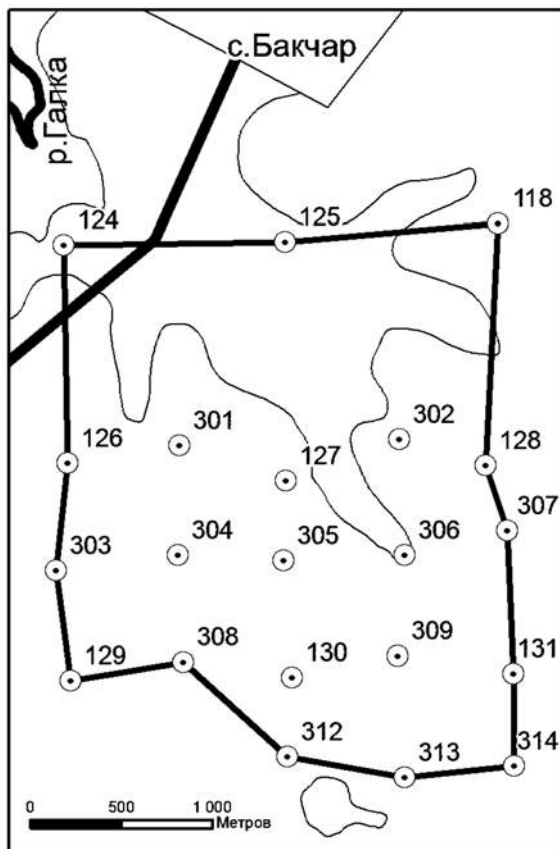


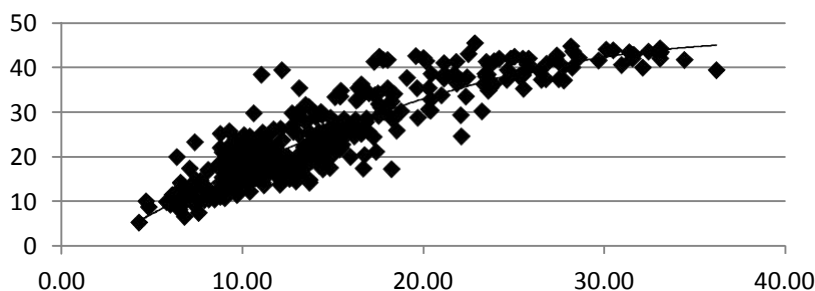
Рис. 1. Схема местоположения разведочных скважин Западного участка Бакчарского железорудного узла. Масштаб 1:50 000

поисках и разведке месторождений полезных ископаемых во многом обусловлено снижением себестоимости и временных затрат аналитической части поисково-разведочных работ.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава. С его помощью могут анализироваться различные элементы от бериллия (Be) до урана (U). Метод РФА основан на сборе и последующем анализе спектра, полученного путём воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением. По пикам полученного спектра можно качественно определить, какие элементы присутствуют в образце. Для получения точного количества элемента полученный спектр обрабатывается с помощью специальной программы калибровки (количественной градуировки прибора) [1].

Методом рентгенофлуоресцентного анализа был исследован керн скважин 301-314 с интервалом 0,2 м по всей длине скважины. Не в полном объеме были опробованы рудные интервалы для проведения масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, данные использовались в качестве эталонных, так как метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой достаточно распространен и обоснован для изучения вещественного состава руд.

Первоначальные результаты рентгенофлуоресцентного анализа разнятся с результатами масс-спектрометрии и не подходят для применения при подсчете запасов без пересчета. Применение статистических методов даёт возможность пересчёта содержаний элементов, полученных методом РФА.



$$y = -0.0312x^2 + 2.4933x - 4.3979$$

$$R^2 = 0.8022$$

— Кривая зависимости показаний РФА и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной...

Рис. 2. Диаграмма корреляции данных РФА и ICP-MS по А.Н. Орехову

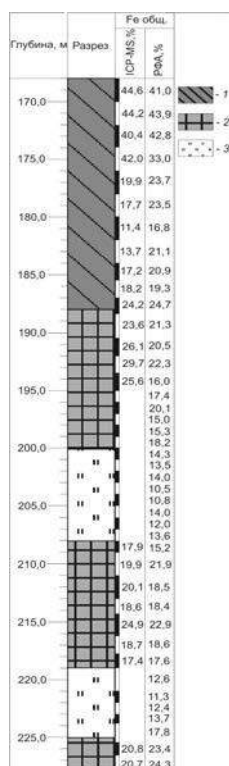


Рис. 3. Разрез рудной толщи, вскрытой скважиной № 304 с данными содержания железа по результатам РФА и ICP-MS. Условные обозначения: 1 – руды оолитовья рыхлые; 2 – руды оолитовые цементированные; 3 – алевропесчаники оолитовые.

Рентгенофлуоресцентного анализа возможно при подсчете запасов руд Бакчарского рудного узла при соблюдении отмеченных выше условий, и обосновывается низкой среднеквадратичной погрешностью (< 2 %) с контрольным аналитическим методом (ICP-MS) [5].

Литература

1. Афонин В.П. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ горных пород и минералов; — Новосибирск: Наука, 1977. – 260 с.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Железные руды. – Москва, 2007. – 40 с.
3. Паровинчак М.С. и др. Оценка Бакчарского железорудного проявления для отработки методом СГД. – Томск, 2009. – Т. 1. – 174с.
4. Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений от 3.12.1992.

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА «ЕЛОВОЕ» И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РУДОНОСНОСТИ ЮЗИКСКОГО ПОЛЯ (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ)

А.В. Дьячкова

Научный руководитель доцент С.В. Максигов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Важное значение в оценке и прогнозе золотого оруденения имеют изучение структур рудных полей и месторождений и морфологический анализ рудных тел. Анализ строения месторождений и условий локализации оруденения особенно эффективен на глубоко вскрытых объектах, где рудные тела прослежены на значительном расстоянии. В Северной Хакасии к таким объектам относится месторождение золота «Еловое», где изучение морфологии рудных тел и параметров распределения полезных компонентов руд является необходимым

Для выяснения условия сходимости двух типов анализов необходимо определить наличие в выборке корреляционной зависимости. Установление корреляционной зависимости выполняется в процессе составления диаграммы корреляции, и расчета уравнения регрессии с применением полиномов n-й степени. Для получения уравнения регрессии использовались значения 194 проб (рис.2). Поскольку шаг опробования для масс-спектрометрии составлял 1-2 метра, а шаг работ РФА - 20 сантиметров, данные РФА усреднялись на интервал опробования для масс-спектрометрии. В качестве оптимального результата принимается уравнение с наименьшим количеством коэффициентов, для которого систематическое расхождение между данными РФА и ICP-MS незначительны, а коэффициент корреляции не менее 0,8.

При пересчете необходимо иметь в виду, что зависимость подсчитана только для рудного интервала и применение ее для перекрывающей песчано-глинистой толщи будет не корректным.

С использованием полученных зависимостей были пересчитаны концентрации железа в пробах, полученных по данным РФА в пределах рудной части разреза. Относительное среднеквадратичное расхождение между данными ICP-MS и РФА после пересчета не превышает 1,93 %, что удовлетворяет условиям существующих методических рекомендаций[2].

Полученные аналитические данные дополняют и восполняют друг друга, их можно использовать в дальнейшем, для уточнения мощностей рудной (рис. 3) толщи, или для возможного объединения с некондиционными прослоями при подсчете запасов.

Выводы. 1) применение рентгенофлуоресцентного анализа, как основного метода изучения количественного состава руд не корректно без контроля другими аналитическими методами; 2) методика пересчета данных рентгенофлуоресцентного анализа основана на статистической корреляции с другими методами анализа вещества, она достаточно проста и не требует дополнительного инструментального обеспечения; 3) применение метода

условием для оценки запасов месторождения и наиболее рационального ведения поисково-оценочных работ. Месторождение вскрыто поверхностными горными выработками.

Изучение структурно-морфологических особенностей золоторудных тел месторождения «Еловое» необходимо для локального прогнозирования золотого оруденения на глубину и на флангах и оценки перспектив рудоносности Юзикского рудного поля.

Научная новизна заключается в обобщении результатов геологических исследований по Юзикскому рудному узлу; раскрытии условий и механизмов формирования рудовмещающих структур рудного узла; детальном изучении структурно-морфологических особенностей размещения золотого оруденения месторождения «Еловое»; установлении связи интенсивности золотого оруденения и морфогенетических особенностей рудных тел.

Юзикское золоторудное поле расположено на восточном склоне Кузнецкого Алатау, в северной части Саралинского золоторудного узла. Район сложен мощными сложнодислоцированными терригенно-вулканогенными и карбонатно-метаморфическими толщами, отнесенными к верхнему протерозою-кембрию [1]. В геологическом строении района принимают участие стратифицированные образования от венда до нижнего девона, входящие в состав Кузнецко-Алатауской и Минусинской СФЗ. Интрузивные образования в районе представлены средне-мелкозернистыми лейкократовыми гранитами и дайками основного состава, которые формируются в ряд комплексов: малодудетский мондогаббро-монциодоритовый ($\mu \delta \epsilon_3 k_1$), карнаольский граносиенит-меланогранитовый ($\epsilon \gamma \epsilon_3 k r$), горячегорский щелочно-габброидный ($E v D_1 g$), карадатский щелочносиенит-граносиенитовый ($E \xi D_1 k d$).

Юзикское рудное поле по тектоническому положению находится в зоне сочленения двух разновозрастных структурных комплексов - каледонского и герцинского, обособленных по структурно-формационным признакам и по типу геотектонического развития. В соответствии с этим на площади выделяются два структурных этажа: нижний геосинклиальный (венд-среднекембрийский) и верхний – рифтогенный (раннедевонский). Отложения нижнего структурного этажа слагают Юзикскую брахиантиклиналь, расположенную в юго-восточной части Мартаганского антиклинория и прорваны позднекембрийскими интрузиями. Отложения верхнего структурного этажа слагают вытянутый в меридиональном направлении Саргаинский грабен и Северно-Минусинскую котловину и прорваны раннедевонскими интрузиями.

Саргаинский грабен связывают со среднепалеозойской (эмс-эйфель?) активизацией, обусловленной праводвиговыми деформациями, подновлениями, возникновением условий растяжения, магматической активностью, что приводит к его S-образной форме [2].

Основной разрывной структурой Юзикского рудного поля является Главстан-Юзикский разлом субмеридионального простирания [3], ограничивающий Саргаинский грабен с запада и проходящий по границе вулканогенных пород раннего девона и карбонатных отложений вендского возраста. Разлом представлен несколькими субпараллельными ветвями, контролирующими разновозрастные дайки (позднекембрийского и раннедевонского возраста), тела брекчий, кварцевые жилы и гидротермально-измененные породы (окварцеванные, анкеритизированные, лимонитизированные и графитизированные) образующими мощные рудоносные зоны метасоматитов с рудными телами [2]. К таким зонам и приурочено месторождение золота «Еловое». В совокупности разрывная тектоника обусловила сложное блоковое строение участка.

На Юзикском рудном поле из металлических полезных ископаемых, кроме золота, известно проявление меди «Медный Юзик», вольфрама «Вольфрамовое», молибдена «Перевальное», «Ничкурпское», из неметаллических – проявление фосфоритов с сопутствующим ураном. Проявлениям урана дана отрицательная оценка из-за ограниченных запасов и низких содержаний [1].

Месторождение «Еловое» расположено в пределах северной части Юзикского рудного поля и является одним из наиболее крупных в изучаемом районе. Площадь участка месторождения «Еловое» 29,1 км² [1].

В геолого-структурном отношении район месторождения приурочен к западному контакту Саргаинского грабена и Юзикской брахиантиклинали.

На месторождении «Еловое» проведен комплекс геологоразведочных работ по определению параметров оруденения и его качественных и количественных характеристик.

Рудные тела приурочены к блокам среднепалеозойской активизации региона [4], в частности, к границе вулканогенных образований раннедевонского возраста, залегающих в виде мульды, и карбонатных отложений вендского возраста. Рудные тела представлены двумя морфологическими типами: удлиненными крутопадающими ленто- и линзообразными телами и рудными телами лополитообразной и линзообразной формы в плане и сечениях [5]. Границы рудных тел сильно извилистые, и устанавливаются только по данным опробования. Внутренне строение рудных тел крайне сложное, что обусловлено их неоднородной рудонасыщенностью, а также наличием некондиционных обособлений. Внутри рудных тел, как по падению, так и по простиранию, отмечаются безрудные и слабрудные участки, среди которых также выделяются обогащенные участки.

По результатам петрографических данных было установлено следующее: в геологическом строении месторождения «Еловое» принимают участие эффузивы основного и среднего состава (метадолериты и метаандезиты), метасоматиты по метаандезитам и метадолеритам, известковистые брекчии с эффузивным заполнителем, мраморизованные известняки, брекчии эффузивов с хлорит-карбонатным цементом, туфоалевролиты и известковые песчаники. Также в трещинках наблюдаются выделения углеродистого вещества, аурипигмента, реальгара.

По минералогическому составу выделяются первичные сульфидные и вторичные окисленные руды. Граница окисленных руд с первичными рудами довольно четкая и уверенно определяется при документации и

опробовании. Зона окисления в вертикальном разрезе достаточно не изучена. Она принята в среднем на уровне 45 м от поверхности. Первичные руды начинаются с глубин 30...35 м [1]. Концентраторами золота являются пирит, углестое вещество. Золото в руде тонкодисперсное, до 0,2 мм. Наряду с золотом, ценным компонентом является серебро в соотношении к золоту 1:0,93 в цианируемой форме. Подсчет запасов серебра не проводился [5].

Основываясь на наличии многочисленных даек основного и среднего состава, эффузивов, разрывных нарушений, был сделан вывод, что месторождение «Еловое» участка «Кварцевый» тесно связано с близповерхностной вулканической деятельностью. Рассматриваемый джаспероидный тип месторождения «Еловое» пространственно приурочен к островодужной вулкано-карбонатно-терригенной формации. Развитие вулканической дуги сопровождалось становлением в позднем кембрии крупных плутонов габбро-диоритовой формации (малодунетский и карнаольский комплексы). С этим этапом связано оруденение золото-кварцевой формации Главного золоторудного пояса Кузнецкого Алатау.

На основании вышеизложенного, сделан вывод, что рудные тела относятся к эндогенному (гидротермально-метасоматическому) типу золото-мышьяк-сульфидной формации, к ее золото-карбонатному минеральному типу малых глубин (тип Карлин).

Для выявления перспектив Юзиковского рудного поля, необходимо оценить вторичные ореолы рассеяния золота и его спутников на северном и южном флангах месторождения «Еловое», что возможно приведет к его расширению.

Выполненные исследования в значительной степени уточнили и дополнили данные по геологическому строению Юзиковского рудного поля, выявили некоторые структурно-морфологические особенности месторождения «Еловое».

Литература

1. Кузнецов В.П. Пояснительная записка к плану развития горных работ по ЗАО Золотодобывающая компания "Золотая звезда". – Минусинск: Росгеолфонд, ФГУ ТФИ, ЗАО ЗДК "Золотая звезда", 2015. – С. 77.
2. Государственная геологическая записка. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколения). Серия Алтае-Саянская. Лист N-45 – Новокузнецк. Объяснительная записка. – Спб.: картфабрика ВСЕГЕИ, 2007. 665 с. + 10 вкл. (МГР России, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «Запсибгеолсъемка»).
3. Широких И.Н., Росляков Н.А., Сотников В.И., Васьяков А.С. Саралинский золоторудный узел Кузнецкого Алатау; Науч. ред. чл.-кор. РАН Г. В. Поляков. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1998. – 236 с.
4. Баженов В.И. Условия формирования золоторудных месторождений Кузнецкого Алатау / В. И. Баженов, Б.Д. Васильев, А.Ф. Коробейников // Современное состояние учения о месторождениях полезных ископаемых: тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции / Ташкентский политехнический институт; под ред. Х. Н. Баймухамедова. – Ташкент: Изд-во ТашПИ, 1971. – С. 275 – 276.
5. Свиридов Ю.И. «Поисковые и оценочные работы на рудное золото на участке Кварцевый Саралинского золоторудного района в 2007-2011 г. Оперативный подсчет запасов окисленных руд и золота по месторождению «Еловое» по состоянию на 01.03.2009 г.». ЗАО ЗДК "Золотая звезда". – Минусинск, 2009. – № 45 – XI. – 44 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИИ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОРЕОЛОВ ИНДИКАТОРНЫХ МИНЕРАЛОВ КИМБЕРЛИТОВ ПО МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ Е.О. Егорова

Научный руководитель главный научный сотрудник В.П. Афанасьев
*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской
академии наук, г. Новосибирск, Россия*

Морфология индикаторных минералов (ИМК) кимберлитов отражает все этапы геологической истории, как глубинной, так и экзогенной, и позволяет решить обратную задачу – по морфологическим особенностям реконструировать условия морфогенеза и историю развития ореолов.

На территории Сибирской платформы выделяется три эпохи кимберлитового магматизма – среднепалеозойская, триасовая и юрско-меловая. Наиболее перспективными на коренную алмазоносность являются среднепалеозойские кимберлиты. Триасовая эпоха также алмазоносна, но уровень алмазоносности известных кимберлитовых тел ниже, чем среднепалеозойской, в большинстве известных триасовых кимберлитов алмазы не установлены. Юрско-меловые кимберлиты не алмазоносны.

Основными изменениями, происходящими с индикаторными минералами кимберлитов на поверхности земли, являются механический износ и гипергенные изменения, связанные со среднепалеозойской корой выветривания.

Транспортировка ИМК в процессе формирования шлиховых ореолов обуславливает их истирание. Поэтому механический износ является одним из важнейших факторов, позволяющих реконструировать историю и условия формирования ореолов ИМК. Существует мнение, что механический износ отражает удаленность коренного источника, однако это не совсем верно. Как это было доказано на эталонном объекте, перенос в континентальных условиях на расстояние до 150 км не вызывает заметных признаков механического истирания [3]. Средняя и высокая степень механического износа достижима только в прибрежно-морских условиях в процессе возвратно-поступательного движения в зоне действия волн, причем возможно практически на месте. Таким образом, механический износ ИМК определяется литодинамической обстановкой, в которой

формировался ореол и пропорционален суммарному расстоянию пройденному зерном до захоронения. В общем случае, степень механического износа определяется условиями формирования ореола и возрастает в ряду континентальные – прибрежно-морские-регрессивные – прибрежно-морские трансгрессивные литодинамические обстановки [2].

Помимо механического износа, значительное влияние на облик и ассоциацию ИМК оказывают процессы химического выветривания, связанного с латеритным корообразованием. На территории Сибирской платформы известна единственная эпоха латеритного корообразования – позднедевонская, в которую осуществлялись физико-химические изменения индикаторных минералов. Во все остальные периоды коры выветривания не обеспечивали появление характерных признаков гипергенных изменений минералов. По мере повышения устойчивости к процессам выветривания минералы кимберлитов (исключая алмаз) располагаются в ряд: оливин–ромбический пироксен–моноклинный пироксен–пироп–пикроильменит–хромшпинелид–циркон. Этот эмпирически установленный ряд совпадает с рядом устойчивости минералов по А.А. Кухаренко [4]. Оливин и пироксены физико-химически не устойчивы в условиях латеритной коры выветривания и полностью замещаются вторичными минералами и, следовательно, не могут быть использованы при поисках по древним ореолам. Хромит кимберлитового происхождения встречается редко. Поэтому основными поисковыми минералами являются пироп и пикроильменит.

Наиболее заметные изменения происходят с пиропом, в то время как пикроильменит более устойчив в условиях латеритного корообразования и редко имеет четкие признаки выветривания.

Морфологические элементы представлены в коре выветривания каплевидным рельефом растворения и волосовидными каналами травления.

В.П. Афанасьевым с соавторами [1] было отмечено, что в россыпях, прошедших латеритную кору выветривания, доля фиолетовых пиропов больше, чем в коренных источниках. В ряду «оранжевые – красные – фиолетовые» пиропы значительно повышается содержание хрома, при том, что остальные элементы меняются слабо. Исходя из этого, предполагается, что гипергенная устойчивость пиропов пропорциональна содержанию хрома [2]. Разрушение менее устойчивых в гипергенных условия оранжевых и красных пиропов приводит к обогащению ореолов по сравнению с коренными источниками фиолетовыми высокохромистыми разновидностями (рис.). Как следствие, меняется средняя хромистость ассоциации гранатов ореола, что осложняет решение задачи идентификации ореолов ИМК по химическому составу пиропов [4].

Описанные выше экзогенные изменения индикаторных минералов позволяют реконструировать историю и условия развития ореолов. Причем, чем длиннее история минерала, тем больше морфогенетических факторов оставляют на нем свои следы. Таким образом, самой богатой историей обладают индикаторные минералы из ореолов среднепалеозойских кимберлитов.

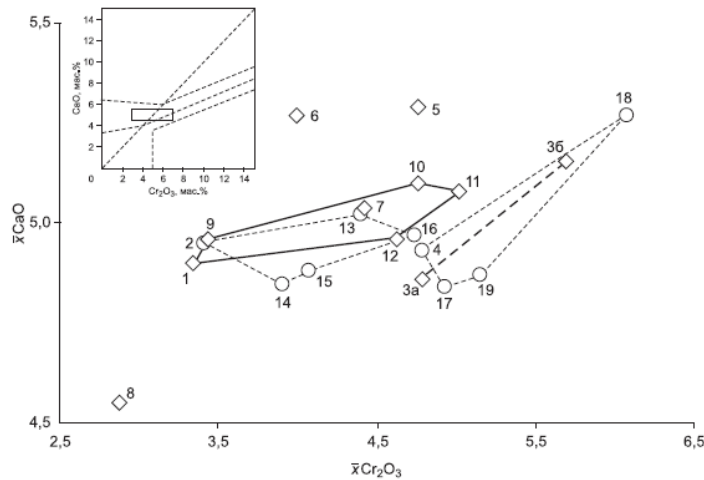


Рисунок. Изменение составов ассоциаций гранатов в экзогенных условиях (Мало-Ботубинский район).

- 1 – Мир, 2 – Таежная, 3а – им. XXIII съезда КПСС, плотный кимберлит, 3б – то же, кора выветривания,
4 – Интернациональная, 5 – Дачная, 6 – Спутник,
7 – Амакинская, 8 – Ан-21, 9 – Лог Хабардина,
10 – Водораздельные Галечники, 11 – Тымтайдахский, 553/24,
12 – Усть-Иреляхский, 13 – Куранахский, 14 – Ан-4ц/6,
15 – Куранахский, 16 – Келтыкенский, 17 – Новинка,
18 – Куранахский, 19 – Маччобинский [10]**

последующие эпохи: наступление моря на ранее пенепленизированную сушу имело уже характер ингрессии, т.е. подтопления суши, в результате чего сохранялись в качестве базальных горизонтов ранее сформированные отложения континентального генезиса. Такие коллекторы начали развиваться со среднего карбона и это продолжалось далее на протяжении всего мезозоя и даже кайнозоя. В условиях ингрессии существенный износ

После формирования кимберлитовых тел в начале фамена территория Сибирской платформы испытала мощную трансгрессию, которая оставила за собой абразионный пенепплен и обусловила сильное окатывание индикаторных минералов [1]. Последовавшая вслед за ней регрессия также оставила на минералах следы в форме износа средней и слабой степени. После этого в конце фамена – начале раннего карбона на территории Сибирской платформы в условиях тропического климата на выровненной после трансгрессии поверхности была сформирована латеритная кора выветривания, в которой индикаторные минералы, в первую очередь пироп, приобрели признаки гипергенных изменений. Следовательно, признаки гипергенных изменений однозначно указывают на среднепалеозойский этап гипергенеза и, соответственно, на среднепалеозойский возраст коренных источников пиропов. Абразионный пенепплен резко изменил характер седиментогенеза в

минералов не мог осуществиться, поэтому характерен слабый износ, механогенная полировка твердых минералов, в том числе пиропса. Следовательно, для минералов из ореолов, прошедших среднепалеозойский этап истории, характерен широкий диапазон степени износа – от слабой до предельной, причем преобладает средняя степень износа. После среднего карбона на минералах появляются признаки износа второго этапа, но степень износа не выше слабой. Тем самым два этапа износа на одном зерне с высокой долей вероятности указывают на среднепалеозойский возраст коренного источника минерала, особенно если второй этап развивается по гипергенной поверхности. Таким образом, повышенная степень механического износа и наличие признаков гипергенной коррозии указывает на среднепалеозойский возраст кимберлитов.

Слабый механический износ индикаторных минералов с большой долей вероятности указывает их происхождение из мезозойских кимберлитов (триасовых или юрско-меловых), но не исключен и мезозойский размыв среднепалеозойских трубок.

Описанные минералогические признаки – гипергенная коррозия и повышенная степень износа – позволяют выделить в гетерохронной ассоциации индикаторных минералов, характерной для северо-востока Сибирской платформы, минералы среднепалеозойских кимберлитов, наиболее перспективных на коренную алмазность. Изучение ореолов ИМК северо-востока по этим признакам показало широкую распространенность здесь среднепалеозойских кимберлитов и перспективность этого региона на коренную алмазность.

Литература

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. – 650 с.
2. Снегирев О.В. Моделирование поведения гранатов пиропового ряда из кимберлитов в латеритной коре выветривания // Металлогения древних и современных океанов. – 2010. Рудоносность рифтовых и островодужных структур: Материалы Шестнадцатой научной молодежной школы. – Миасс, 2010. – С. 252–256.
3. Егорова Е.О., Афанасьев В.П., Самданов Д.А. Закономерности транспортировки индикаторных минералов при формировании механических ореолов рассеяния. // Руды и металлы. – 2013. – № 6. – С. 35–39.
4. Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – 318 с.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Б.О. Жанибеков¹, Н.Ю. Дулабова², О.Т. Закиров³

Научный руководитель ведущий научный сотрудник М.К. Турапов

¹Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов», г. Ташкент, Республика Узбекистан

²Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам, г. Ташкент, Республика Узбекистан

³ГИ «Саноатгеоконттехназорат», г. Ташкент, Республика Узбекистан

Как отмечает В.А. Королев задачи систематики позиций – выделение элементов крупных структур, которые позволяют проводить районирование площади и выделение участков с однородным тектоническим режимом [1]. По его мнению, позиция рудного участка – это площадь геологической структуры, в пределах которой проявилось совместное влияние нескольких структурных элементов, обеспечивающих поступление рудных растворов.

Изучением структур рудных полей и месторождений Центральных Кызылкумов в свое время занимались Г.В. Касавченко, В.П. Матяш, Ш.Ш. Сабдюшев, Ю.И. Пармонов, М.Т. Хон, В.А. Хорват, А.Д. Швецов, Т.Ш. Шаякубов, М.У. Умарходжаев, С.Т. Марипова, М.М. Мансуров, Х.Р. Рахматуллаев, И.Х. Хамрабаев и др. Их исследования венчались определением структурных факторов, контролировавших размещение золотого оруденения. В этом процессе велико значение, как складчатых дислокаций, так и разрывных нарушений. Разрывные нарушения различного направления и их сочетания – сопряжение, пересечение контролируют рудные поля и месторождения региона. При этом по данным А.В. Королева, П.А. Шехтмана, В.П. Федорчука, Ф.И. Вольфсона, Н.А. Некрасова и других, рудоконтролирующие разломы подразделяются на: рудоподводящие, рудораспределяющие и рудовмещающие. В Центральных Кызылкумах к первым двум типам относятся региональные СЗ, субширотные и СВ, глубинные поперечные (антитяньшаньские по М. А. Ахмеджанову, О.М. Борисову) разломы. Рудораспределяющие и рудовмещающие разломы, иногда их сочетание, определяют структурные позиции рудных месторождений. Следует отметить, что, несмотря на проведение в широком масштабе структурных исследований в регионе, нет единого подхода при оценке рудоконтролирующей роли структур изучаемых объектов.

Изучение золоторудных месторождений региона показывает, что с запада (горы Букантау) на восток (горы Бельтау) их структурные позиции усложняются и форма их проявления увеличивается. На западе, в горах Букантау золоторудные объекты приурочены к одиночным СЗ СВ, субширотным и в единичных случаях к участкам их осложнения. Все проявления золота по генетическому типу разделяются на два класса: 1) гидротермально-метасоматический и 2) пневмолито-гидротермальный (скарновый). Наибольшее

распространение получил первый тип оруденения. Среди рудных формаций выделяется золотокварцевая, но не имеет промышленного месторождения. Кроме этой, встречаются углеродисто-золотосульфидная (Кокпатас); золото-редкометалльно-кварцевая (Алтынтау); золото-сульфидно-кварцевая (Айтым); золото-скарновая с наложенным оруденением (Булуткан); золотосеребряная (Саутбай, Сарытау); золото-серебро-кварцевая (Окжетпес); золотосульфидная (Огузтау); золотополиметаллическая (Турбай) рудные формации. При выделении структурных позиции основное внимание было направлено на разрывные нарушения: масштаб структуры; пространственное положение; взаимоотношение с другими разрывами; смещение и т.д. Анализ структурного фактора контроля оруденения показывает, что в Букантау отсутствует эталонный структурный элемент, который контролировал бы большинство месторождений. Большинство объектов контролируются одиночными СВ, СЗ, субмеридиональными разрывами.

Иная структурная обстановка существовала в центральной части региона, где отмечается интенсивные проявления разрывных и складчатых структур по сравнению с западной территорией. По данным С.Т. Мариповой и др. в Тамдытау выделяются структуры, контролирующие формирование месторождений золота: многоосевые сложные разломы СВ направления; зона сложного разлома СЗ направления; простой одноосевой разлом СВ направления; простой одноосевой разлом СЗ направления; многоосевой, сложный разлом субширотного направления; простой, одноосевой разлом субширотного направления; оперение сложного разлома; пересечение разломов. Эти рудоконтролирующие элементы тектоники по существу являются структурными позициями золоторудных объектов. Их роль в формировании месторождений различна.

Наши исследования позволили в пределах центральной части региона (Тамдытау) выделить восемь структурных позиции к которым приурочены основные золоторудные объекты. Эти позиции связаны: с СЗ, СВ, субширотными и меридиональными разломами с их зонами сопряжений и пересечений, с зоной субпараллельных разрывов, клиновидной структурой. В этих позициях количество сформированных месторождений варьирует от 2 до 10. Значительное количество месторождений сформированных в клиновидных структурах, в зонах пересечений разломов и в зонах СВ структур. Эталонное месторождение региона Мурунтау по данным А.В. Королева, И.Х. Хамрабаева, А.Д. Швецова и др. приурочено к клиновидной структуре, которая образовалась за счет раздваивания СВ рудоконтролирующей структуры.

В восточной части региона, в Бельтау проявления золота формировались в широком диапазоне влияния структурных элементов. Анализ позиции позволил разделить их на семь групп: зона СВ разлома, зона СЗ разлома; зона искривления разлома; участок пересечения разломов; зона скальвания; зона субпараллельных разломов и клиновидных структур. В этих семи группах структурных позиций формировались все проявления золота Бельтау. Широкий диапазон структурных позиций указывает на не стабильность тектонической обстановки, предшествовавший процессам рудообразования, которая и обусловила такое разнообразие тектонических элементов и их сочетания. Количество сформированных золоторудных объектов в этих позициях также не равномерно. В зоне СВ разлома формировался один объект. Такая же ситуация характерна и для зоны СЗ разлома. По два объекта установлены в позициях, связанных с участком искривлением структур, в зонах пересечений и скальвания (разветвления) разломов. В площадях между субпараллельными разломами отмечены три золоторудных объекта. Самое большое количество проявлений золота (около 40% золоторудных объектов) связано с клиновидной структурой.

Распределение золоторудных проявлений в Ауминзатау по структурным позициям также неравномерное. Минимальное количество проявлений золота отмечено в зоне пересечения разломов. С СВ разломами и их ответвлениями пространственно связано шесть проявлений. По пять проявлений установлены в зонах параллельных разломов и клиновидных структур. Самое большое количество проявлений золота связано с СЗ разломами. Анализируя структурные позиции проявлений золота в восточной части региона, в частности в Ауминзатау-Бельтауском районе выявлено сходство в позициях и различие в размещении золоторудных объектов в этих позициях.

Возникает вопрос, почему одни и те же структурные элементы и их сочетания неоднозначно влияют на ход процесса рудообразования. Так например, СВ и СЗ разломы Бельтау определяют позицию по одному проявлению золота, тогда как в Ауминзатау они соответственно влияют на формирование трех и шести проявлений золота. В поиске ответа на вопрос пришлось проанализировать данные по геологии и рудоносности района, а также учесть геодинамическую обстановку периода рудообразования. При анализе структурных позиций золоторудных проявлений в горах Бельтау выявлена одна особенность – почти во всех рудоконтролирующих структурных позициях непосредственное участие принимают СВ разломы. Формирование клиновидных структур, образование зон субпараллельных разломов, пересечения и сопряжения разломов, искривление разломов, зоны разветвления непосредственно связано с СВ разломами. Реконструкция геодинамической обстановки и механизма формирования СВ разломов позволила установить, что воздействие региональных горизонтальных усилий на всю территорию Центральных Кызылкумов происходило неоднозначно. Виной всему этому явилось наличие крупных систем разрывных нарушений и блоковое строение. Различия в параметрах и морфологии тектонических блоков и их пространственное положение в комплексе предопределили степень влияния региональных тектонических усилий для каждого из них. При этом усилия сжатия могут быть ослаблены или же, наоборот, усилены. Все зависит от геодинамики их граничных структур.

Нет двух объектов со схожими позициями. Невозможно выделить эталонную позицию, которую следовало бы использовать в качестве поискового структурного признака. Тектоно-магматические процессы, осложнившие геологическое строение и структурно-тектоническую сеть восточной территории региона, сопровождались деструкцией палеозойского фундамента с образованием разноформных тектонических блоков, среди которых выделяются клиновидной формы, которые определяют структурную позицию более 20% всех

золоторудных проявлений Бельтау. Однако выделить их как эталонную структуру для цели прогноза и поисков новых объектов невозможно, так как они имеют одну отрицательную особенность все объекты, приуроченные к клиновидным структурам, имеют свою неповторимую позицию. Нет двух участков, имеющих одинаковую пространственную позицию в клиновидных структурах.

Таким образом, с запада на восток в структурных позициях золоторудных месторождений Центральных Кызылкумов наблюдается расширение диапазона их проявления, который определяется системой разрывных структур, заложенных до- и в процессах рудообразования, их пространственным расположением и взаимоотношением между собой. Выявленная закономерность в образовании структурных позиций, которые явились благоприятной обстановкой (в сочетании с геологической средой) для формирования золоторудных объектов направила исследования на определение геологические причины, способствовавшие проявлению этих процессов.

Широкий спектр геологических и геофизических исследований позволил установить, что Центральные Кызылкумы имеют тектоническое ступенчатое строение, постепенно погружающееся на запад. Территория региона условно разделена на три крупных блока (ступени): западная, центральная и восточная. Западный блок менее эродирован, незначительно подвергнут тектоно-магматическим процессам, в связи с этим разрывные структуры развиты незначительно. В центральном блоке по характеру проявления разрывных, складчатых структур и магматических образований можно судить, что тектоно-магматические процессы здесь проявились ярче, по сравнению с западным блоком. Так например, здесь площадь проявления интрузивных образований в два раза больше, чем в западном блоке. Восточный блок – это территория, где тектоно-магматические процессы происходили еще интенсивнее по сравнению с центральным блоком. О чем свидетельствует разнообразие структур, обусловленных как тектоническими процессами, так и магматической деятельностью.

Таким образом, в формировании геологических и структурных обстановок (позиций), где проявления золотого оруденения, важную роль играют региональные геологические процессы, обусловившие в комплексе с геологической средой разнообразие геолого-структурных условий размещения золотого оруденения в Центральных Кызылкумах.

Литература

1. Королев В.А. Структурные типы рудных полей и месторождений Средней Азии. (Среднеаз. ин-т. геол. и минер. сырья). – М.: Недра. – 1983. – 215 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТИТАН-ЦИРКОНОВЫХ ПЕСКОВ НА ОБУХОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (АКМОЛИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, КАЗАХСТАН) И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В НИХ ЦЕННЫХ МИНЕРАЛОВ

Е.Д. Жуман

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Обуховское россыпное титан-цирконовое месторождение расположено в Тайыншинском районе Северо-Казахстанской области, в 25 км от села Келлеровка и в 40 км от города Тайынша. В непосредственной близости расположены населенные пункты: Обуховка, Горький, Жанатлек, Березовка (в настоящее время нежилой). Областной центр г. Кокшетау находится в 40 км к югу.

Обуховское месторождение характеризуется повышенным содержанием циркона и значительных запасов рудных песков, что в сочетании с весьма выгодным географическим положением делает его привлекательным для освоения [1].

В разрезе продуктивные отложения представляют собой полого наклонную к северу пачку песков, мощность которой колеблется от первых до 20 м.

Гранулометрический состав Обуховского месторождения схож с составом Тарского месторождения наличием более тонкозернистых песков по сравнению с остальными месторождениями Западной Сибири (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав различных циркон-ильменитовых месторождений (по Рихванову Л.П. и другим, 1992) [2]

Классы мм	Участки Туганского месторождения				Георгиевский	Ордынский	Тарское	Обуховское
	Северный	Южно-Александр.	Малиновский	Кусково-Ширяевский				
> 1,0	0	0	0	0	1,55	1,04	2,8	0
1,0-0,5	0,88	7,58	8,45	4,58	1,04	1,29	1,2	2,03
0,5-0,25	2,2	8,06	7,04	5,09	6,34	5,11	1,9	2,53
0,25-0,1	39,65	49,76	44,13	43,95	57,22	14,23	12,2	31,28
0,1-0,05	34,36	16,59	17,84	28,96	10,43	46,16	51,0	51,68
0,05-0,01	5,29	1,42	1,88	2,62	8,07	12,75	16,5	2,3
<0,01	17,62	16,59	20,66	14,8	15,35	19,42	14,4	10,18

Пески месторождения характеризуются тонкозернистостью, о чем свидетельствуют результаты гранулометрического анализа. Зернистая часть песков преимущественно сосредоточена в классе -0,2+0,04 мм. По данным результатов исследовательских работ на долю класса -0,2+0,04 мм приходится 80-85%, класса +0,2 мм – 5,0-7,5% и класса -0,4 мм – 10-12% полезных компонентов.

Обуховское месторождение имеет схожие показатели среднего содержания элементов, как и месторождения на территории Западной-Сибири, что связано с их одинаковыми условиями образования (рис 1).

Глинистая часть песков представлена крупностью – 0,02 мм.

Зерна тяжелых минералов имеют преобладающую крупность – 0,071+0,02 мм и составляют 95%.

Основной минерал легкой фракции кварц концентрируется в классе -0,5+0,02 мм, выход его в этом классе 90% от общего количества.

Основные минералы песков в порядке уменьшения размеров зерен можно расположить в следующий ряд: кварц, турмалин, силлиманит, ставролит, дистен, лейкоксен, рутил, ильменит, хромшпинелиды и циркон.

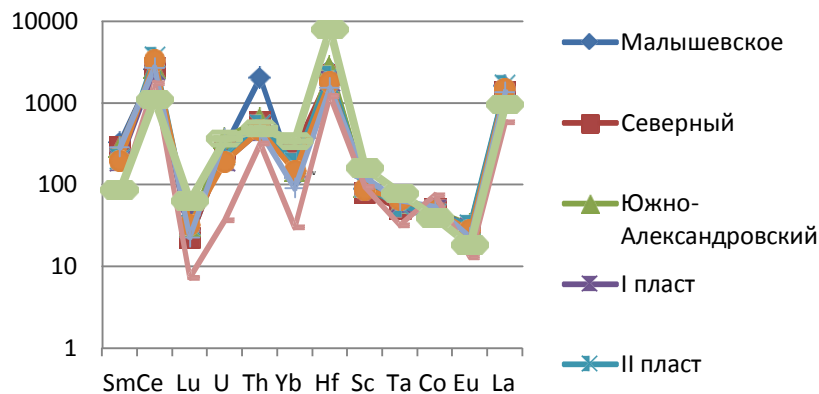


Рис. – Среднее содержание элементов в циркон-ильменитовых месторождениях. [2]

Распределение двуокиси титана и циркония по классам крупности примерно соответствуют распределению минералов титана и циркона [2].

Исследования химического состава тяжелой фракции, приведенные в таблице 2 свидетельствуют о значительном количестве редкоземельных элементов (табл. 2).

Таблица 2

Элементный состав рудных песков (по данным ИНАА на базе ТПУ)

№ п/п	1	2	3	4	10
Шифр	Исход.руда	К-К	Ц-К	И-К	Р-К
Sm	53,3	143,4	31,1	153,3	53,4
Ce	678	1869	666	1726	685
Ca	7,4	9,8	<0,5	24,1	15,5
Lu	24	68	93	43	90
U	134,5	390,8	566,5	121,7	608,5
Th	234	657	534	429	603
Yb	127	380	488	280	427
Hf	2659	8999	15190	1193	12567
Ba	1029	<100	4024	1233	5500
Nd	237	802	427	675	367
Tb	14,7	39,6	25	67,4	31,4
Sc	66,5	164	200,9	90,9	284,3
Zn	277,2	477,1	88,4	1517,5	<5
Ta	36	69	4,7	185,9	99,1
Co	19,6	31,5	<0,5	147,6	<0,5
Eu	9,3	25,3	13,8	22,4	21,1
La	525	1670	714	1341	575
Sb	2,13	0,69	<0,5	<0,5	7,43

Примечание: К-К – коллективный концентрат; Ц-К – циркониевый концентрат; И-К – ильменитовый концентрат; Р-К – рутиловый концентрат.

Полное отсутствие минеральных сростков, различие в физических свойствах минералов, а также высокое содержание в них основных компонентов и низкое содержание примесных окислов дают возможность получить из рудных песков Обуховского месторождения ильменитовый, рутиловый и цирконовый концентраты.

На основании изучения вещественного состава песков установлено, что россыпь Обуховского месторождения является комплексным сырьем для получения ильменитового, рутилового и цирконового концентратов, а также нахождения концентрата редких земель и др.

Литература

1. Патык-Кара Н.Г., Колодочко В.И. Палеоструктурные условия формирования титано-циркониевых россыпей Обуховской группы (Северный Казахстан) // Геология рудных месторождений 1994. – Том 36. № 1. – С.57-67.
2. Рихванов Л. П. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения – как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона. – Кемерово: ООО «Сарс», 2001. – 214 с.

ПЕТРОГЕОХИМИЯ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД ВУЛКАНА БАТУР (О. БАЛИ, ИНДОНЕЗИЯ)

А.А. Карих

Научный руководитель ассистент О.В. Савинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе приведены данные петрогеохимического изучения эффузивных пород вулкана Батур (о. Бали, Индонезия). Определены геодинамические условия образования изучаемых пород.

Вулкан Батур (1717м) является действующим вулканом и относится к группе четвертичных вулканов (Батур, Агунг, Братан, Батукару и Сераджа), располагающихся на северо-востоке острова Бали [1].

Аналитические работы. Содержания микроэлементов в образцах получены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем», г. Томск), а также определены содержания основных оксидов в породе (ОАО «Западно-сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк).

Петрографическое изучение. Все образцы имеют порфиновую структуру. Среди фенокристаллов по количеству преобладают плагиоклазы (17-23 об.%), затем оливины (3 об.%) и пироксены (2 об.%). В ходе петрографического изучения в оливинах и плагиоклазах были обнаружены расплавные включения, размер которых варьирует от нескольких мкм до 30 мкм. В основном все включения двухфазные (расплав+газ), но отмечается и некоторое количество трехфазных (расплав+газ+кристалл). Включения требуют дальнейшего микротермометрического изучения.

Петрохимия. Изучение петрохимии вулканитов показало, что практически все образцы относятся к субщелочной серии (один образец попал в область щелочных пород) и по составу варьируют от базальтов до трахиандезитобазальтов с содержанием SiO_2 от 49,62 до 54,77 мас.%. На бинарных вариационных диаграммах Харкера отмечается отрицательная корреляция между SiO_2 и CaO , MgO и, положительная с TiO_2 , Na_2O , K_2O и Al_2O_3 .

Спектры распределения редкоземельных элементов (РЗЭ), нормализованные по хондриту, образуют отрицательный уровень наклона кривой, что говорит об обогащении легкими редкоземельными элементами (LREE), относительно тяжелых РЗЭ (HREE) и, в целом, превышают содержания хондрита в 20-180 раз. Европиевый минимум на спектрах отсутствует, что указывает на незначительное фракционирование плагиоклазов в расплаве.

Спайдер-диаграмма, нормализованная по примитивной мантии, имеет типичные признаки островодужного магматизма: выражены тантал-ниобиевые минимумы и высокие концентрации крупноионных несовместимых элементов LILE (K, Ba, U, Rb).

Результаты. Проведенные исследования позволили установить, что рассматриваемые образцы представлены базальтами, андезитами и трахиандезитами субщелочной-щелочной серии, образовавшиеся в условиях островодужного магматизма.

Литература

1. Sunyoung Ryu, Hiroshi Kitagawa, Eizo Nakamura, Tetsumaru Itaya, Koichiro Watanabe. K-Ar analyses of the post-caldera lavas of Bratan volcano in Bali Island, Indonesia – Ar isotope mass fractionation to light isotope enrichment//Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2013. – 264. – P. 107-116.

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ
ПЕРСПЕКТИВНОСТИ РУДОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ПРОВИДЕНСКОЙ
ПЛОЩАДИ**

М.М. Кириллова¹, А.С. Янкович², А.А. Маськов³

Научные руководители профессор В.Г. Ворошилов, старший преподаватель Е.П. Янкович

¹АО «Георегион», дочернее предприятие холдинга «Росгео», г. Анадырь, Россия

²ООО «Мангазея Золото», г. Чита, Россия

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Важными характеристиками рудогенных геохимических аномалий (ГА) являются интенсивность и степень перспективности. Интенсивность обычно оценивается мультипликативным показателем, степень перспективности – по комплексу благоприятных геологических предпосылок и геохимических признаков [2]. Методы многомерного статистического анализа, в частности, факторный анализ, могут быть использованы для характеристики внутренней структуры и обоснования степени перспективности ГА [3, 4].

В основу исследований положены результаты опробования донного материала водотоков Провиденской площади Чукотского автономного округа. Использовано 2288 анализов проб песчано-илистой фракции аллювия (Провиденский геохимический отряд 1986-1987 гг.). Анализы содержания химических элементов выполнены в лаборатории Восточно-Чукотской геологоразведочной экспедиции следующими методами: атомно-абсорбционный – ртуть, золото и серебро; пробирный – золото и серебро; рентгено-спектральный – уран и торий; химический – медь, свинец, цинк, олово. Статистический анализ данных проводился с использованием программы Statistica фирмы StatSoft.

При проведении факторного анализа [1,4] было выбрано для интерпретации геологических процессов шесть факторов, вклад которых в общую дисперсию составляет 60 % (таблица). В каждом пункте пробоотбора были рассчитаны значения факторов.

Первый фактор объясняет 18% изменчивости общей дисперсии. В признаковой структуре фактора главную роль играют Ti, Sc, V, Mn, Hg, Co, Zr. Судя по составу фактора и пространственному размещению его значений, вероятнее всего, он характеризует наименее измененные вмещающие породы.

Второй фактор, структуру которого определяют Au, Ag, Cu, однозначно интерпретируется как главный рудный. По интенсивности значений факторов, пространственному и ассоциативному строению моноаномалий можно выделить более перспективные аномальные зоны. Так, одна из аномалий расположена в районе бухты Румилет, где выявлены комплексные рудные аномалии. Аномалии в районе мыса Ендогурова и по р. Аннюваам включают в себя моноаномалии золота, серебра, цинка, частично свинца и меди. Аномалия в Ткаченской долине сопряжена с аномалиями золота, меди и цинка. Аномалии в районе сенявинского поднятия включают в себя моноаномалии золота, серебра и меди. Также распространены менее контрастные по составу аномалии, охватывающие моноаномалии золота и серебра; серебра, свинца и цинка; серебра и цинка; меди и цинка; серебра и меди. Все выделенные аномалии попадают в рудогенные ГА. По составу химических элементов можно предположить существование нескольких рудных формаций. На данном этапе работ это, вероятно, золото-серебряная, полиметаллическая (свинцово-цинковая) с серебром, скарново-полиметаллическая.

Третий фактор объясняет 10 % изменчивости общей дисперсии. Нагрузка этого фактора значимо определяется высоким содержанием иттрия, ниобия, циркония, чуть менее сильная связь с бериллием, молибденом и свинцом, слабая отрицательная связь с ванадием, вольфрамом и кобальтом. В геологическом отношении аномальные зоны этого фактора четко выделяют Румилетский и Кындлягакский гранитоидные массивы, относимые к субщелочным гранитам второй фазы леурваамского комплекса. Оба массива пространственно сопряжены с моноаномалиями ниобия и бериллия. В Кындлягакском массиве дополнительно выделяется аномалия иттрия, а в Румилетском – циркония и молибдена. Примечательно, что подобные участки по факторным нагрузкам третьего фактора отмечаются в верховьях р. Майныквын (руч. Олений) и в Ткаченской долине, что может говорить о развитии подобных субщелочных гранитов на данных участках.

Набор элементов, имеющих сильные положительные связи, в данном факторе может быть рассмотрен в качестве показателя фельдшпатоидного метасоматоза. Исследователями района высказывалось предположение о метасоматическом происхождении гранитов Румилетского массива. Аномалии, выделяемые по вулканитам, возможно, указывают на наличие подобных метасоматических процессов и в самих вулканитах.

Четвертый фактор несет в себе 10 % информации, имеет значимую положительную связь с галлием, литием, германием, мышьяком, ванадием, барием, свинцом и отрицательную с бериллием и цирконием. В геологическом отношении эти аномалии приурочены к зонам развития покровов вулканитов (как, например, самая большая по площади аномалия на Чаплинском полуострове). Большею частью эти аномалии включаются в выделяемые комплексные рудогенные геохимические аномалии, но, по-видимому, являются петрогенными.

Пятый фактор имеет высокие корреляции с висмутом, оловом, бериллием, чуть более слабые с вольфрамом, цинком, свинцом и еще меньше с молибденом. Самая крупная по площади аномалия протягивается от р. Удобная до бухты Румилет. Она пространственно совпадает с моноаномалиями висмута, олова, бериллия, свинца, цинка и частично молибдена. Выделяется три интенсивных небольших аномалии в правобережье реки Синевеи (г. Лысая), в районе мыса Ендогурова и по р. Ульхум. Аномалии по пятому фактору почти полностью включаются в выделяемые рудогенные геохимические аномалии. В целом ряд значимых химических элементов в данном факторе характерен для вольфрамовой (кварц-форстеритовой) и/или оловорудной формации, что может служить показателем увеличения интенсивности и перспективности рудогенных аномалий.

Матрица факторных нагрузок

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
Au	-0.01	0.86	-0.07	-0.03	-0.06	-0.02
Ag	-0.03	0.94	0.02	0.04	0.09	-0.05
Pb	-0.09	0.30	0.29	0.29	0.28	-0.06
As	0.00	-0.06	0.14	0.46	0.04	0.04
Cr	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90
V	0.72	0.06	-0.25	0.42	-0.10	0.12
Ni	0.12	0.05	0.00	-0.05	0.02	0.92
Mn	0.70	0.12	0.10	-0.17	0.15	0.21
Ba	0.41	-0.08	0.00	0.36	-0.16	-0.07
Nb	-0.03	-0.05	0.80	0.14	0.02	-0.05
Mo	-0.01	0.05	0.32	0.12	0.24	0.08
Sn	-0.07	-0.06	0.00	0.22	0.75	-0.04
Cu	0.19	0.89	-0.03	-0.02	0.02	0.23
Zn	0.26	0.46	0.21	0.13	0.30	0.04
Sc	0.79	0.04	0.14	0.02	-0.04	0.14
Y	0.03	-0.01	0.80	0.06	-0.04	-0.05
Hg	0.66	0.02	0.18	-0.02	0.02	-0.05
Ga	0.06	-0.02	0.21	0.79	-0.11	-0.11
W	0.35	0.03	-0.21	0.14	0.45	0.11
Co	0.57	0.24	-0.15	0.03	0.06	0.62
Ge	0.01	0.07	-0.09	0.47	0.14	0.11
Bi	0.05	0.18	-0.04	-0.12	0.78	0.07
Ti	0.85	0.03	-0.07	0.15	-0.01	0.04
Be	-0.06	-0.04	0.49	-0.32	0.59	0.02
Zr	0.52	-0.02	0.51	-0.25	0.08	0.08
Li	0.21	0.04	-0.11	0.70	0.15	0.04

Анализ признаковой структуры шестого фактора показывает, что нагрузка этого фактора определяется концентрацией никеля, хрома и кобальта. В геологическом отношении аномальные участки развития шестого фактора четко ложатся на зоны развития палеозойских и рифей-архейских пород. Самая интенсивная и обширная аномалия в верховьях бухты Всадник, руч. Первомайский, р. Улэв и Удобная, образована сносом разрушенного материала с Сенявинского поднятия Восточно-Чукотского массива рифей-архейского возраста. Аномалии по шестому фактору почти полностью включаются в выделяемые (преимущественно по мультипликативному показателю) рудогенные геохимические аномалии.

В результате проведенного кластерного анализа выделяются следующие кластеры химических элементов: 1 кластер – Ag, Cu, Au; 2 кластер – Pb, Zn, Li, Ga, W, Ge, As, Mo; 3 кластер – Nb, Y, Sn, Bi, Be; 4 кластер – Cr, Ni; 5 кластер – V, Ti, Co, Mn, Sc, Hg, Ba, Zr. По выделенным в кластеры элементам были рассчитаны мультипликативные аномалии. Для каждого кластера визуальным путем были выбраны градации четырех классов, и затем выделены аномальные участки.

Кластерный и факторный анализы помогают произвести более точную разбивку ГА на рудогенные и петрогенные. Сочетание второго и пятого факторов могут служить надежным показателем интенсивности и степени перспективности выделяемых рудогенных ГА.

Литература

1. Бахтин А.И., Низамутдинов Н.М., Хасанова Н.М., Нуриева Е.М. Факторный анализ в геологии: Учебное пособие. – Казань: Казанский государственный университет, 2007. – 32 с.
2. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. – М.: Недра, 1987. – 408 с.
3. Voroshilov V. G. Anomalous Structures of Geochemical Fields of Hydrothermal Gold Deposits: Formation Mechanism, Methods of Geometrization, Typical Models, and Forecasting of Ore Mineralization // *Geology of Ore Deposits*, 2009, Vol. 51, No. 1. – pp. 1–16.
4. Окунь Я. Факторный анализ. – М.: Статистика, 1974. – 200 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГАММА СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
СЛАБОМАГНИТНЫХ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ**

Р.А. Леденгский

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Поисковые работы алмазоносных кимберлитов имеют огромное значение, так как кимберлиты являются главным промышленным источником алмазов. Их доля составляет 90% запасов алмазов коренных источников. Сегодня известно свыше 1500 тел кимберлита, из которых 8-10% – алмазные породы. Некоторые кимберлитовые поля Якутской и Архангельской алмазоносных провинций (Мирнинское, Накынское, Золотицкое) характеризуются минимальными значениями намагниченности. Использование магнитометрического метода для обнаружения слабомагнитных алмазоносных кимберлитовых трубок и полей имеет низкую эффективность [5].

Целью исследования является выявление и анализ закономерностей, возможностей и перспектив использования методов гамма спектрометрии для выделения слабомагнитных алмазоносных кимберлитов.

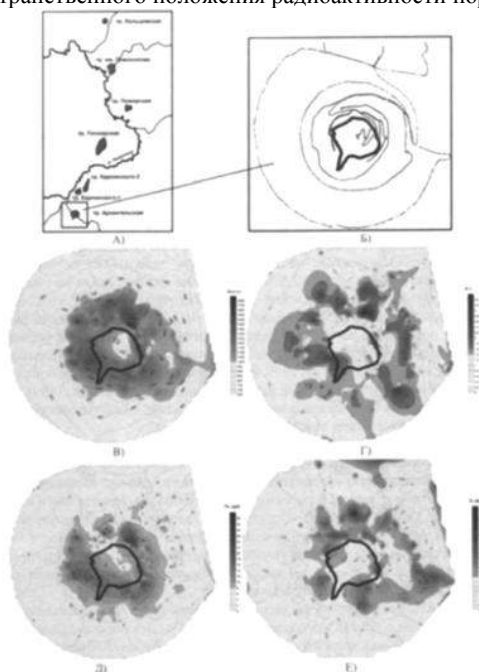
Методы гамма спектрометрии основаны на измерении спектрального состава естественного гамма излучения поверхностного слоя горных пород с последующим вычислением в этих образованиях содержаний естественных радиоактивных элементов, таких как уран, торий, калий. Данный метод существует в наземном, воздушном и лабораторном вариантах. Методы гамма спектрометрии по сути, методике и технике наблюдений относятся к геофизическим методам, хотя решают и геохимические задачи. Полевые методы характеризуются малой глубиной исследований вследствие быстрого поглощения гамма квантов воздухом и породами. Они находят широкое применение при литологическом и тектоническом картировании, в поисках парагенетически или пространственно связанных с естественными радиоактивными элементами нерадиоактивных полезных ископаемых [2]. Определение радиоактивных элементов методами гамма спектрометрии в полевых условиях отличается уникальной мобильностью, экспрессностью, высокой чувствительностью и точностью для решения радиогеохимических задач. Метод позволяет использовать статистический подход в радиогеохимических исследованиях, регулировать проведение полевых работ, наблюдать и оценивать динамику изменения радиогеохимических параметров горных пород, руд и минералов в процессе их геологического изучения, производить опробование с надежным определением трех естественных радиоактивных элементов [3].

Метаморфизм, метасоматоз и гидротермальные процессы вызывают изменения вмещающих пород, сопровождаются преобразованием структуры радиохимических полей, которое проявляется в возникновении аномальных концентраций естественных радиоактивных элементов. Причиной данного явления выступает различие миграционных свойств урана, тория и калия. В результате этих изменений нарушается равновесное соотношение естественных радиоактивных элементов, сопровождаемое образованием радиогеохимической зональности, которая соответствует определенному типу преобразования, что и создает методическую основу применения в радиогеохимии.

Воздушный вариант гамма спектрометрии позволяет с необходимой точностью фиксировать концентрации радиогеохимических элементов в горных породах и рудах. Результаты аэрогамма-спектрометрии свидетельствуют о высокой эффективности при решении таких геологических задач, как геологическое картирование, поиски месторождений флюидогенного типа (урана, редкоземельных элементов, цветных и благородных металлов), а также изучение интенсивности и характера проявления наложенных процессов. Результаты аэрогамма-спектрометрии позволяют получать качественную информацию, сопоставимую с соответствующими по масштабу пешеходными съемками. По оценкам, при решении аналогичных задач аэросъемка дешевле наземных работ в 2,5–10 раз [1]. Высокая чувствительность метода позволяет эффективно регистрировать кларковые содержания естественных радиоактивных элементов в верхнем слое горных пород. При наличии даже незначительной дифференциации естественных радиоактивных элементов удается расчленять стратифицированные образования, обнаруживать и фиксировать неоднородность строения интрузивных комплексов (кислых, щелочных). Зоны дизъюнктивных дислокаций, подвергшиеся метасоматическим и гидротермальным преобразованиям, благодаря нарушению в них равновесного состояния естественных радиоактивных элементов уверенно отображаются в результатах расчета их отношений или в надфоновых концентрациях радиоактивных элементов. Благодаря этому аэрогамма спектрометрия как независимо, так и еще более эффективно в комплексе с другими геофизическими методами находит свое широкое применение на этапе оценки перспективности рудоконтролирующих и рудовмещающих структур, при поисках месторождений радиоактивных, редких, цветных и благородных металлов [2].

Первоначальная практика использования аэрогамма-спектрометрии для выделения кимберлитовых трубок продемонстрировала, что многие кимберлитовые трубки проявляются на фоне вмещающих пород повышенными концентрациями тория и пониженными - для калия. Но попытки вскрыть бурением данные аномалии не увенчались успехом и от метода решили отказаться. Однако последующие проведенные съемки на эталонных полях и их геологическая интерпретация обнаружили, что методом выделяются не сами кимберлитовые тела, а их вторичные геохимические ореолы. Подтверждением служат карты радиогеохимических ореолов Мирнинского кимберлитового поля практически соответствующие картам распределения минералов от кимберлитов. Разница лишь в сроках: один сезон аэросъемки против нескольких десятилетий бурения и проходок горных выработок.

По результатам проведения наземной гамма спектрометрической съемки в районе трубки Архангельская Золотицкого поля Архангельской алмазоносной провинции были получены карты распределения суммарной интенсивности гамма-излучения (имп/сек), содержания калия (%), концентрации урана и тория (ppm), отражающие особенности пространственного положения радиоактивности пород (рис. 1) [6].



А) – схема Золотицкого рудного поля; Б) - маршрут проведения наземной гамма-спектрометрической съемки; В) - суммарная интенсивность гамма-излучения (имп/сек); Г) - распределение содержания калия (%); Д) - концентрация тория (ppm); Е) - концентрация урана (ppm)

Рис. 1 Схема района исследования и распределение радиоактивных элементов в породах трубки Архангельская

По показателю общей радиоактивности (имп/сек) вокруг контура трубки формируется контрастная аномалия, распространяющаяся на породы кратерной фации и вмещающие отложения, превышающая фон в среднем на 2 порядка, при этом центральная часть трубки характеризуется пониженными значениями гамма-поля. Подобным образом, аномалии тория, урана и калия характеризуются повышенными значениями вокруг контура трубки. Концентрация урана и тория в пределах данной области изменяется в среднем от 3 до 10 ppm и от 8 до 32 ppm, соответственно. По содержанию калия также отмечаются повышенные значения. Таким образом, на контакте кимберлитов с вмещающими породами формируется область, превышающая по содержанию основных радиоактивных элементов (U, Th, K) и по значениям суммарной мощности гамма-излучения на несколько порядков фоновые показатели для вмещающих отложений, что может отражаться на формировании аномалий гамма-поля в верхних горизонтах, перекрывающих кимберлитовые тела. Это свидетельствует о том, что кимберлиты, слагающие жерловую часть трубки Архангельская, обеднены ураном и другими радиоактивными элементами, а близкое к единице отношение активностей четных изотопов урана, указывает на отсутствие здесь условий для разделения изотопов и длительное стабильное состояние пород.

В тоже время, в породах затрубочного пространства наблюдаются активные процессы фракционирования изотопов урана, отчетливо фиксируемая величина дефицита ^{234}U , накопление других радиоактивных элементов и повышение концентраций радиационных дефектов в кварце [6]. Основной причиной фракционирования четных изотопов урана являются различные энергетические состояния атомов ^{234}U и ^{238}U в кристаллической решетке минералов и более слабая связь продукта ^{234}U по сравнению ^{238}U , и под влиянием энергии отдачи атомы ^{234}U покидают узлы кристаллической решетки и выщелачиваются водами, обогащая водную фазу [4].

Все данные закономерности и процессы обосновывают перспективы применения гамма-спектрометрической съемки для поисков слабомагнитных кимберлитовых трубок.

Литература

1. Контарович Р.С. Аэрогеофизика на пороге XXI века // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. –1997. – Отд. вып. – С. 3-5.
2. Лазарев Ф.Д., Ромашко В.В., Мельников П.В., Шнейдер Г.В. Аэрогамма спектрометрические исследования как метод изучения радиоактивности поверхности и его практическая реализация // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы III международной конференции. – Томск, 2009. – С. 306 –311.

3. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудно-магматических образований (на примере Алтае-Саянской складчатой области). – Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал “Гео”, 2002. – С. 12-22.
4. Пряжина Е.В. Распространенность и распределение радиоактивных элементов и изотопов урана в кимберлитах Д. – А. района: Автореферат. канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1983г. – 25 с.
5. Цыганов В.А. Классификация и исследование отказов магнитометрического метода поисков кимберлитов // Москва: ФГУП Аэрогеология. – 25 с.
6. Яковлев Е.Ю., Киселев Т.П., Дружинин С.В. Особенности распределения радиоактивных элементов в породах кимберлитовой трубки Архангельская (месторождение им. М.В.Ломоносова) // V Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием “Новое в познании процессов рудообразования”. – Москва, 2015. – С. 289-291.

ГРАНУЛОМЕТРИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ МИШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Н. Луханин

Научный руководитель доцент А.Б. Кафтанатий

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени
М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия*

Объектом исследования является Мишкинское месторождение песка. Месторождение расположено в Аксайском районе Ростовской области, в 5 км к югу от г. Новочеркасск, на правобережной части бассейна нижнего течения р. Аксай. Работа по изучению гранулометрического состава песка проводилась на основе материалов, полученных на первой научно-производственной практике.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к левому склону балки впадающей в р.Аксай, прорезанной глубокими оврагами со значительным уклоном русла к тальвегу балки. Участок Мишкинский сложен четвертичными аллювиально-делювиальными отложениями второй надпойменной террасы р. Дон.

В основании вскрытой на участке толщи пород залегают пески яновской свиты мэотического горизонта миоцена (N_{ij}), мощностью более 25 м. Выше залегают морские плиоценовые известняки-ракушечники нижнепонтического подгоризонта (N_{pn}). Перекрываются неогеновые отложения четвертичными элювиально-делювиальными суглинками склонов ($d, e, Q_{г,л}$). Мощность полезной толщи песков колеблется от 10 м до 17,7 м, составляет в среднем по участку 15 м. Пески косослоистые светло-серые, иногда желто или буро-серые. В этой же части встречаются прослой глины мощностью от нескольких сантиметров до 1,0 м [1].

С целью изучения качественных показателей песков и глинистых пород производилось их опробование. В комплекс проведенных испытаний входило определение зернового состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, органических примесей. Средне-сарматские пески Мишкинского месторождения по минералогическому составу кварцевые с небольшой примесью зерен полевого шпата и других минералов и горных пород. По данным лабораторного изучения пески относятся по модулю крупности преимущественно к очень мелким и тонким, с высоким содержанием глинистых и пылевидных частиц. Гранулометрические характеристики являются ведущими для определения качества песка как сырья для производства силикатных изделий и кирпича. Состав определялся в 60 пробах по весовому содержанию частиц различной крупности, выраженный в процентах по отношению к весу сухой пробы грунта, взятой для анализа. Оценка качества песков производилась в соответствии с требованиями, как «Песок для производства силикатных изделий автоклавного твердения».

С помощью статистических методов был произведен расчет основных показателей распределения, корреляционных взаимосвязей основных характеристик (рис.2) и смоделировано их площадное распространение [2]. На построенных картах отчетливо наблюдается направление изменчивости параметров на север - юг, особенно отчетливо это выражено в распределении фракций меньше 0,16; 0,315 и 0,63мм [3]. Наиболее крупная фракция 0,63 мм маркирует тальвеги водных потоков. На (рис 1.) показана одна из карт, наиболее контрастно иллюстрирующая распределение фракции в пределах участка. Такую изменчивость можно считать закономерной и объяснимой, что подтверждается в разрезе изучаемой толщи ориентировкой отчетливой косой слоистостью и градиционной изменчивостью слагающих элементов. Пески являются аллювиальными по происхождению, и являются продуктами накопления отложения реки Палео-Дон, протекавшей здесь в миоценовое время в меридиональном направлении. Формирование отложений происходило на участке разделения потока на два рукава в обстановке уменьшения скорости водного потока с формированием мощных горизонтов сложенных мелкими и тонкими фракциями.

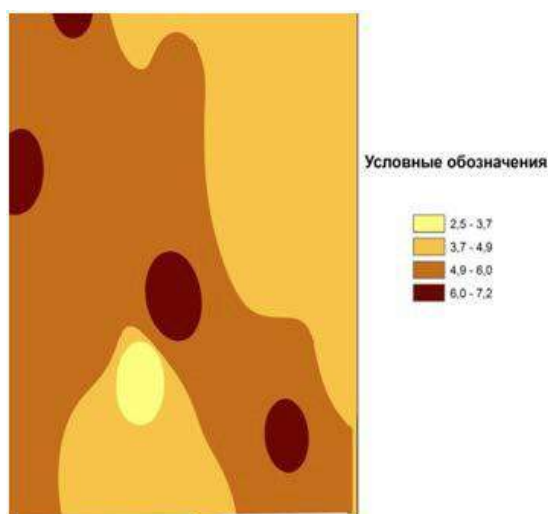


Рис.1 Карта распределения содержаний фракции 0,63 мм (%) на площади Мишкинского месторождения

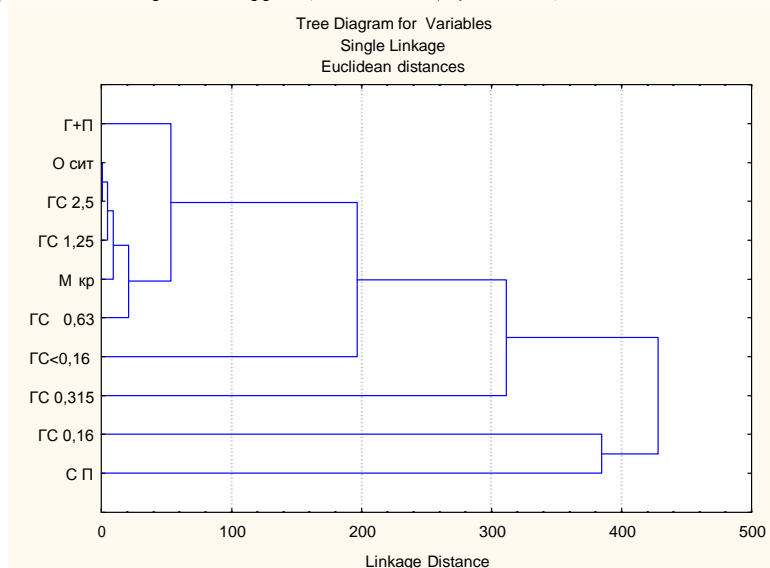


Рис.2 Дендрограмма группирования гранулометрических характеристик (ГС- содержание песчаных, Г+П – содержание глинистых и пылеватых фракций, О сит – остатки на ситах, М кр – модуль крупности).

Литература

1. Геология СССР. Ростовская область. – Т. 46. – М.: Недра, 1970
2. Математические методы моделирования в геологии: Учебник / Г.С. Порохов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). – СПб, 2006. – 223 с.
3. Замираев В.В. ArcMap – руководство пользователя

СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НУРКАЗГАН

Д.К. Макат, Д.К. Макатов, Т.А. Төлеутай

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

Медь – один из важнейших металлов в промышленности любой страны Мира. Она уверенно входит в первую десятку самых важнейших полезных ископаемых.

В Казахстанской цветной металлургии производство меди занимает ведущее место. По подтвержденным запасам республика занимает 5-е место после Чили, Индонезии, Соединенных Штатов Америки и России. Объемы балансовых запасов, в основном, сосредоточены в Центральном и Восточном Казахстане. Большая часть медных месторождений заключена в бедных медно-порфировых месторождениях.

Начиная с 30-50-х годов XIX века, медно-порфировый тип месторождений из всех основных типов месторождений меди переходит в главенствующий ряд. Это объясняется тем, что есть возможность отработать месторождение открытым способом [1].

Рудный голод меди в Казахстане связан с рядом причин, в том числе, с истощением медного гиганта Жезказган, а также консервацией медно-порфирового месторождения Конырат, которое является одним из основных производителей меди в Республике Казахстан. В связи с этими обстоятельствами, продолжение поисковых и прогнозных исследований на медь для региона является первостепенной задачей геологов Центрального Казахстана.

Перспективы выявления месторождений медно-порфирового типа в настоящее время связаны с опосредованным поиском территорий, перекрытых отложениями четвертичной и неогеновых систем, которые еще слабо изучены с поверхности и могут содержать скрытые на глубине месторождения. В связи со слепым залеганием рудных тел такие месторождения не проявлены на поверхности. Они не могут быть обнаружены при опосредованном их геологическими маршрутами и требуют выполнения значительного объема дорогостоящих буровых работ. В качестве примера подобных месторождений может служить крупное месторождение Нурказган, выявленное на территории Центрального Казахстана в последние годы [2].

Месторождение Нурказган находится в Бухаржырауском районе Карагандинской области, в 50 км севернее г. Караганды и в 10 км севернее г. Темиртау.

Расположено в пределах Тюлькулинской кольцевой вулканоплутонической структуры размером 7х2,5 км. На Западном участке оруденение приурочено к телу метасоматически измененных эруптивных брекчий, разбитых по кварцевым диоритам и гранодиорит-порфирам. Метасоматиты первой стадии – окварцевание, калишпатизация, хлорит-эпидотовые изменения и связанное с ними оруденение развиваются только по гранодиорит-порфирам. Метасоматиты второй стадии развиваются по гранодиоритам и кварцевым диоритам. Богатые брекчиевые руды находятся только на участках брекчий, где совмещены гидротермалиты обеих стадий [3].

Руды халькопиритовые (~85 %), часто с примесью блеклой руды, реже сфлерита, галенита и молибденита. Халькопирит, в основном, в цементе брекчий. На участках интенсивной калишпатизации руды преимущественно борнитовые. Кварц-серицитовые метасоматиты содержат обильную вкрапленность и прожилки пирита. В рудах присутствуют золото и серебро в халькопирите, меньше – в блеклой руде, пирите.

Рудовмещающие брекчии образуют тело довольно сложной конфигурации, имеющее общее близмеридиональное и северо-восточное направление.

На площади месторождения в 1989-92гг. Центральной поисково-съёмочной экспедицией проведены комплексные геолого-геофизические работы масштаба 1:10000, включавшие магниторазведку, электроразведку, литохимическую съемку, горные и буровые работы. (Х.К. Исмаилов и др) [1, 4].

В 1992-95гг. поисковые работы были продолжены Карагандинской геолого-разведочной экспедицией. Учитывая положительные результаты, площадь месторождения была опосредованно электроразведкой методом зондирования становлением поля в ближней зоне с петлей 100х100 м (оператор Ковалев В.), по результатам которой составлена карта аномальной электрической проводимости с последующей оценкой аномальных зон поисковым бурением.

В 2003 году АО “Азимут Энерджи Сервисез” выполнило высокочастотную электроразведку указанным методом на Северном участке месторождения Нурказган. Площадь участка полностью перекрыта кайнозойскими отложениями, представленными глинами с примесью валунно-щебнисто-древяного материала мощностью до 40 метров. Поэтому оконтуривание рудных тел, первоначально вскрытых картировочными скважинами, производилось с помощью электроразведочных работ методом зондирования становлением поля в ближней зоне [1, 3].

Рудные тела участка приурочены к контакту метасоматически измененных и переработанных кварцевых диоритов с перекрывающей их терригенно-осадочной толщей жарсорской свиты, представленной песчаниками, алевролитами, конгломератами с горизонтами туфов кислого состава.

По результатам геофизических работ была выделена зона локального понижения сопротивлений ρ_t и $\text{diff } \rho_t$, крутопадающая в восточном, северо-восточном направлении (рис. 1 и 2). Данный объект приурочен к зоне повышенной сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации, содержащей продуктивное медно-золотое оруденение. По результатам рентгено-радиометрических анализов керн была установлена закономерная связь приуроченности минимально низких значений аномалий кажущегося сопротивления (менее 150 Ом·м на фоне 250...300 Ом·м) к богатому медному оруденению Северного участка месторождения Нурказган. Проведенные исследования уточнили дальнейшее направление поисковых работ на объекте и оконтурили рудные зоны, характеризующиеся аномально низкими значениями сопротивлений, которые были оценены бурением картировочных и глубоких поисковых скважин. В настоящее время, по результатам проверки геофизических аномалий поисковыми скважинами выделены две крутопадающие зоны с сульфидной минерализацией, содержащие промышленное медно-золотое оруденение. По участку подсчитаны запасы меди, золота и начаты вскрышные работы [2, 4].

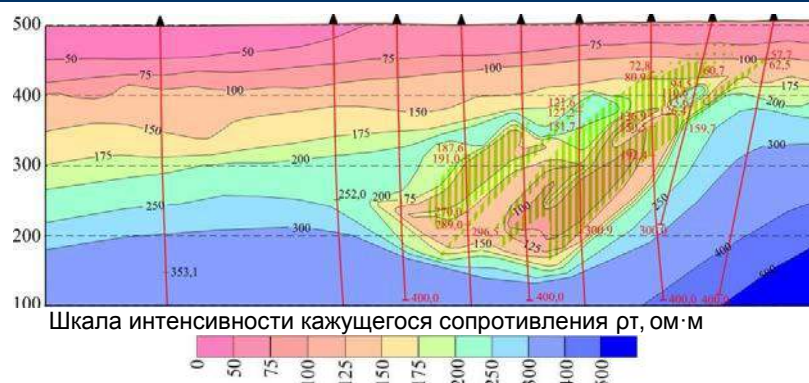


Рис. 1. Геоэлектрический разрез. Кажущееся сопротивление ρ_t (Hт)

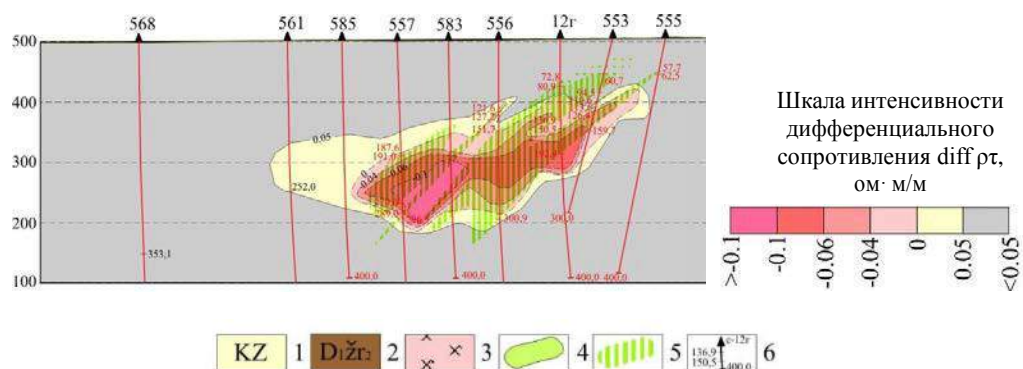


Рис. 2. Геоэлектрический разрез. Дифференциальное сопротивление $\text{diff } \rho_t$ (Hт)

1 – кайнозойские отложения, песчистые глины, глины с примесью валуно-щепнисто-древяного материала; 2 – девонская система, нижний отдел, жарсорская свита, песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты, преимущественно красноцветные, с горизонтами туффитов кислого состава; 3 – кварцевые диориты средне-мелкозернистые; 4 – рудные тела с медной минерализацией (по данным хим. анализов, борт – 0,3 %); 5 – зоны с меднопорфировой минерализацией (на геоэлектрических разрезах); 6 – поисково-разведочные скважины, цифрами указаны рудные интервалы и глубины скважин

Как видно, на примере месторождения Нурказган основная задача геофизических работ состояла в локализации оруденения медно-порфирового типа (поисковый этап). Однако, задача поисков обычно не ограничивается выделением аномальных зон, перспективных на обнаружение медно-порфирового оруденения. Необходимо также определить внутреннее строение рудных зон, морфологические особенности, условия залегания рудных тел. Проводить комплексную работу.

Литература

1. Антонюк Р.М., Хамзин Б.С., Исмаилов Х.К., Клочков М.В. Геодинамическая позиция месторождений металлических полезных ископаемых Центрального Казахстана // Особенности геологического строения и металлогении Казахстана, 2012. – С.93–103.
2. Байдалинов А.Т., Хамзин Б.С. Медное оруденение и гидротермальные метасоматиты месторождения Нурказган // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан-2030». – Караганда: КарГТУ, 2008. – Вып. 2. – С. 21–23.
3. Гранкин М.С., Мальченко Е.Г., Козлов А.Д. Медно-порфировое оруденение девонского вулканического пояса // Геология и разведка недр Казахстана. – № 1. – 1995. – С. 18–22.
4. Гранкин М.С., Мальченко Е.Г., Козлов А.Д. Медно-порфировое оруденение девонского вулканоплутонического пояса // Гео. и разв. недр Казахстана. – 1995. № 1. – С. 18–24.
- 5.

АДАПТАЦИЯ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА ПРИМЕРЕ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА СРЕДНЕ-ИШИМБИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Р.Х. Мансуров

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва, Россия

Территория Енисейского кряжа характеризуется сложным горно-таежным ландшафтом, где традиционные поисковые методы зачастую оказываются недостаточно эффективными. Поисковые работы затруднены вследствие значительной закрытости склонов и водоразделов, наличия многолетнемерзлых моховых

и гумусово-торфяных слоев большой мощности. В таких сложных ландшафтных условиях силами ЦНИГРИ осуществлялись поисковые работы на выявление большеобъемного золотого оруденения, локализованного в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади, расположенной в центральной части Енисейской золоторудной провинции на границе Северо-Енисейского и Мотыгинского административных районов. Применяется новая, принятая в институте методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах, успешно апробированная на золоторудных объектах Верхне-Хатыннах-Олботского, Лебединского рудных узлов, Бодайбинского рудного района, и др. [1, 2]. Методика включает в себя как традиционные, так и нестандартные приемы.

Методика поисковых работ включает в себя несколько последовательных этапов [3].

На *первом этапе* перспективная площадь была изучена серией опорных геолого-геофизических профилей с целью выявления рудоконтролирующих зон складчато-разрывных деформаций. Исследования включали в себя комплекс геологических (маршруты), геохимических (литогеохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) – средняя глубина опробования 0,3 м, интервал 50 м) и геофизических (электро-, грави-, магниторазведка) методов поисков. На этом же этапе осуществлялись геохимические поиски по потокам рассеяния (ПР) масштаба 1:50 000 и геолого-поисковые маршруты масштаба 1:25 000.

В результате локализована рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций в южной части площади. Зона приурочена к узлу пересечения разломов нескольких направлений в зоне влияния регионального рудоконтролирующего глубинного Ишимбинского разлома. В геологическом строении участка принимают участие карбонатно-терригенные отложения сухопитской серии среднего рифея: известняки, известковисто-глинистые сланцы, мраморизованные известняки свит аладьинской и карточки объединенных, и нижележащие алевроито-глинистые сланцы с прослоями кварцитовидных песчаников, кварцитов погорюйской свиты. Зона складчато-разрывных деформаций обладает следующими основными поисковыми признаками: 1) аномалия золота в ВОР с содержанием более 0,01 г/т; 2) высокие концентрации золота (до 0,4 г/т) в ПР; 3) в геофизических полях выявлен “распад” рисунка магнитного поля: зона разрывных нарушений субмеридионального простирания, выраженная резкими градиентами значений магнитного поля «распадается» в пределах зоны складчато-разрывных деформаций, что служит косвенным благоприятным признаком рудного процесса; 4) наличие гидротермально измененных пород с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной вкрапленной минерализацией.

Таким образом, исследования первого этапа позволили локализовать рудоконтролирующую структуру и выделить перспективный участок для постановки поисков второго этапа – поисковый участок Южный.

На *втором этапе* поисковых работ осуществлялись геохимические поиски по ВОР, проходка линий копушей глубиной 0,8–1 м, геолого-поисковые маршруты масштаба 1:10 000. Геохимические поиски по ВОР велись по нестандартной сети 200x20 м с опробованием из копушей глубиной 0,3 м. Проходка линий копушей глубиной 0,8 м осуществлялась по нижним бортам склонов с интервалом 20–40 м между копушами. В копушах проводилось шлиховое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, а также сколковое опробование гидротермально измененных пород в делювиальных отложениях с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной минерализацией.

Геолого-поисковые маршруты осуществлялись с целью изучения гидротермально-метасоматических процессов, выяснения природы потенциально рудоконтролирующих и рудо локализирующих элементов космодешифрирования, выявления и прослеживания минерализованных зон. Следует отметить, что элювиально-делювиальные отложения практически повсеместно перекрыты почвенно-растительным слоем, редко отмечаются малосмещенные делювиальные крупнощебнисто-глыбовые развалы измененных пород. В связи с этим доступ к информативному слою делювия возможен лишь с помощью проходки копушей глубиной до 0,6 м.

В результате поисков второго этапа выявлен ряд потенциально золотоносных минерализованных зон в пределах рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных деформаций поискового участка Южный. Минерализованные зоны характеризуются следующими основными элементами:

1) Минерализованные зоны отвечают интервалам повышенных концентраций золота более 0,1 г/т (ширина зон до 400 м, протяженность превышает 1,5 км) в пределах широкого (1,5x1,7 км) вторичного литогеохимического ореол золота с содержанием металла более 0,05 г/т.

2) По результатам опробования нижнего потенциально продуктивного слоя делювия по линиям копушей установлен шлиховой ореол золота, представляющий собой протяженную (около 1,5 км по линии копушей) зону со средним содержанием золота 5-7 знаков на шлиховую пробу. В пределах этого ореола выделен интервал наиболее высоких содержаний золота в шлиховых пробах (от 6 до 19 знаков на шлик) протяженностью около 200 м. Шлиховой ореол пространственно сопряжен с аномалией золота в ВОР в восточной части участка.

3) Минерализованные зоны, выявленные в ВОР и шлиховом ореоле золота, в крупнообломочном материале делювиальных отложений представлены интенсивно бурошпатизированными (прожилки и вкрапленность анкерита), сульфидизированными (вкрапленность окисленного пирита), умеренно окварцованными породами со слабо проявленной кварцевой жильно-прожилковой минерализацией.

Таким образом, по результатам поисков второго этапа по комплексу поисковых признаков (аномалии золота в ВОР, шлиховой ореол золота, зоны развития гидротермально измененных пород) выделены потенциально золотоносные минерализованные зоны.

На *третьем этапе* поисков осуществлялась проходка линий шурфов до коренных пород с интервалом 10-20 м между шурфами и бульдозерных расчисток глубиной 1 м с целью локализации золотоносных минерализованных зон. В шурфах производилось шлиховое, сколковое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювия, а также бороздовое опробование коренных пород в шурфах.

По результатам опробования шурфов выделены участки для вскрыши бульдозерными расчистками – золотоносные минерализованные зоны с содержаниями золота от 0,1 г/т в первичных ореолах и в ВОР.

Результатом поисковых работ третьего этапа явилось выявление наиболее мощной минерализованной зоны в центральной части участка Южный – зоны Центральной. Мощность зоны 280 м, протяженность более 800 м. Морфологически зона характеризуется сложным линейно-штокерковым строением. Минерализованная зона представляет собой гидротермально-измененные кварцованные, серицитизированные, бурошпатизированные (анкерит) породы, в разной степени насыщенные кварцевыми, кварц-бурошпатовыми жилами и прожилками (от 2-3 до 18-20 жил и прожилков на 1 пог. м), разноориентированными, взаимопересекающимися, с сульфидной (пирит, редко халькопирит) вкрапленностью до 5-7 об.% в околожильном пространстве. Вмещающие породы – отложения нижней пачки свит аладьинской и карточки объединенных (известняки, известковисто-глинистые). Таким образом, третий этап поисков позволил локализовать золотоносную минерализованную зону и определить участки для проходки бульдозерных канав до коренных пород с целью выявления рудных зон в пределах первой. *Четвертый завершающий этап* поисков – комплекс горно-буровых работ. Наиболее минерализованные участки – потенциально рудные зоны в пределах Центральной минерализованной зоны были вскрыты траншеями до коренных пород, а затем “подсечены” серией буровых скважин. По предварительным результатам лабораторно-аналитических работ выявлены эпицентры повышенных содержаний – некондиционные рудные зоны с содержаниями золота более 0,3 г/т. Их мощность достигает 23 м, всего выделено 4 зоны. Зоны имеют субогласную слоистости ориентировку. Визуально рудные зоны не имеют четких границ и выделяются по данным опробования. Для них характерно увеличение концентрации кварцевых прожилков (до 15-20 и более прожилков на 1 пог. м), как правило, секущих маломощных (до 1-2 мм). Околожильное пространство насыщено (на расстояние до 5-7 см от прожилков) сульфидами – тонкой (менее 1 мм) вкрапленностью пирита до 10-12 об.%. Пирит – как кубической, так и осложненных форм (кубиктаэдры, пентагондодекаэдры). Такие участки отвечают эпицентрам содержаний золота в первичных ореолах и в ВОР от 0,3 г/т.

Таким образом, методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах позволила в короткие сроки с использованием незначительного объема горных выработок локализовать золотоносную минерализованную зону и некондиционные рудные зоны в ее пределах.

Важным представляется то, что результаты литогеохимического по ВОР опробования нижней продуктивной части делювиальных отложений существенно отличаются от данных стандартного опробования на глубине 0,3–0,4 м, выявляя наиболее высокие аномальные концентрации золота в ВОР. Наиболее высокие концентрации золота (>0,1 г/т) установлены именно по результатам литогеохимического опробования на контакте с коренными породами по горным выработкам. Аномалии золота в ВОР практически совпадают с повышенными содержаниями золота в первичных ореолах. Полученные данные говорят о том, что методика литогеохимического опробования по ВОР нижней продуктивной части делювиальных отложений позволяет с высокой степенью точности определить положение золотоносных минерализованных зон и потенциально рудных зон в их пределах.

Итоги работ демонстрируют успешность применения новой методики поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах Енисейского кряжа. Методика базируется на известных методах и способах изучения делювиально-элювиальных отложений, применяемых для поисков месторождений рудных полезных ископаемых: методах оконтуривания делювиальных свалов рудных тел, копушения, минералогическом, минералого-геохимическом, литохимическом.

Новыми и наиболее эффективными направлениями методики являются: применение комплекса геологических, геофизических и геохимических исследований по опорным профилям, позволяющего уже на ранней стадии изучения определить наиболее перспективные зоны складчато-разрывных деформаций и участки в пределах исследуемых площадей; литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, которое дает возможность максимально точно локализовать золотоносные минерализованные зоны, непосредственно определить участки для последующих горно-буровых работ и, соответственно, минимизировать затраты на проведение геологоразведочных работ.

Литература

1. Иванов А.И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014. – 215 с.
2. Иванов А.И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы. – М.: ЦНИГРИ, 2014. – № 1. – С. 36–42.
3. Мансуров Р.Х. Применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в горно-таежных ландшафтах на примере поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской площади // Руды и металлы. – М.: ЦНИГРИ, 2015. – № 4. – С. 39–50.

**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОЕ ШТОКВЕРКОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
 СЕКИСОВСКОЕ, КАЗАХСТАН, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ,
 РУДНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ**

Г. Мырзасадыкова, Д. Ключникова, Ж. Салахова

Научный руководитель докторант PhD, магистр геологии и разведки месторождений
 А. Мизерный

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
 г. Усть-Каменогорск, Казахстан**

Объектом данных исследований являются крупное золото-сульфидно-кварцевое штокверковое, Au-Ag-Te месторождение Секисовское. Район месторождения располагается в пределах Алейской подзоны Рудноалтайской структурно-формационной зоны. В геологическом строении района принимают участие вулканиды девона среднего, основного и кислого состава с прослоями туфопесчаников, алевролитов и известняков. Отложения карбона на описываемой территории слагают несколько участков в северо-восточной части района месторождения и представлены известковисто-глинистыми и глинистыми алевролитами, песчаниками. Рудное поле месторождения локализовано в пределах многофазного габбродиорит-диорит-гранодиорит-гранитового Секисовского массива змеиногорского коллизийного комплекса. Магматиты прорывают вулканогенно-осадочные породы фаменского и нижнекаменноугольного возрастов. Северо-восточная часть рудного поля осложнена региональными тектоническими нарушениями северо-западного простирания, в которых локализуются зоны эксплозивно-гидротермальных брекчий [3-5].

В строении рудного поля месторождения принимают участие магматиты четырех фаз становления змеиногорского комплекса. Преобладают гранодиориты и диориты второй, и плагиограниты третьей фаз внедрения комплекса (более 90%). Породы первой фазы (габбро, габбро-диориты) слагают останцы среди магматитов поздних фаз. Породы второй фазы (диориты-гранодиориты) внедрения слагают 35 – 40 % центральной части рудного поля, на флангах имеют весьма ограниченное распространение. Породы третьей фазы, среди которых резко преобладают плагиограниты, составляют основную (более 60%) часть рудного поля, имея преимущественное распространение на флангах. Породы четвертой фазы (биотитовые граниты, плагиограниты) развиты незначительно в узлах пересечения разрывных нарушений различного направления на юго-восточном и северо-западном флангах рудного поля и слагают тела размером от 0,5 x 1,0 до 1,0 x 2,0 км. Широко проявлена дайковая серия, представленная мелко- и микрозернистыми диоритами, диоритовыми порфирами, аплитовидными гранитами, гранит-порфирами, кварцевыми альбит-порфирами, фельзитами (рис. 1а).

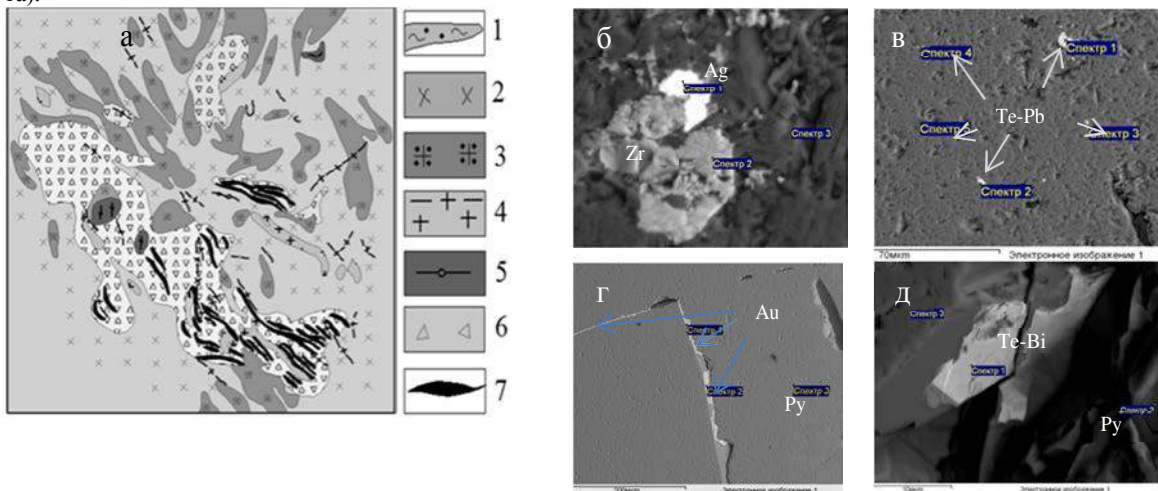


Рис.1 – Геологическое строение и рудная минерализация Секисовского месторождения
 а- схема геологического строения и геологический разрез (по материалам «Востказгеология»), 1 – четвертичные отложения; 2 - гранодиориты, кварцевые диориты; 3 – биотит-розовообманковые граниты, плагиограниты; 4 - аплитовидные граниты, гранит-порфиры и 5 - плагиогранит-порфиры змеиногорского комплекса (С₂₋₃); 6 – эксплозивные брекчии смешанного и кислого состава; 7 – золоторудные тела

б - Самородное серебро и циркон в кварц-серичитовом агрегате; в – теллуриды свинца в пирите, золото в трещинке в пирите; теллуру - висмутин в пирите. Фотографии сделаны на электронном просвечивающем микроскопе JSM

контролируют размещение эксплозивно-гидротермальных брекчий, рудных тел и даек. Субмеридиональные и северо-восточные нарушения с субвертикальными и крутыми углами падения являются более поздними,

обуславливают блоковую структуру месторождения, влияют на морфологию тел дайковой серии и приводят к сдвиговым перемещениям [5].

Золотоносный штокверк сложен брекчированным обломочным материалом вмещающих магматических пород (диоритов, плагиогранитов и переходных между ними разновидностей). Брекчии сцементированы тонкоизмельченным материалом того же состава, либо жильными кварцевыми, кварц-карбонатными гнездами и прожилками с вкраплениями рудных минералов – пирита (преобладает), сфалерита, галенита. Рудоносные брекчии имеют трубообразную, вытянутую форму, размер в верхнем сечении от 40х100 м до 120х500. На глубину брекчии прослежены до 950м.

Выделяется 4 типа брекчий: брекчии среднего, средне-основного, смешанного и кислого составов. Размер обломков колеблется от 0,1 м до 2 м, преобладают обломки 0,1-0,5 м, иногда встречаются крупные блоки вмещающих пород. Для мелкообломочных разновидностей характерна более интенсивная степень метасоматических изменений. Содержание сульфидов в цементе брекчий неравномерное и изменяется от долей процента до 15%, в среднем до 5%. Золотое оруденение пространственно и генетически связано с сульфидами, однако прямой корреляции между содержаниями сульфидов и золота не установлено [1, 2, 9].

Золото распределено неравномерно, образуя гнездово-струйчатый тип оруденения. Повышенные концентрации (струи) золота возникают в контактах различных типов брекчий, а также в контактах брекчий с вмещающими диоритами и дайками кислого состава. На месторождении выделяются 5 минерализованных золотоносных зон, в каждой из которых локализуется целая группа рудных тел: центральная, в которой выделяются 2 подзоны (северо-восточная и юго-западная); северная; северо-западная; западная; юго-западная. По падению основные рудные тела не оконтурены, форма тел лентовидная и линзовидная с преобладанием длины по падению над шириной по простиранию. Средняя мощность рудных тел колеблется от 0,58 м до 3,28 м. Ориентировка рудных тел по простиранию совпадает с ориентировкой рудных брекчий.

Руды Секисовского месторождения делятся на первичные и окисленные. В первичных рудах развито два минеральных парагенезиса. Для ранних брекчий характерен золото-железо-медно-редкометалльный парагенезис (золото I, кварц, магнетит, пирротин, марказит, пирит, шеелит, висмутин, молибденит, халькопирит). На позднем этапе сформировались брекчии смешанного типа и отложилась золото-серебро-висмут-теллур-полиметаллическая ассоциация (с золотом II, самородным серебром, теллуридами, кварцем, карбонатами, пиритом, халькопиритом, алтаитом, айкинитом, теннатитом, галенитом, сфалеритом, теллуридовисмутином, петцитом, гесситом, кренеритом, калаверитом, сильванитом) на верхних уровнях брекчиевидных тел. Данная ассоциация контролируется дайками кварцевых альбитофитов, гранит-порфиров и фельзитов. Преобладают жилки кварц-карбонатного и кварц-сульфидного составов [1, 2]. Золото находится в виде свободного металла, теллуридов (рис. 1 б, в, г, д), тонкодисперсных примесей в сульфидах. Индикаторы оруденения - Au, V, Ag, попутные компоненты - Mo, W, Cu, Pb, Zn, Te, Co и др. В первичных рудах доминирует золото класса 2-6 г/т (44,5%), при подчиненной роли концентрации 20-60 г/т. Для первичных руд характерны содержания Ag 2-10 г/т (55%) и 20-35 г/т (12,5%).

Для зоны окисления ведущими являются содержания золота 10-60 г/т (42,5%), подчиненными 1-6 г/т (32,1%). Максимальные концентрации золота в окисленных рудах 200-250 г/т, среднее 23 г/т. Диапазон концентраций серебра в окисленных рудах 2-200 г/т с преобладанием класса 20-60 г/т (49,1%). Кривые распределения Ag/Au для зоны окисления и первичных руд повторяют друг друга [1, 7, 8].

Литература

1. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. – М.: Научный мир, 2000. – 272 с.
2. Нарсеев В.А., Левин Г.Б. Брекчиевые образования золоторудных месторождений // Рудоносные брекчии и их поисковое значение. - Алма-Ата, 1977. - С.183-203.
3. Рафаилович М. С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. - Алматы, 2009. – 304 с.
4. Рафаилович М.С., Мизерная М.А., Дьячков Б.А. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства. – Алматы, 2011. – 272 с
5. Фрейман Г.Г. Закономерности локализации золотого оруденения на Секисовском месторождении // Автореферат диссертации к.г.-м.н.. Алма-Ата, 1985. 18 с.
6. V. A. Krenev, N. F. Drobot, S. V. Fomichev U.K., Aripov, E.A. Dunin-Barkovckay Gold-tellurium deposits formation conditions, mineralogical features. //Petrochemistry And Petroleum Refining Theoretical Foundations of Chemical Engineering 2015, Volume 49, Issue 4. pp532-535.
7. Kruk N.N. Early-Middle Paleozoic granitoids in Gorny Altai, Russia: Implication for continental crust history and magma sources // Journal of Asian Earth Sciences. 2011. V.42. №5.P. 928-948.
8. Naumov E., Borisenko A., Kovalev K., Kalinin Y., Fedoseev G., Seltmann R.. Gold deposits of Western Siberia and Eastern Kazakhstan: types and ages of mineralization, correlation with magmatic events //Let's Talk Ore Deposits: 11 th SGA Biennial Meeting. - Antofagasta, 2011. – pp 82-84.
9. E. Naumov, A. Mizerny, R. Seltmann, K.Kovalev, A.Izokh Mineralization style and geochronology of the Sekisovka gold deposit, eastern Kazakhstan 12 th SGA Biennial Meeting, Uppsala, 2012.

**ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ШЛИХОВ РОССЫПИ ОЛЬЧАНО-НЕРСКОЙ
ЗОЛОТОНОСНОЙ ЗОНЫ**

А.М. Назарова

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изученная золотоносная россыпь приурочена к Ольчано-Нерской золотоносной зоне, занимающей центральное положение в Верхне-Индигорском рудном районе.

Цель работы – изучение вещественного состава россыпеобразующих минералов с целью установления источника рудного вещества.

Задачи работы: изучение вещественного состава шлихов с определением пробности золота, его морфометрических особенностей, выявление минералов спутников золотого оруденения и установление возможного источника формирования золотоносной залежи.

Методика исследований. Автором отобрано 10 шлиховых проб из продуктивного горизонта (песков) для дальнейшего исследования их вещественного состава, разделения шлиховой пробы на немагнитную, магнитную и электромагнитную фракции, минералогического анализа. Монофракции золота и главного сопутствующего минерала гетита изучались под электронным микроскопом Hitachi S-3400N.

Полный минералогический анализ шлихов проведен по россыпи руч. Туора-Тас в 1940 г. в Научно-исследовательском отделе ГРУ треста «Дальстрой» в г. Магадане. В шлихах установлены следующие минералы: пирит, бурый железняк, кварц, гранат, рутил, лейкоксен, ильменит, магнетит, циркон, монацит, апатит, турмалин, шеелит, арсенопирит.

В результате исследований определены состав и соотношение минералов, выявленных предшественниками. Кроме того обнаружены сферулы гетита, которые различаются по следующим признакам – одни сферулы имеют металлический блеск, другие – стеклянный.

Золото в шлихах обнаружено в виде отдельных листоватых агрегатов (рис. 1), а также в виде тонкой вкрапленности в сферулах гетита (рис. 2). Оно представлено электрумом с различным соотношением золота и серебра (табл.) [2].

Кроме золота в сферулах обнаружены обломки кристаллов галенита и окатанные песчинки, сложенные кварц-баритовым агрегатом. Это обстоятельство может свидетельствовать о том, что коренным источником могут быть гидротермальные объекты малосульфидной золото-кварцевой формации[1]. В пределах Ольчано-Нерской золотоносной зоны вблизи россыпи известно несколько проявлений и месторождение Широкое вышеупомянутой формации.

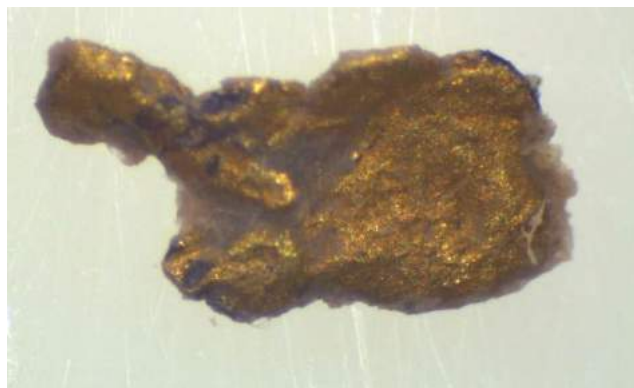


Рис. 1 Листоватый агрегат золота, увеличение 16X

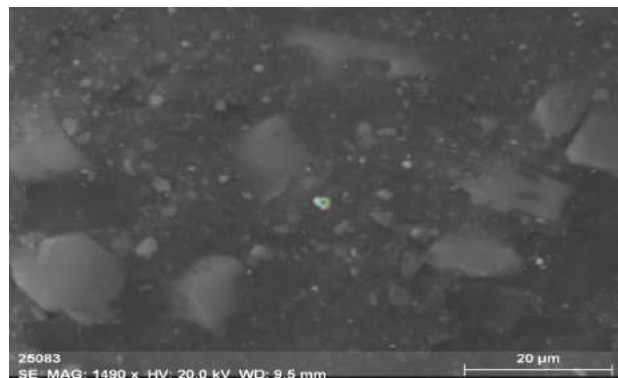


Рис. 2 Вкрапленность золота в гетите

Таблица

Характеристика россыпей Ольчано-Нерской золотоносной зоны

№ п/п	Золото	Нормализованное значение Au, %	Проба Au, ‰	Размер золота, мм	Форма золота	Степень окатанности	Вещественный состав
1	взятое из немагнитной фракции	78,902	805	0,4	чешуйчатая	слабая	кварц – 40%, пирит – 10% магнетит – 10%, гетит – 20%, коренная порода – 20%
2		74,874	762	0,1	пластинчатая	слабая	
3		92,432	978	0,04	чешуйчатая	слабая	
3а		86,904	869	0,04	чешуйчатая	средняя	
3б		95,171	952	0,04	чешуйчатая	средняя	
3в		95,538	955	0,04	чешуйчатая	средняя	
4		97,831	978	0,02	пластинчатая	слабая	
5		96,717	967	0,008	неправильная удлинённая	слабая	
5а		78,116	781	0,008	неправильная удлинённая	слабая	
6		98,337	983	0,02	неправильная пластинчатая	средняя	
6а		96,776	968	0,02	неправильная пластинчатая	средняя	
8		найденное в гетите магнитной фракции	43,4	860	0,009	комковатая	
9	33,986		826	0,003	крючковатая	средняя	
10	59,172		822	0,006	чешуйчатая	хорошо окатанное	
11	23,027		854	0,004	чешуйчатая	хорошо окатанное	
12	25,892		927	0,002	чешуйчатая	слабая	

Литература

1. Мельников А.В., Степанов В.А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 300с.
2. Кузнецова И.В. Геология, тонкодисперсное и наноразмерное золото в минералах россыпей Нижнеселенгинского золотоносного узла (Приамурье): Автореферат. Дис. ... канд. геол. – минер. наук. – Красноярск, 2011г. 22с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ГЕРМАНИЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

В.И. Наидко

Научный руководитель профессор В.А. Макаров
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В настоящее время красноярский завод АО «Германий» - один из производителей германиевой продукции в России, испытывает нехватку сырья, поэтому пополнение минерально-сырьевой базы по данному элементу необходимо и стратегически важно для развития Красноярского края и России в целом.

На данный момент, на территории края, одним из перспективных источников германиевого сырья являются лигниты Каской впадины, в частности участок «Касовский».

В регионально-тектоническом отношении участок «Касовский» находится на сочленении двух крупных геоструктур: Западно-Сибирской плиты и Енисейского кряжа.

Впервые повышенная германиеносность мел-палеогеновых отложений приенисейской части Западно-Сибирской плиты выявлена в 60-х годах прошлого столетия. В дальнейшем предприятием ОАО «Красноярскгеология» в период 1999-2004 гг. были проведены геологоразведочные работы в бассейнах рек Кас и Сым. В результате были выявлены богатые германиевые руды с содержанием Ge до 286 г/т. сухого лигнита, подсчитаны прогнозные ресурсы «Каского» участка по категории P₂ в количестве 218 т.

В 2011-2014 гг. компанией ООО «КАС» были проведены поисково-оценочные работы в пределах «Касовского» участка. В итоге проведенными работами были выявлены месторождение «Серчанское» и рудопроявление «Лапишинское». Оценены запасы месторождения по категории C₁ и C₂, а также прогнозные ресурсы по категориям P₁ и P₂ в пределах исследуемого участка. Результаты поисково-оценочных работ приведены в таблице.

Лигниты, как германиевое сырье, представляют собой углифицированные удлинённые фрагменты ископаемой древесины размером от первых сантиметров до первых метров черного и бурого цветов. Соотношение ширины и длины 1:10. На поверхности некоторых обломков отмечаются пленки окислов железа, изредка видна рудная минерализация, представленная пиритом.

Таблица

Результаты поисково-оценочных работ, проведенных в 2011-2014 гг.

Категория запасов (ресурсов)	Средняя мощность рудных тел, м	Средневзвешенная лигнитоносность, %	Средневзвешенное содержание Ge, г/т	Запасы (ресурсы), кг (т)
C ₁	0,96	14,65	233,0	396,0
C ₂				13 155,0
C ₁ +C ₂	-	-	-	13 551,0
P ₁	0,8	8,0	164,5	180,5
P ₂			128,4	2 326,0
Всего	-	-	-	2 520,021

На данный момент лигниты Каской впадины рассматриваются как один из перспективных источников германия. Учитывая что проявления лигнитообразований обширны и развиты на большой территории для расширения и пополнения минерально-сырьевой базы германия в лигнитах необходимо расширять исследования по следующим направлениям:

- Выяснение предполагаемых источников германия.
- Оценка масштабов лигнитообразований в регионе и их картирование.
- Определение механизмов транспортировки и сорбции германия и других химических элементов.

Помимо «касских» лигнитов вызывает интерес ряд полиметаллических месторождений Енисейского кряжа. Характеризуемые объекты исследовались Тенегинской партией в 60-х годах прошлого столетия и входят в Тенегинское рудное поле.

На всех описываемых рудопроявлениях развита обширная и мощная зона окисления, нижняя граница которой не установлена и предположительно находится на глубине 300 м. Руды характеризуются повышенным содержанием цинка по сравнению со свинцом. Соотношение содержаний цинка и свинца 8:1.

В результате горно-буровых работ повышенные содержания германия от 10 до 190 г/т были установлены в зоне окисления на Тенегинском рудопроявлении. Преимущественно 80% всего металла содержится в виллемите, оставшаяся часть в лимоните - 20%. На других объектах Тенегинского рудного поля повышенные содержания германия не установлены в виду недостаточной изученности.

На основании выше приведенных сведений допускается предположение, что полиметаллические месторождения и рудопроявления Енисейского кряжа могут являться перспективным источником германия в Красноярском крае. Поэтому, для установления германиеносности руд свинцово-цинковых объектов Енисейского кряжа и возможности их комплексной добычи, необходимо разрешение следующих вопросов:

- Комплексное изучение зависимости распределения содержаний свинца и цинка в пределах Енисейского кряжа. Решение данного аспекта необходимо потому, что германий тесно связан с цинком и его минералами, и это может служить индикатором его повышенных содержаний.
- Обширное и детальное изучение фондовых материалов по полиметаллическим месторождениям Енисейского кряжа.
- Проведение масштабных геологоразведочных работ с целью подтверждения ранее проведенных исследований и изучению новых, предположительно перспективных объектов на германиевое сырье.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНАТОВЫХ РУД ПРОЯВЛЕНИЯ «ВЫСОТА-181» С ПОЛИМИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТНЫМИ МЕТАСОМАТИТАМИ

А.Г. Никифоров

Научный руководитель В.В. Щипцов

*Институт геологии Карельского научного центра Российской академии наук,
г. Петрозаводск, Россия*

Рассматриваемый участок относится к Хизоваарской структуре Северо-Восточного зеленокаменного пояса (2,8-2,78 млрд. лет) [4]. В строении его участвуют породы вулканогенно-осадочного и вулканического происхождения, претерпевшие сложные процессы термодинамометаморфизма (последний этап свекофенского периода ~1, 8млрд. лет) и сопутствующее им кислотное выщелачивание. В пределах проявления выделяются комплексы гранатовых и безгранатовых амфиболитов (метавулканиты), амфибол-биотитовые сланцы (в том числе метаандезиты [1]) и Grt-Bt гнейсы, представляющие собой глубоко метаморфизованные высокоглиноземистые осадки. Активная кислотная метасоматическая переработка формирует в Grt-Bt гнейсах полиминеральные метасоматические кварциты [2], благодаря чему данные породы представляют основной интерес в плане выделения комплексных руд промышленных минералов.

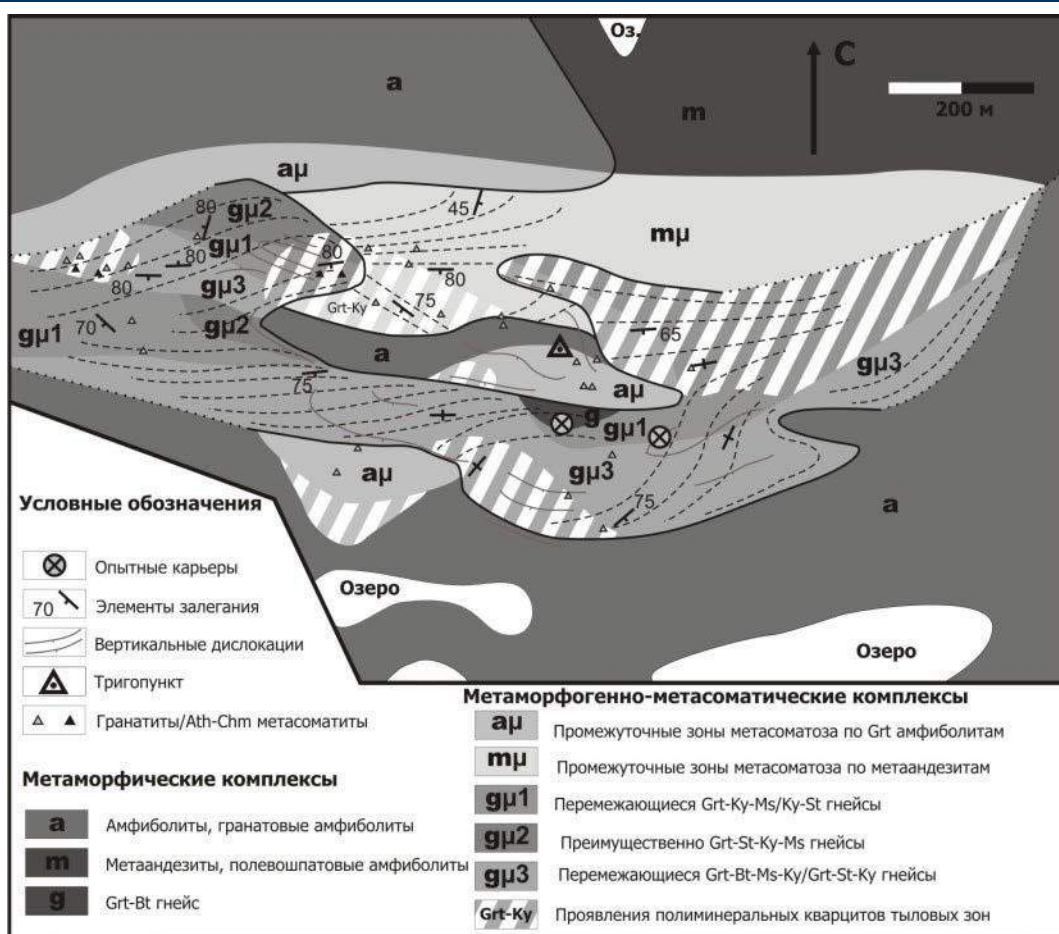


Рис. 1. Геолого-минералогическая карта-схема участка «Высота-181»

Основная рудная залежь представляет собой линзу интенсивно метасоматизированных Grt-Bt гнейсов (**г**, **гμ1**, **гμ2**, **гμ3** – рис. 1). Линза вытянутая (1200x250 м), субширотного простирания, в основном ярко выражена в рельефе и хорошо обнажена. Признаками развития метасоматических процессов служат: метасоматическая зональность, стадийность образования минералов, секущие контакты метасоматических структур по отношению к метаморфическим, скелетные Grt и St. Метасоматическая зональность проявлена повсеместно, в основном на границах Grt-Bt гнейсов с амфиболитами и метаандезитами, в зонах активной синметаморфической милонитизации. Основным промышленным минералом проявления является гранат-альмандин [3], но в метасоматитах он часто находится в ассоциации с кианитом, ставролитом, мусковитом и кварцем.

Метасоматическая колонка для Grt-Bt гнейсов приведена ниже. Следует отметить, что состав метасоматических зон не всегда подчиняется правилу фаз, что может быть объяснено активным процессом переотложения компонентов, особенно Fe-Mg составляющей.

Таблица 1

Φ=Ki	Инертные компоненты
0. Grt+Bt+Pl(~66)+Qtz Неизменные Grt-Bt гнейсы	<i>SiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO, MgO, Na₂O</i>
I. Grt+St+Bt+Ms+Pl+Qtz (происходит дифференциация на обогащенные Bt (Ia) и существенно St (Ib) полосы и линзы).	<i>SiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO, MgO</i>
IIa. Grt+St+Pl+Qtz+Ky IIb. Grt+Bt+Ms+Pl+Qtz+Ky	<i>SiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO</i> <i>MgO↑↓</i>
IIIa. Grt+St+Ky+Qtz IIIb. Grt+Bt+Ms+Ky+Qtz	<i>SiO₂, Al₂O₃, FeO</i> <i>Na₂O MgO↑↓</i>
IVa. Grt+Ky+Qtz IVb. Grt+Ms+Ky+Qtz	<i>SiO₂, Al₂O₃</i> <i>Na₂O FeO MgO↑↓</i>
Va. Grt+Qtz Vb. Grt+Ky+Qtz Vc. Grt+Ms+Qtz	<i>SiO₂</i> <i>Na₂O FeO MgO↑↓</i>

Данным метасоматическим зонам соответствуют технологические типы пород разного состава, являющиеся перспективными рудами высокоглиноземистых минералов. Ниже приведена таблица минералогических анализов малых технологических проб для различных участков рудной залежи.

Таблица 2

Состав метасоматитов	Зональность	Grт %	St %	Qtz %	Pl %	Ms %	Bt %	Ky %
Grт-Qtz-Ky-Pl	IVa	15.6	0	47.5	8	2.1	1.5	23
Grт-Qtz-Ky	IVa	13.4	1.2	46.8	4.2	1.9	0.3	30
Grт-Qtz-Ky-St	IIIa	35.5	13	31.7	0.2	0.5	0.1	14.4
Grт-Qtz-Ky-Ms-Pl	IIb	11.6	0.8	45.8	9	9.8	4.2	16.5
Grт-Qtz-Ky-Bt-Pl	Ib	29.7	4.3	37.2	6.1	2.1	6.6	11.8
Grт-Qtz-Pl-Bt	0	20.69	1.03	50	21.12	0.03	5.53	0
Grт-Qtz-Pl-Ky	IIa	22.86	1.95	43.84	12.74	3.77	1.82	11.46
Grт-Qtz-Ky-St	IIIa	21.94	5.16	51.09	0	3.05	0.1	17.19
Grт-Qtz	Va	58.53	0.13	26.67	4.96	0.93	0	1.88
Grт-Qtz-Bt	IIb	12.53	0	46.47	0.36	0.08	39.9	0.1
Grт-Qtz-Ms-Ky	IVb	9.02	0.43	40.27	0	24.83	3.82	20.6
Ms-Qtz-Ky	Vc	7.26	2.4	17.25	1.3	58.06	0.43	10.7
Qtz-Ms-Ky	Vc	3.25	0.86	51.48	0	28.8	4.8	10.47
Grт-Qtz-Bt	IIIb	11.04	0.8	61.92	0	0.5	15.74	8.6

Результаты исследования показывают, что рудная залежь проявления Высота-181 сформирована в процессе многоэтапных синтетектонических метаморфических процессов и кислотного выщелачивания. При этом метасоматические процессы формируют несколько типов комплексных руд с различными ассоциациями промышленных минералов (Grт, Ky, St, Ms, Qtz). Прослеживается четкая пространственно-генетическая связь зон метасоматоза и типов руд, так, тыловым зонам метасоматоза соответствуют Grт, Ky и Ms кварциты, промежуточным зонам многокомпонентные комплексные руды, передовым зонам и неизменному метаморфическому протолисту Grт руды с незначительным содержанием других промышленных минералов проявления.

Работа выполнена по теме 0222-2014-0005 фундаментальных научных исследований

Литература

1. Бибилова Е.В., Самсонов А.В., Щипанский А.А., Грачева Т.В., Макаров В.А. Хизоваарская структура Северо-Карельского зеленокаменного пояса как аккрецированная островная дуга позднего архая: изотопно-геохронологические и петрологические данные. Петрология 2003. Т.11. № 3. С.289-320
2. Бушмин С. А. Метасоматиты месторождения Хизоваара (Северная Карелия)// Изв. АН СССР. Сер. Геол., 1978. №7.
3. Гранатовые руды Карелии/ В. В. Щипцов, Т. П. Бубнова, Л. С. Скамницкая и др.Петрозаводск: КарНЦ РАН., 2009.
4. Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита. – Петрозаводск. Карельский научный центр РАН. 2008.

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ СТРУКТУР КАЛБА-НАРЫМСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ПОЯСА БОЛЬШОГО АЛТАЯ

Т.А. Ойцева, О.Н. Кузьмина

Научный руководитель профессор Б. А. Дьячков

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан**

Калба-Нарымский гранитоидный редкометалльный пояс, расположенный на территории Восточного Казахстана, является одним из крупнейших в Центральной Азии, в котором размещаются многие месторождения редких металлов различных генетических типов [3]. Среди них промышленное значение имели месторождения редкометалльных пегматитов (Ta, Nb, Be, Li, Cs), которые длительное время разрабатывались Белогорским горно-обогатительным комбинатом (пос. Асубулак), а сейчас законсервированы. В настоящее время в связи с возрастающей потребностью редких металлов на мировом рынке главная задача заключается в открытии новых редкометалльных месторождений на основе современных технологичных прогнозно-металлогенических работ.

Калба-Нарымский пояс в пределах территории Восточного Казахстана линейно вытянут в северо-западном направлении на 500 км при ширине 35-40 км. Его северо-западное продолжение в России перекрыто рыхлыми отложениями Западно-Сибирской впадины, а юго-восточный фланг прослеживается в Китае еще на 155 км и выклинивается в районе оз. Улунгур. В Калба-Нарыме выделяются пять основных рудных районов (с северо-запада на юго-восток) (рисунок 1): 1 - Шульбинский (потенциальный), 2 – Северо-Западно-Калбинский, 3 – Центрально-Калбинский, 4 – Нарымский и 5 – Бурчумский (в Китае). Кроме того, известны две рудные зоны (Гремячинско-Киинская, Карагоин-Сарыозекская) и 22 рудных узла, объединяющих рудные поля, месторождения и рудопроявления. Всего обнаружено 405 рудных точек, из них 25 месторождений, остальные – рудопроявления и точки минерализации [1]. Остановимся подробнее на характеристике основных перспективных площадей Калба-Нарымского редкометалльного пояса (рисунок 1).

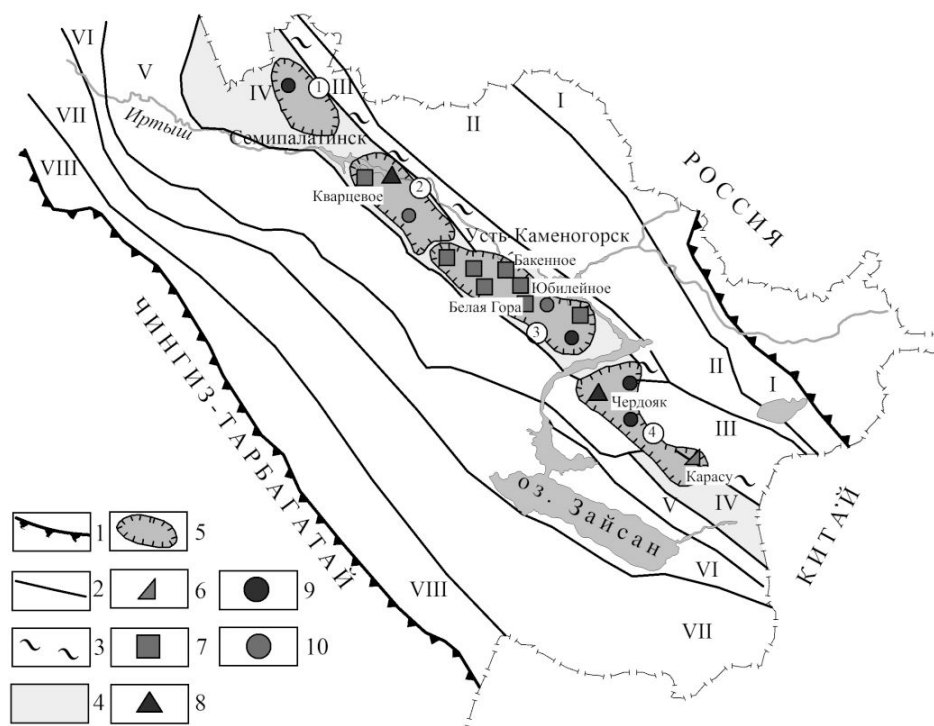


Рисунок 1 - Схема размещения Калба-Нарымского редкометалльного пояса в структуре Большого Алтая [1].

1 – границы Большого Алтая и 2 – металлогенических зон; 3 – Иртышская зона смятия; 4 – редкометалльный пояс; 5 – рудные районы (1 – Шульбинский, 2 – Северо-Западно-Калбинский, 3 – Центрально-Калбинский, 4 – Нарымский); 6 – 10 – месторождения: 6 – альбитит-грейзеновое (Sn, Ta), 7 – редкометалльных пегматитов (Ta, Nb, Be, Li и др.), 8 – грейзеново-кварцевожилые (Sn, W), 9 – гидротермальные кварцево-жилые (Sn, W) и 10 – оловянные. Металлогенические зоны (I – Белоубинско-Сарымсактинская, II – Рудноалтайская, III – Иртышская, IV – Калба-Нарымская, V – Западно-Калбинская, VI – Чарская, VII – Жарма-Саурская, VIII – Сиректас-Сарсазанская).

Шульбинский рудный район в целом перспективен на обнаружение месторождений следующих типов: 1) альбитит-грейзеновых с Sn, Ta (тип Карасу); 2) редкометалльно-пегматитовых (тип Кварцевого); 3) грейзеново-кварцевожилых штокерков (W, Sn, Bi); 4) россыпей касситерита, вольфрамита и танталита (тип Торткалмака); 5) золото-сульфидных месторождений (в корках выветривания). Таким образом рассматриваемый район является одним из слабо изученных в Калбе и по сравнительно большой занимаемой площади, благоприятным геолого-геофизическим и металлогеническим признакам содержит потенциальные ресурсы Ta, Sn, Be, W. Расширение перспектив северо-западного фланга Калба-Нарымского пояса связывается с уточнением его юго-западной границы в пределах Семипалатинского Прииртышья, где по геолого-геофизическим данным выделяются скрытые под чехлом рыхлых отложений гранитоидные массивы, потенциально рудоносные на редкие металлы. Для оценки территории на первом этапе рекомендуется постановка глубинного геологического картирования в комплексе геологических, геофизических, геохимических методов и буровых работ.

Северо-Западно-Калбинский район пространственно расположен между Шульбинским и Центрально-Калбинским районами. Здесь известно пегматитовое месторождение Кварцевое и грейзеново-кварцевожилые месторождения и рудопоявления Каиндинской и Убинской групп (Sn, W). На территории района выделяется перспективная площадь Актюбе-Кварцевая. В пределах месторождения Кварцевое находится танталитовая россыпь элювиально-делювиального типа. Мощность продуктивного горизонта (суглинки) до 3,8 м и содержание танталита от первых до сотен г/м³. Плотик представлен гранитами или красно-бурыми глинами павлодарской свиты (N₁²⁻³ – N₂¹⁻² рч). К востоку от этой россыпи двумя скважинами на глубинах 40 и 46 м (Т.К. Кашапов и др., 1970 г.) среди красно-бурых глин вскрыт слой глин, насыщенный обломочным материалом и мощностью 2,5-5 м с повышенным содержанием танталита (до 15 г/м³), что еще более увеличивает перспективы указанной площади.

Центрально-Калбинский район – это главный рудный район Калба-Нарымской металлогенической зоны, объединяющий промышленные месторождения редкометалльных пегматитов – Бакенное, Белая Гора, Юбилейное и другие, описанные ранее. В Центральной Калбе с учетом построенных геолого-генетических моделей и геолого-промышленной типизации рудных объектов основное внимание должно уделяться поискам и оценке месторождений редкометалльных пегматитов многокорневой жильной мофоструктуры (центрально-калбинский тип). Обосновывается также перспективность поисков олово-танталового оруденения

«внепегматитового» типа, связанного с альбитит-грейзеновыми метасоматитами в слепых куполах гранитных массивов (тип Карасу). В Асубулак-Белогорском и Огневско-Бакенном рудных узлах и Карагоин-Сарыюзекской рудной зоне расширение прогнозных ресурсов (Ta, Nb, Li, Be, Sn и др.) связывается с доизучением флангов и глубоких горизонтов известных рудных полей и месторождений.

Нарымский район. Главная задача заключается в дальнейшей оценке месторождения Карасу с целью обосновывания практической значимости нового для Калбы Sn-Ta оруденения в скрытых гранитных куполах. Обнаружение подобных объектов «внепегматитового типа» может существенно укрепить сырьевую базу танталового производства. Месторождение Чердоак является ярким примером наложенного грейзеново-кварцевожильного Sn-W оруденения на плагииграниты кунушского массива. Содержание олова в них 0,1%; WO₃ – 0,13-0,19%. В соответствии с геолого-генетической моделью на месторождении вскрыта только средняя часть рудоносной зоны, ниже предполагается развитие альбитит-грейзеновых метасоматитов и пегматитов (Sn, Ta, Be). Кроме редкометалльного оруденения, на месторождении отмечаются относительно высокие содержания минералов платиновой группы в сопровождающих зонах сульфидизации среди плагиигранитов кунушского комплекса и сланцев такырской свиты, в г/т: Pt - 2,6; Pd - 8,71; Rh - 1,25; Sr - 0,10; Ru - 0,32; Os - 0,05 (анализы по 15 пробам, по данным О.Д. Гавриленко, Л.Н. Мочалкиной). Рекомендуется доразведка месторождения с бурением скважин до глубины 200-300 м.

С целью укрепления и развития редкометалльного производства целесообразно возобновить поисковые работы, в первую очередь на северо-западном фланге Калба-Нарымского плутона (Шульбинский район) и в юго-западном экзоконтакте Прииртышского гранитного массива, где по геолого-геофизическим данным прогнозируются скрытые рудоносные массивы [2]. Последние перспективны на обнаружение редкометалльных пегматитов и олово-танталового оруденения в альбитит-грейзеновых метасоматитов. Увеличение прогнозных ресурсов (Ta, Nb, Be, Li, Sn) связывается также с доизучением флангов и глубоких горизонтов известных рудных полей и месторождений. Рентабельность производства может быть существенно повышена при комплексной переработке Ta-Li-Be концентратов по химико-металлургической технологии.

Таким образом, в Восточно-Казахстанском регионе имеются реальные возможности укрепления сырьевой базы для предприятий горно-металлургического комплекса. Прогнозные ресурсы тантала, ниобия, бериллия, олова и других полезных ископаемых еще значительные.

Литература

1. Большой Алтай (геология и металлогения)». Кн. 2. Металлогения // Щерба Г.Н., Беспяев Х.А., Дьячков Б.А. и др., Алматы, РИО ВАК РК, 2000.- 400 с.
2. Дьячков Б. А. Генетические типы редкометалльных месторождений Калба-Нарымского пояса//Монография. Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2012. – 129с.
3. Котлер П.Д., Хромых С.В., Владимиров А.Г., Навозов О.В., Травин А.В., Крук Н.Н., Мурзинцев Н.Г. Новые данные о возрасте и геодинамическая интерпретация гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан) // ДАН, 2015, том 462, № 5. С. 1–6.

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЗВЕСТНЯКА (O1) НА ЗАПАДНОМ УЧАСТКЕ ЖИРНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Осадчий

Научный руководитель доцент Г.В. Рябов

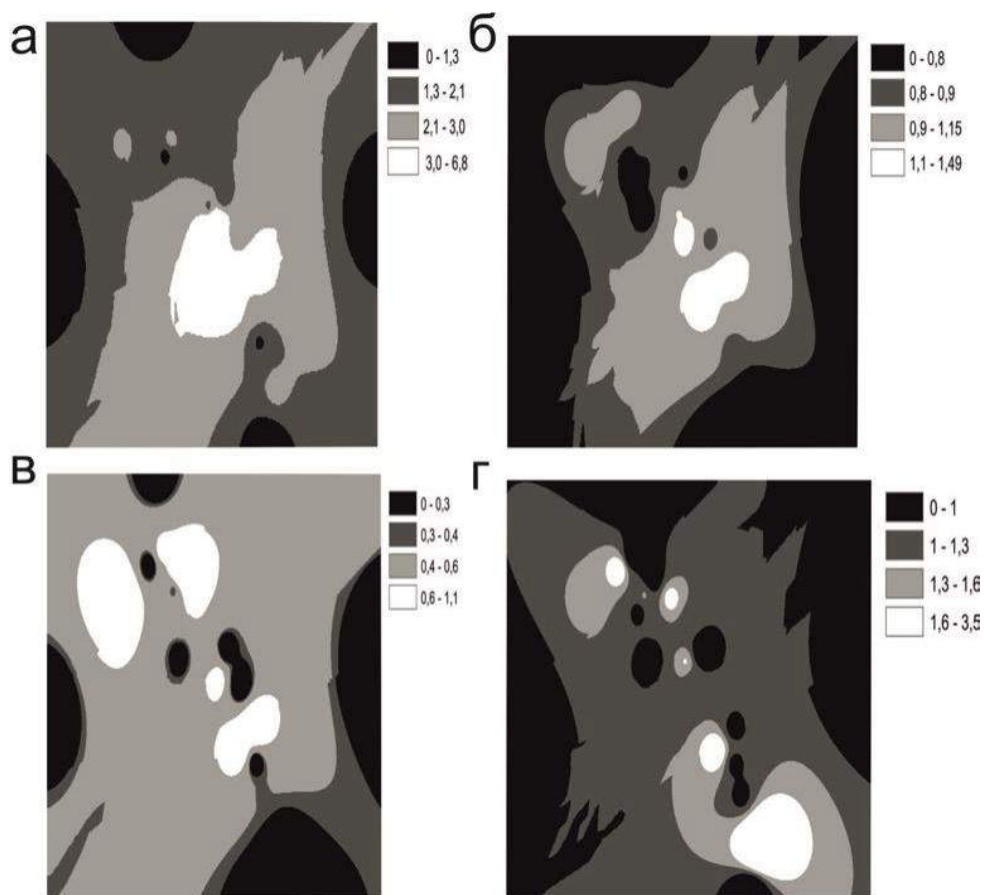
**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.
Платова, г. Новочеркасск, Россия**

Месторождение известняков Западного участка Жирновского месторождения расположено в Тацинском районе Ростовской области. Месторождение сложено осадочными породами авиловской свиты С₃. Продуктивная толща представлена слабо перекристаллизованными органогенно-хемогенными известняками, залегающими в виде пласта, падающего в пределах участка моноклиально на север-северо-восток. Вскрытая скважинами мощность отложений свит колеблется от 6,3 до 14,2 м и составляет в среднем 12,3 м. Закарстованность невысокая - 3,16%. Известняки полезной толщи весьма однородные, они представляют собой микрозернистую породу темно-серого цвета с раковистым изломом. В составе известняков преобладает кальцит, зерна которого размером не менее 0,1 мм тесно соприкасаются друг с другом. Так же известняки затронуты процессами перекристаллизации, в них наблюдаются гнезда и прожилки эпигенетического кальцита, развитые по первичным пустотам и приоткрытым трещинам, а также микростилолитовые швы [1].

В данной работе было произведено изучение закономерностей изменения химического состава известняков O₁ по результатам опробования, произведенного при разведке месторождения. Изучена зональность распределения в известняках таких элементов, как SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, H₂O, CO₂, SO₃, P₂O₅. С помощью программы ArcMap методом обратных взвешенных расстояний были построены карты распределения химических элементов в пространстве [2]. Для определения основных статистических показателей (минимальное значение, максимальное значение, среднее значение, среднее квадратичное отклонение, асимметрия, эксцесс) в программе ArcMap программного пакета ArcGIS, с помощью инструмента Geostatistical Analyst построены гистограммы по каждому элементу [2]. Кроме того, в программе Statistica были рассчитаны корреляционная матрица и дендрограмма для выделения групп показателей, сходных по своим характеристикам [3].

Для изучаемых известняков определяющими показателями качества являются показатели CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O. Химический состав показал, что известняки хемогенные, а значит можно предположить, что они образовались при осаждении кальцита из пересыщенных карбонатом кальция растворов вод морей.

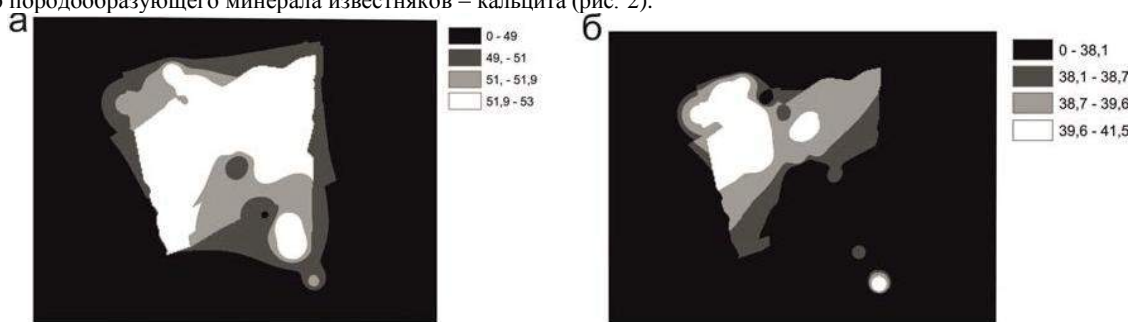
Изучение карт и графиков позволило отметить ряд особенностей и сделать некоторые выводы. Анализ карт распределения компонентов полезных ископаемых показал, что можно разделить все химические элементы на 2 группы, распределения которых в пространстве противоположны друг другу. В первую группу входят элементы SiO₂, Al₂O₃, FeO, MgO, имеющие отчетливые положительные связи (рис. 1).



*Рис.1 Схематические карты распределения гранулометрических фракций
а – SiO₂, б – Al₂O₃, в - FeO, г – MgO*

В условных обозначениях указаны содержания химических элементов (в процентах)

Вторая группа включает химические элементы CaO и CO₂, содержание которых имеют отрицательные связи. Можно прийти к выводу, что распределение содержаний CaO и CO₂ определяется распределением главного породообразующего минерала известняков – кальцита (рис. 2).



*Рис.2 Схематические карты распределения гранулометрических фракций
а – CaO, б – CO₂*

В условных обозначениях указаны содержания химических элементов (в процентах)

Остальные изученные компоненты являются составными частями глинисто-терригенной примеси, которая осложнена хемогенным накоплением известняка в результате сноса материала с суши. SiO₂ в породах присутствует как в свободной форме, так и в составе глинистых минералов.

Максимальные значения содержания этих примесей достигают в центральной части исследованного участка, снижая здесь качество известняка, как сырья.

Литература

1. Геология СССР. Ростовская область. Т. 46. – М.: Недра, 1970
2. Замараев В.В. ArcMap – руководство пользователя
3. Математические методы моделирования в геологии: Учебник / Г.С. Порохов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). – СПб, 2006. – 223 с.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПРОГНОЗ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ АКИМОВСКОЙ РУДНОЙ ПЛОЩАДИ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

А.А. Осмоловский

Научный руководитель доцент Т.В. Тимкин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Акимовская рудоносная площадь находится в СЗ части Горного Алтая. Административно входит в состав Курьинского и Краснощёковского районов Алтайского края Сибирского Федерального округа РФ (рис.).

Исследуемая территория расположена в переходной зоне от Предалтайской равнины к горам и представлена холмисто-увалистым и мелкосопочным предгорьем и низкогорьем с небольшими (50–120 м) относительными превышениями и с абсолютными отметками 400–430 м. Климат района резко континентальный, со средним количеством осадков не превышающим 450–500 мм. Гидросеть района работ развита слабо. Главная водная артерия региона р. Чарыш. В центре площади в субмеридиональном направлении протекает р. Локтевка, в западной части – р. Поперечная, а в восточной – р. Кукуйка, – все это левые притоки р. Чарыш (рис.).

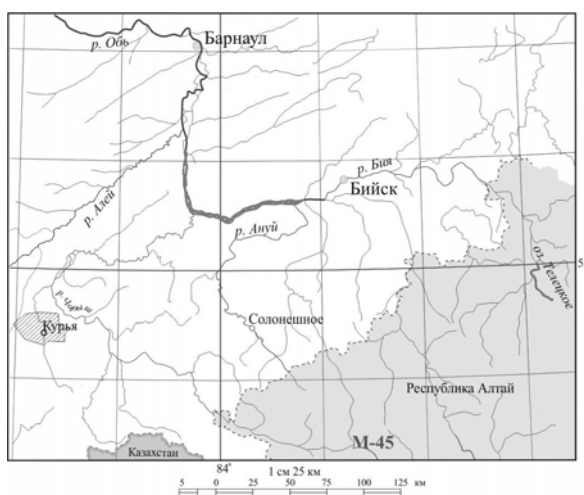


Рис. Обзорная карта района работ

1 – государственные границы; 2 – гидросети; 3 – контур площади работ

В металлогеническом отношении исследуемая площадь находится в западной части Северо-Алтайского золотоносного пояса, характеризующейся широким проявлением среднедевонского вулканизма [5]. Региональная позиция Акимовской рудоносной площади, входящей в состав Новофирсовского рудного узла, определяется положением в Чарышском блоке, вблизи его границы с Рудно-Алтайским блоком, в пределах прогиба, наложенного на кембрийско-силурийские структуры, и выполненного карбонатно-терригенными отложениями нижнего девона (камышенская D₁kt и барагашская D₁br свиты), вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями среднего-верхнего девона (кукуйская свита D₂₋₃kk), прорванными субвулканическими телами диоритовых порфиритов, риодацитов и риолитов среднедевонского кукуйского комплекса [6]. С магматическими образованиями кукуйского комплекса пространственно ассоциирует золото-серебряное оруденение.

В структурном плане на исследуемой площади дешифрируются преимущественно прямолинейные элементы рельефа, соответствующие фрагментам разрывных структур. Выделяются (по количеству и протяженности) линейные элементы СВ и СЗ простирания. Кольцевые и дуговые формы рельефа дешифрируются на участках развития вулканогенных и метасоматических образований [3].

По данным [1] метасоматические образования, в пределах площади, разделены на площадные метасоматиты «прогрессивного этапа развития магмато-гидротермальных систем» и «плутоногенные метасоматиты регрессивного этапа» линейных зон. В площадных метасоматитах выявлена вертикальная зональность с последовательной сменой по восстанию гидротермальной колонны пропилитов (эпидот-кальцитовая и альбит-хлорит-кальцитовая фации), аргиллизитов (каолинит-сметитовая и каолинит-кварцевая фации) и вторичных кварцитов. Линейные метасоматиты (березиты и аргиллизиты) фиксируют центры гидротермальной активности и контролируют положение золото-серебряной минерализации.

В основу наших исследований положены результаты литохимических поисков масштабов 1:50 000 по вторичным ореолам и 1:200 000 по потокам рассеяния, выполненные ОАО «Горно-Алтайской экспедицией» 2006-2009 гг. В общей сложности было обработано более 2 тысяч проб для оценки золотоносности территории. Обработка материалов проводилась с использованием стандартных статистических программ, а геометризация результатов выполнена с применением ArcGIS и Surfer в соответствии с принятыми методиками и подходами [2, 7, 8, 9].

В процессе исследований нами определены фоновые и минимально-аномальные концентрации золота и элементов-спутников во вторичных ореолах и потоках рассеяния; выявлены геохимические ассоциации и исследована зональность их размещения в пределах рассматриваемой площади. Определена позиция золото-серебряного оруденения в структуре аномального геохимического поля и предложены геохимические критерии прогноза золото-серебряного оруденения в пределах Акимовской перспективной площади.

Фоновые и минимально-аномальные содержания элементов рассчитаны по стандартной методике А.П. Соловова [3]. На рассматриваемой площади распределение всех элементов не соответствует нормальному закону ($A/S_A > 3$ и $E/S_E > 3$), поэтому при расчете фоновых и аномальных значений использована модель логнормального распределения.

Для выявления устойчивых ассоциаций элементов и анализа их пространственного размещения с целью расшифровки структуры геохимического поля, нами использовано группирование переменных методом факторного анализа.

Во вторичных геохимических ореолах изученной площади выделяется 4 фактора. Их интерпретация дается исходя из элементного состава, пространственного распределения факторов и геологической ситуации. Так фактор 1 (W, Sn, Li) фиксирует в целом Курьино-Акимовскую вулкано-тектоническую структуру, которая является палеокардерой; фактор 2 объединяет элементы (Co, Ni, Cr, V), которые обычно накапливаются в зонах фронтального обогащения, что характерно для всех типов гидротермальных месторождений и может быть использовано для оконтуривания АГП, связанных с объектами различных рангов, то-есть, для ранжирования рудогенных геохимических полей. Фактор 3 соответствует собственно золоторудной минерализации (Au, As, Sb), элементный набор фактора 4 (Ag, Mo, Sn, Pb) может быть связана с сульфидной минерализацией на флангах рудных тел и в надрудном пространстве, где относительная роль золота снижается.

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 [2]. Наиболее упорядоченными являются концентрически зональные аномальные структуры с накоплением рудных элементов в их центральных частях [4]. Подобная геохимическая зональность выявлена в южной части площади.

Ранее, по результатам геологических работ, на описываемой площади выделено 4 перспективных участка, 3 из которых хорошо коррелируются с выявленными геохимическими аномалиями, что является подтверждением объективности их существования.

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 перспективны и рекомендуются для поисковых работ участки, расположенные в восточной и западной частях площади.

Таким образом, золото-серебряное оруденение на изучаемой площади сопровождается во вторичном геохимическом поле ассоциациями (As, Sb), (Ag, Mo, Sn, Pb) и (Co, Ni, Cr, V). 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. Акимов Г.Ю., Тимкин В.И., Мальков В.А. Геологическая позиция, вещественный состав и история формирования Черепановского золото-серебряного месторождения, Рудный Алтай // Руды и металлы. – Москва, 2011. – № 3-4. – С. 7 – 8.
2. 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.
3. Ворошилов В.Г., Ананьев Ю.С., Тимкин Т.В. Комплексирование геохимических исследований и геологического дешифрирования космоснимков – новый подход к выделению рудоносных площадей // Региональные геохимические работы как основа для оценки рудоносности и нефтегазоносности территорий: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва, 2015. – С. 42 – 43.

4. Григоров С.А. Прикладные аспекты структурного метода поисков по геохимическим данным // Теория и практика геохимических поисков. – М.: Наука, 1990. – С. 68 – 78.
5. Кривчиков В.А., Тимкин В.И. Стратиграфическая последовательность и геодинамическая интерпретация глубоководных структурно-вещественных комплексов Талицкого блока (Горный Алтай) // Вестник Томского Гос. ун-та. Материалы научной конференции. – Томск, 2003. – С. 95 – 98.
6. Тимкин В.И. Новые данные по геологическому строению Новофирсовского рудного узла (северо-западная часть Горного Алтая) // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2010. – N 2. – С. 30 – 54.
7. 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.
8. 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.
9. Timkin, T.V., Lavrov, D.S., Askanakova, O.Y., Korotchenko, T.V., 2014. Structure-geochemical zoning of Topolninsk gold-ore field (Gorny Altai). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 21 (1). – pp. 1 – 6.

**ЦВЕТНЫЕ И БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ В КРЕМНИСТО-МЫШЬКОВО-МАРГАНЦЕВЫХ
ОБРАЗОВАНИЯХ УДЕРЕЙСКОЙ СВИТЫ И ПУТИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ
(ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

К.Д. Пахмутова

Научный руководитель доцент В.И. Стреляев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Изучалась геология терригенных осадочных образований, входящих в состав удерейской свиты среднего рифея Енисейского кряжа. Суммарная мощность этих пород на участке Сергеевском составляет около 7000 м.

При детальном исследовании разрезов установлены мелкие прослои и линзовидные тела, именуемые нами «корками», имеющими кремнисто-мышьяково-марганцевый состав.

При более детальном изучении в корках были выявлены включения зерен золота, свинца, цинка, меди, мышьяка, марганца и др. химических элементов. Мощности корок небольшие: от нескольких см до нескольких метров. Распространены они в том или ином соотношении по всем трем подсвитах удерейской свиты Сергеевского участка Партизанского рудного узла [1,2]. В основной кремнистой ткани перечисленные включения формируют самостоятельные минеральные фазы в виде сульфидов, интерметаллических соединений и окислов. Они устанавливались с применением микросондового анализа. Термодинамические расчеты и математическая обработка производились с применением расчетного аппарата, изложенного Л. Полингом и П. Полингом в работе [4]. Приемы эти позволили выявить характер различий термодинамических обстановок, тензоры концентраций элементов цветных и благородных металлов в составе корок отдельных подсвит. Отправными точками в теории путей образования корок явились не традиционные температурные пути. Л. Полинг и П. Полинг делают ставку на термические фазовые электротепловые неоднородности*. По нашему мнению, электротепловые неоднородности, в отличие от других отправных точек в теории образования минеральных корок, более объективно отражают динамику происхождения и эволюцию в поведении химических элементов корок минерализации. Возьмем, к примеру, вышеуказанные кремнисто-мышьяково-марганцевые корки различных стратиграфических уровней Сергеевского участка (таблица 1).

Подсчитано, что теплоемкость корок заметно повышается за счет включения в их состав таких химических элементов как углерод ($w=5,2eV$), сера ($w=2,5eV$), W - энергии активации.

Из аналитического материала вытекает, что вещественный состав тектонических ярусов, компонентные их «коды», зависят от разноглубинного пироморфизма, взаимосвязанных друг с другом. Проводимость «молодых» ярусов обуславливается слабеющими, по [5] обратными, тепломассопереносами с уменьшением тепловых значений полей от -520 до -640 кДж/моль (таблица 1). В то же время, в нижнем ярусе проводимость «старых» ярусов обуславливается энергоемкими «прямыми» тепломассопереносами с увеличением тепловых значений полей на 200%. С уменьшением – увеличением тепловой энергии меняется и эффективная масса цветных и благородных металлов. Физически такое явление по [5] объясняется разнонаправленным движением «композитных» консолидированных сред.

Помимо температуры нагревания - охлаждения, проводимость полупроводников, диэлектриков и металлов вызывается достаточно сильным электротепловым полем. Заряды мышьяка и золота перемещаются в направлении напряженности электрического поля в среду с обратными тепловыми потоками $m<0$ (от -520 до -640 кДж/моль), при которой векторы напряжений направлены в обратную сторону, при сравнении с таковыми корками нижней подсвиты (таблица 1).

Напрашивается вывод, что подвижность элементов, во-первых, волновая, во-вторых, различная и разнонаправленная, в-третьих, наблюдаются различия эффективных масс [5]. Эффективные массы элементов рассматриваемых корок у подошвы сводного профиля удерейской свиты и в кровле ее имеют обратные знаки. Как правило, у подошвы профиля эффективная масса m больше 0, а у кровли m меньше 0. По [5] знак импульса эффективного заряда на вершине сводного профиля меньше 0, что обусловлено с отрицательной обратно направленной «композитной средой» [5].

Таблица 1

Зональное поведение цветных и благородных металлов по анизотропным прямым и обратным энергетическим профилям удерейской свиты Сергеевского участка Партизанского рудного узла

Корки подсвит удерейской свиты (в скобках число проб)	Эффективные массы химических элементов, отн.ед.					Вычисленная по [4] энергия обратных и прямых эффективных масс, кДж/моль
	Марганец	Свинец/цинк	Медь	Золото	Мышьяк	
Корки верхней подсвиты (n=19) «обратной» среды	180	32/48	12	100	100	-640
Корки средней подсвиты (n=42) «обратной» среды	128	23/10	9	283	200	-520
Корки нижней подсвиты (n=40) «прямой» среды	33	3/9	7	410	590	+1160

Примечание: */ **Температура** – физическая величина, характеризующая различную степень нагрева тел. **Теплота** - энергия работы, которая может передаваться от одного компонента к другому, от одного тела к другому в ходе фазового химического взаимодействия. При совершении работы одного тела над другим работа непосредственно в форме теплоты передается от более нагретого тела к менее нагретому телу посредством теплопереноса.

Таким образом, фактический материал говорит об особой роли электротепловых полей с их эффективными массами, играющими немаловажную роль в зональном распределении рудообразующих фаз в твердотельном конденсированном состоянии. Геодинамика гравитации, вероятней всего, проявляется наиболее ярко в материнских расплавах-растворах [3].

Таким образом, с позиций наложенных твердотельных электротепловых объектов, природа описываемых корок существенно отличается от гравитационных природных объектов, характеризующихся ранее [3].

Главные отличия - явления эффективных масс с прямыми (+) и обратными(-) знаками. Если сравнивать с бытовыми хорошо известными приборами, то в «тепловом отношении» корки различных подсвит (тектонических ярусов) можно сопоставить с «холодильными установками». Природные «холодильники», по нашим подсчетам, имеют коэффициенты полезного действия термо электродинамических сил в пределах 10-20%. В своих «камерах» они хранят массу неизвестных комплексов руд, особенно руд с нано-элементами редкоземельных элементов, радиоактивных элементов, элементов платиновой группы и др.

Литература

1. Журавлева А.А., Стреляев В.И. О роли неантиклинальных структур в эволюции рудного процесса (Енисейский кряж) // Геология в развивающемся мире. Мат-лы Международной конф. Перм. гос. ун-т. - Пермь, 2011. – С. 14-16.
2. Журавлева А.А., Стреляев В.И. Модель формирования золотых руд (Енисейский кряж). Развитие минерально- сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А. Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней: Материалы Всероссийского форума с международным участием, посвященного 150 - летию академика В.А. Обручева, 130 - летию академика М.А. Усова и 120 - летию профессора Н.Н. Урванцева; Томский политехнический университет. - Томск. Изд-во Томского политехнического университета, 2013. - С. 174 - 176.
3. Паскаль Ю.И., Стреляев В.И., Борисов С.С. О гравитационной дифференции магматического расплава (термодинамика и кинетика). Физика, Томск, 1988. - 63с.
4. Полинг А., Полинг П. Химия. Пер. с англ. М. Изд-во Мир, 1978. - 685 с.
5. Smith D.R., Padilla W.J., Vier D.C., Nemat - Nasser S.C. and Schultz S. (2000). Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity. Phys. Rev. Lett., 84, 4184- 4187.

**МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАУКОНИТА БАКЧАРСКОГО
 МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

И.В. Рева, А.П. Гунько

Научный руководитель ассистент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

На сегодняшний день изучение глауконита вызывает большой интерес, в связи с его уникальными свойствами, благодаря которым глауконит является минералом разнопланового промышленного применения. К группе глауконитов $K_{-1}(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Al, Mg)_{2-3}[Si_3(Si, Al)O_{10}][OH]_{2-n}nH_2O$ относятся слоистые низкотемпературные магнезиально-железистые гидрослюды, обладающие структурой слюды и широкими вариациями химического состава [1]. К числу уникальных свойств глауконита относятся: молекулярно-сорбционные и ионообменные свойства, термостойкость, радиационная устойчивость, наличие красящих оксидов и т.д. На территории России глауконит хорошо изучен в западной части страны, тогда как в Сибири и Дальнем Востоке практически отсутствуют сведения о его ресурсах. Перспективой изучения глауконита в Сибирском регионе является оценка возможности его использования в различных отраслях промышленности.

Объектом изучения в данной работе являются верхнемеловые осадочные отложения Бакчарского железорудного месторождения. При исследовании были использованы следующие методы: электромагнитная сепарация, оптико-минералогический, электронная микроскопия, атомно-абсорбционный анализ.

Фактическим материалом послужили пробы слабо сцементированных гидрогетит-хлоритовых руд (более 20), отобранных с различных участков месторождения. Методом «мокрого» ситования выполнялось разделение проб на гранулометрические классы размером более 1 мм, 1...0,5 мм, 0,5...0,2 мм, 0,2...0,1 мм, менее 0,1 мм. При рассмотрении проб под бинокляром, наибольшим содержанием глауконита (20...60%) обладали фракции 0,5...0,2 мм и 0,2...0,1 мм, остальной состав проб составляли хлорит-гидрогетитовые оолиты, терригенные обломки и глинисто-глауконитовый цемент.

С помощью магнитного сепаратора (ЭВС-10/5) из проб наиболее представительных гранулометрических классов, экспериментальным путем, была получена схема обогащения глауконита (рис.1.)

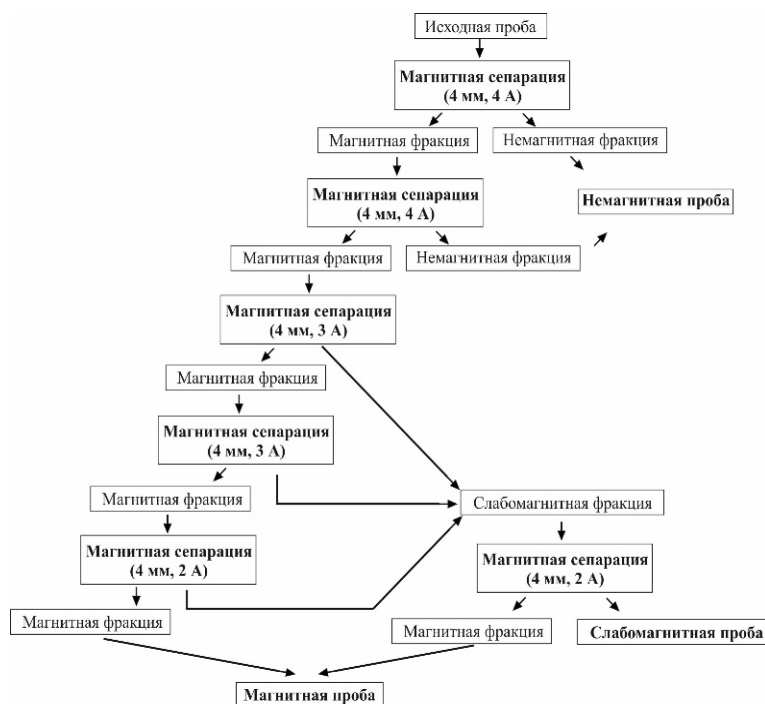


Рис. 1. Схема обогащения гидрогётит-хлоритовых руд методом электромагнитной сепарации

Результатом обогащения согласно разработанной схеме является три фракции: магнитная, слабомагнитная и немагнитная. Содержание глауконита в магнитной фракции составляет 40...70 %, что позволяет считать её глауконитовым сырьем, пригодным (по содержанию полезного компонента) к использованию во многих отраслях промышленности (по А.С. Филько). В слабомагнитной фракции содержание глауконита составляет 20...56 %, что говорит о возможности его использования для рекультивации земель, рыбном хозяйстве, очистке животноводческих ферм. Из магнитной и слабомагнитной фракций, были отобраны монофракции глауконита для расчета процентного содержания. В результате можно судить о качестве и

промышленной значимости полученных глауконитовых концентратов. Результаты подсчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Процентное содержание глауконита

Проба №	Гран. Класс	Фракция		В пробе
		Слабомагнитная	Магнитная	
1	-0,5+0,2	20,47	45,45	8,03
	-0,2+0,1	33,33	60,00	
2	-0,5+0,2	20,79	40,26	8,93
	-0,2+0,1	22,97	47,63	
3	-0,5+0,2	27,54	67,23	16,91
	-0,2+0,1	25,13	60,06	
4	-0,5+0,2	56,90	70,00	40,89

При оптическом исследовании глауконита выделены две основные разновидности минерала по цвету: фиштакво-зеленые и желтовато-зеленые. Также отмечаются зёрна синевато-зеленого, черного цвета и желтые, со слабым зеленоватым оттенком. Таким образом, авторы предполагают, что наличие различной цветовой гаммы глауконита объясняется переменностью его химического состава, которая в свою очередь зависит от постседиментационных изменений первичных образований глауконита [2].

Под бинокляром были отобраны монофракции глауконита и изготовлены полированные шашки для изучения на электронном микроскопе. Все сделанные шашки изучались на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU (максимальное разрешение 3 нм) с энергодисперсионной приставкой OXFORD X-Max 50.

Авторами были выделены следующие морфологические разновидности зерен: изометричные округлые зерна, вытянутые глобулярные, гроздевидные, биоморфные, сложные агрегаты. При высоком увеличении на электронном микроскопе удалось описать внутреннее строение глауконитовых зерен, оно представлено смешанно-слоистыми, хаотично расположенными смектит-иллитовыми пластинками и чешуйками с изрезанными очертаниями [2].

Детальное микроскопическое исследование показало наличие на поверхности глауконита, а также в его корродированных полостях, широкого спектра минеральных включений сульфидных, оксидных и силикатных минералов цветных (Cu, Zn, Pb, Sn, Bi, Co, Ni), редких и редкоземельных (Ce, Nd, La, Ta, Zr, Sr, Nb, Ba), благородных (Au, Ag), черных (Fe, Ti) металлов. Среди сульфидных минералов отмечаются: пирит, халькопирит, борнит, арсенипирит (рис.2 с), галенит, в единичных пробах отмечается карролит (?) (рис.2 d) и тетрадимит. Размер вкраплений варьирует от 0,1 до 10 мкм.

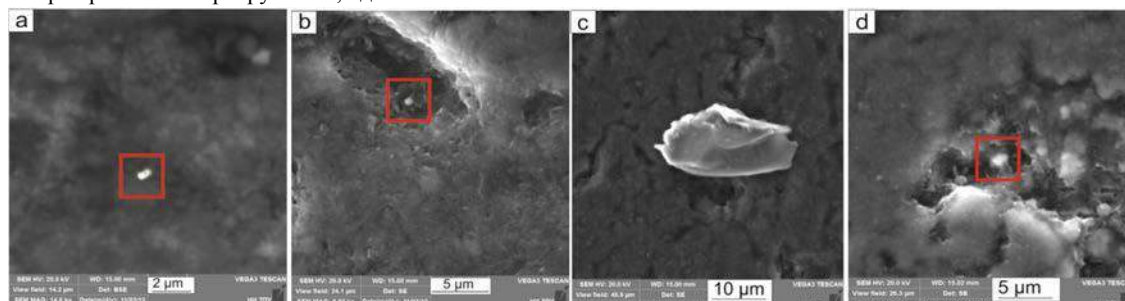


Рис. 2. Микровключения в глауконитах а – золото (изображения в отраженных электронах); б – золото (изображения во вторичных электронах); с – арсенипирит; d – карролит

Из минеральных включений, обнаруженных в глауконитах, наибольший интерес представляют субмикронные включения золота. Золото (рис. 1 а, б) имеет субизометричную, лапчатую форму с извилистыми очертаниями, размеры 0,4...0,7 мкм, в редких случаях до 2 мкм. Проведенный атомно-абсорбционный анализ также указывает на наличие золота в глауконитах. Полученные данные доказывают наличие благородных металлов в минеральном субстрате среды осадкообразования. Благодаря специфическому внутреннему строению глауконит способен осаждать в себе различные металлы и минеральные образования.

В результате проведенных исследований была разработана «простейшая» схема получения глауконитовых концентратов (с содержанием глауконита 40...70 % и 20...56 %) из гидрогетит-хлоритовых руд Бакчарского месторождения. В глауконитах установлены микровкрапления сульфидных, оксидных и силикатных минералов, «нетипичных» для данных осадочных отложений. Разнообразный состав минеральных вкраплений позволяет судить о высокой сорбционной способности глауконитов Бакчарского месторождения.

Литература

1. Николаева И.В. Минералы группы глауконита и эволюция их химического состава. В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1971, С. 320-336

2. Rudmin M., Reva I., Gunko A., Mazurov A., and Abramove R., 2015. Structural-chemical features and morphology of glauconites in sedimentary iron ore of Bakchar prospect (Western Siberia). J. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 27 012026

ТЕЛЛУРО-ВИСМУТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И.В. Рева

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Центральное золоторудное поле располагается вблизи Кузнецко-Алтайского разлома глубинного заложения, в северной части Кузнецкого Алатау. Наиболее древними породами в рудном поле являются мраморизованные известняки прокопьевской свиты венда, которые перекрываются метаморфизованными сланцами усть-анзасской свиты нижнего кембрия.

Венд-раннекембрийские отложения с угловым несогласием перекрываются среднекембрийскими островодужными базальтами и андезитобазальтами бериккульской свиты. К поверхности несогласия приурочен Центральнинский гранитоидный массив мартайгинского комплекса, по форме соответствующий гарполиту, ножка которого погружается в юго-восточном направлении. Внедрение массива произошло в интервале времени от среднего кембрия до нижнего ордовика, на коллизионном этапе развития территории.

Девонские отложения, развитые в северной части площади, объединяются в две свиты: вулканогенную палатнинскую и терригенную устькундусуюльскую. С нижележащими толщами девонские отложения имеют на описываемой территории тектонический контакт [1].

Рудные тела представлены золото-сульфидно-кварцевыми жилами с березитами, преимущественно субширотного и северо-восточного простираний. Они концентрируются в полосе субмеридионального направления протяженностью около 15 километров. Всего известно около 200 жил, протяженность отдельных из них достигает более 2 километров, по падению они прослежены до 1000 м. Вмещающими породами являются гранитоиды Центральнинского массива.

В составе золотоносных жил рудного поля описано свыше 60 минералов, главными из которых являются кварц, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, кальцит, халькопирит, второстепенными – пирротин, молибденит, шеелит, турмалин, теллуриды и сульфосоли, золото, магнетит. Процесс рудообразования можно подразделить на 4 последовательных ступени: кварцево-пиритовую, арсенопиритовую, полисульфидную и галенит-теллуридно-сульфосольную. Золото ассоциирует со всеми сульфидами, максимальные его концентрации приурочены к участкам пространственного совмещения нескольких минеральных ассоциаций [2].

Минеральная зональность в масштабах рудного поля проявлена очень контрастно. С севера на юг, по направлению к глубинному разлому, последовательно сменяют друг друга такие зоны (по характерным минералам): арсенопиритовая, галенит-сфалеритовая, халькопирит-молибденитовая, шеелитовая, турмалиновая. В этом же направлении количество сульфидов в жилах снижается с 50–80% до 5–8%. Отчетливо проявляется горизонтальная зональность и по простиранию жил. Она заключается в распространении поздних золотоносных парагенезисов в центральных частях жил и преобладании ранней кварцево-пиритовой минерализации на их периферии.

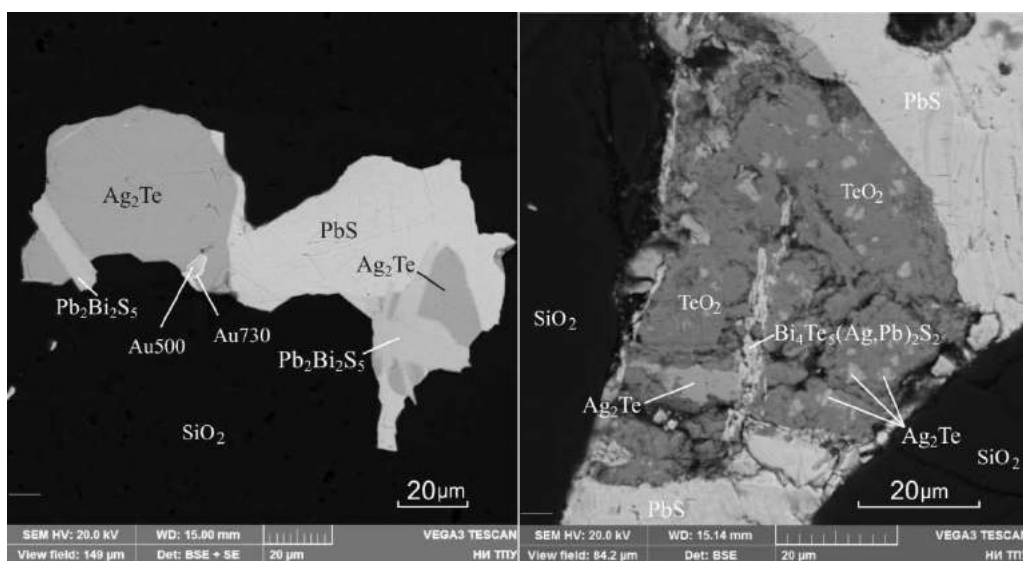


Рис. 1 Характер выделений и взаимоотношения минералов золото-галенит-теллуру-висмутовой ассоциации

Поздняя золото-галенит-теллуру-висмутовая минерализация выявлена на двух месторождениях, Бурлевском и Хребтовом. В общей структуре рудного поля эти участки являются более локальными центрами, относительно которых развивается температурная зональность минерализации. Наличие здесь теллуридов свидетельствует о центростремительном, сходящемся характере зональности на поздних этапах рудоотложения. В составе теллуру-висмутовой минерализации ранее выявлены: жозенит $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$, пильзенит $\text{Bi}_{11}\text{Te}_{10}$, верлит Bi_3Te_2 , теллурувисмутит Bi_2Te_3 , густавит Bi_3S_6 , вольтскит AgBiTe_2 , матильдит AgBiS_2 , штюццит Ag_5Te_3 , гессит Ag_2Te , тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ [3].

С помощью сканирующего электронного микроскопа Vega3 Tescan нами в рудах обнаружены ранее не описанные минералы козалит ($\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$), теллурит (TeO_2), а также выявлен пока неидентифицированный минерал со средним химическим составом (по 5 замерам): $\text{Te} - 35,67\%$, $\text{Bi} - 46,77\%$, $\text{Pb} - 5,24\%$, $\text{Ag} - 8,54\%$, $\text{S} - 3,78\%$. Его обобщенную формулу можно представить в виде $\text{Bi}_4\text{Te}_5(\text{Ag,Pb})_2\text{S}_2$. Минерал представлен агрегатом зерен линейно вытянутой формы, секущим ранее образованные минералы (галенит, гессит, теллурит), что говорит о его более позднем формировании. Золото в теллуридах чаще всего ассоциирует с гесситом. Обычно проба его более 700, но встречается и электрум с содержанием серебра до 50 % (рис. 1).

Таблица 1

Усредненные формульные коэффициенты теллуридов и сульфосолей Центрального рудного поля

Минерал	n	S	Ag	Pb	Sb	Cu	Bi	Te
Тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	8	1,07	0,13	0,09	0,02	-	1,90	1,89
Жозенит $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$	4	1,02	-	0,67	-	-	3,96	1,93
Смесь: тетрадимит + висмутин: $3\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S} + \text{Bi}_2\text{S}_3$	3	6,20	0,81	0,48	-	-	7,37	6,00
Смесь: тетрадимит + ингодит + галенит: $2\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S} + \text{Bi}_2\text{TeS} + \text{PbS}$	2	4,05	-	1,00	0,03	-	5,75	5,00
Пильзенит $\text{Bi}_{11}\text{Te}_{10}$	2	-	-	0,20	0,24	0,17	11,22	10,24
Верлит Bi_3Te_2	3	-	0,03	0,04	0,02	-	2,96	1,95
Теллурувисмутит Bi_2Te_3	3	0,02	0,01	0,07	0,19	-	1,95	2,91
Густавит Bi_3S_6	4	6,06	0,86	1,16	0,05	0,07	2,84	0,04
Вольтскит AgBiTe_2	3	-	0,90	-	0,11	-	1,20	1,86
Матильдит AgBiS_2	20	1,89	1,01	0,01	-	0,01	0,97	0,12
Штюццит Ag_5Te_3	2	0,11	5,18	0,04	0,12	-	0,15	3,04
Гессит Ag_2Te	16	-	1,95	-	-	-	-	1,04
Козалит $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$	2	4,95	-	1,55	-	-	1,89	-
Неидентифицированная фаза состава $\text{Bi}_4\text{Te}_5(\text{Ag,Pb})_2\text{S}_2$	5	2,12	1,42	0,46	-	-	4,00	5,01

Сканирующий электронный микроскоп Vega3 Tescan с энергодисперсионным спектрометром Oxford X-max 50, аналитик Якич Т.Ю.; n – количество образцов по которым выведено среднее значение

Установлена также пространственная разобщенность теллуру-висмутовой и сульфосольной (блеклые руды) минерализаций, параллельных по времени формирования. С блеклыми рудами пространственно ассоциирует только самородный висмут, образующий очень редкие и мелкие (2–5 микрон) выделения в галените. Это, по нашему мнению, отражает зональность отложения поздней, наиболее золотоносной, минерализации и может быть использовано для прогноза оруденения.

Литература

1. Куртигешев В.С., Родченко С.А., Митрохин Д.В., Туманова Л.Н., Токарев В.Н., Бабин Г.А Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200000. Издание второе. Серия Кузбасская. Лист N-45-X (Центральный). Объяснительная записка. СПб., Картфабрика ВСЕГЕИ, 2008, 171 с.
2. Ворошилов В.Г. Условия формирования Центрального рудного поля в гранитоидах (Кузнецкий Алатау) // Руды и металлы, 1995. – № 3. – С.68–80.
3. Ворошилов В.Г. Теллуриды и сульфосоли Центрального рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Проблемы геологии и геохимии юга Сибири. Томск: ТГУ. 2000. – С. 112–116.

**ДЕТАЛИЗИРОВАННАЯ СХЕМА РАЗРЫВНОЙ СТРУКТУРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТРУБКА
НЮРБИНСКАЯ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

Е.В. Серебряков

Научный руководитель старший научный сотрудник А.С. Гладков

Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск, Россия

Согласно современным требованиям по безопасному ведению горных работ пользователи недр обязаны проводить комплекс геологических исследований, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций [1]. Немаловажную роль при этом играет изучение разломно-блоковой структуры месторождения, для определения его инженерно-геологической характеристики. Тектонические нарушения являются доминирующими факторами, определяющими блочную делимость горных пород, степень их устойчивости, а также распределение полезного компонента в рудном теле. При проектировании горных выработок и расчете рациональных параметров проведения горных работ необходима информация об особенностях строения разломных зон и распределения трещин в массиве. Она включает в себя установление общей тектонической нарушенности горного массива, определение параметров тектонической трещиноватости, а также выделение разломных зон. Помимо этого, детальная характеристика и анализ разломной структуры отдельно взятого месторождения позволяет производить прогнозные построения для объектов локального и регионального уровня.

Работы по изучению разломной структуры месторождений широко проводятся силами сотрудников лаборатории тектонофизики ИЗК СО РАН. За годы работ построены разломно-блоковые схемы для многих алмазных месторождений Якутии: трубка Мир, Удачная, Юбилейная, Нюрбинская, Ботуобинская и др. Однако стремительный рост технических возможностей горно-добывающих компаний, а также усложнение горно-геологической ситуации на месторождениях в связи с углублением карьеров, вызвали необходимость в значительном увеличении точности проводимых измерений. Решением этой задачи стало использование электронного тахеометра в качестве инструментальной базы проводимых исследований. Его применение существенно повышает точность измерений, сокращает затраты времени и сводит влияние «человеческого фактора» к минимуму. В данной статье приведены первые результаты использования тахеометра при картировании разломных зон на месторождении «трубка Нюрбинская».

Применение электронного тахеометра при картировании разломных зон имеет ряд достоинств. Во-первых, произведенная с помощью тахеометра съемка позволяет на выходе получать данные об объекте (разломная зона, дайка, пликвативные дислокации и др.) в цифровом виде, что в дальнейшем значительно упрощает анализ материала. Во-вторых, высокая точность прибора позволяет отбивать контакты разлома на разных горизонтах и тем самым проследить изменение его мощности, углов падения и морфологии от дневной поверхности и до глубоких горизонтов. В-третьих, это возможность максимально точной отрисовки контуров опасных зон для соблюдения требований по безопасному ведению горных работ.

Объектом исследования послужила кимберлитовая трубка Нюрбинская, расположенная в Накынском кимберлитовом поле Якутской алмазоносной провинции. Трубка залегает под толщей терригенных рыхлых отложений мезозойского возраста мощностью 55-60 м и прорывает верхнекембрийские и нижнеордовикские терригенно-карбонатные образования. В плане (на уровне эрозионного среза) тело трубки вытянуто в северо-северо-восточном направлении по азимуту 12-15°, его размеры 130-160 м по короткой оси и 300-320 м по длинной [3]. В вертикальной плоскости морфология трубки близка к типичной диатреме. Углы падения контактов варьируют в пределах 75 - 87°. С глубины 296-332 м трубка разделяется дайкообразной интрузией долеритов на два разобщенных рудных тела. Сложена она преимущественно автолитовой кимберлитовой брекчией с небольшим количеством маломощных (до 2 м) даек порфирировых кимберлитов, расположенных в приконтактной части.

Для решения поставленных задач использовался электронный тахеометр Leica TS 02. Принцип действия данного прибора основан на измерении времени, за которое лазерный луч проходит расстояние от объектива дальномера до отражателя (либо поверхности проецирования при работе в безотражательном режиме) и обратно. Это позволяет добиться высокой точности и скорости производства работ. Дальность действия тахеометра зависит от выбранного режима и составляет 5000 м при работе с отражателем и до 400 м без отражателя. Запись измеренных данных производится на внутреннюю память тахеометра в истинных координатах, что в дальнейшем избавляет от необходимости производить дополнительные расчеты.

Работы по картированию разломных зон с помощью тахеометра начинались с привязки прибора к системе координат карьера. Для этого прибор устанавливался на маркшейдерские точки с известными координатами, которые расположены на юго-западной и северо-восточной частях карьера Нюрбинский, на горизонте + 130 абс. м. Затем, с помощью отражателя производилось определение координат выделенных разломных зон на всех горизонтах карьера. Помимо выделения самих разломных зон, большое внимание уделялось картированию различных морфологических структур разломов: пережимы, раздувы, места сочленения разломов, а также малых интрузий долеритов и кимберлитов.

В результате проведенной съемки детально закартированы 6 крупных разломных зон, слагающих тектоническую раму участка локализации кимберлитовой трубки Нюрбинская. Установлены точные границы Диагонального разлома, к которому приурочено кимберлитовое тело [2], Помимо этого выделены и прослежены структуры Ботуобинского и Широкого разломов.

Северо-западная и юго-восточная дислокации Ботуобинского разлома изучены на глубину 170 м, с горизонта + 150 до горизонта -20 абс. м, и в совокупности представляют собой грабен шириной не менее 200 м, ограниченный зонами повышенной трещиноватости и дробления, со встречными азимутами падения (145° и 325°, соответственно). Углы падения северо-западного крыла грабена колеблются от 72 до 86°, юго-восточного – от 70 до 83°, амплитуда сбросов составляет порядка 2-3 метров. Средняя видимая мощность дислокаций 7-10 метров, однако имеются места пережимов, где мощность уменьшается до 2 м и места раздувов, с мощностью разломов до 25-30 метров. Кроме того, внутреннее строение грабена осложнено множественными локальными нарушениями и крупными сколовыми трещинами.

Диагональный разлом север-северо-восточного простирания с азимутами 12-16° состоит из пары сближенных сместителей, каждый из которых представлен зоной повышенной трещиноватости с элементами дробления и перетирания горных пород. Северное нарушение имеет среднюю мощность 4 м со значительным ее увеличением (до 15 м) в юго-западном борту карьера. Углы падения варьируют от 85 до 88°. Для южного нарушения характерна более выдержанная мощность равная 3-5 метров и углы падения от 85 до 87°. В трещинах южного сместителя диагонального разлома зафиксирована серия кимберлитовых даек мощностью от 0,1 до 0,5 м.

Широтный разлом представлен двумя нарушениями, выходы которых наблюдаются в юго-западном и северо-восточном бортах карьера. Северный сместитель Широтного разлома состоит из серии субпараллельных зон повышенной трещиноватости и брекчирования с азимутами простирания 60-65°, углы падения изменяются в пределах от 83 до 86°, средняя мощность 5 метров. В центральной части северо-восточного и юго-западного бортов карьера наблюдается зона крупноглыбовых брекчий мощностью около 10 м. Южный сместитель представлен зоной повышенной трещиноватости и дробления, мощностью 8 метров с углами падения 85-87°. Центральную часть южного сместителя слагает зона дробления и брекчирования мощностью около 7 м, прослеженная в юго-восточных и юго-западных откосах карьера, вблизи южного окончания трубки.

Собранные с помощью высокоточного электронного тахеометра данные, позволили значительно уточнить разломно-блоковую схему участка локализации кимберлитовой трубки Нюрбинская. Получены координаты выходов основных разломных зон на разных горизонтах и в разных бортах карьера, что позволяет производить построение объемных моделей каждого из зафиксированных нарушений и разломного узла в целом. Также откартированы элементы внутренней структуры разломов, определены азимуты и углы падения нарушений, установлена их мощность.

Дальнейшее картирование разломных зон с использованием тахеометра позволит детализировать существующие схемы разломно-блокового строения, добиться максимальной точности в определении пространственного положения разрывов, что в результате даст возможность строить максимально достоверные трехмерные модели рудовмещающих разломных узлов.

Используя полученные модели в качестве эталонных, можно проводить выделение перспективных участков на обнаружение кимберлитовых тел для локального и регионального уровней. Так для Накынского кимберлитового поля эталонной моделью является разломный узел, включающий разрывы северо-северо-восточного (Диагональный разлом), северо-восточного (Ботуобинский разлом) и восток-северо-восточного (Широтный разлом) направлений. Установление аналогичных узлов на исследуемых территориях и дальнейший анализ закономерностей строения и особенностей эволюции таких объектов, позволяет выделить наиболее приоритетные участки для постановки поисковых работ. Это в свою очередь значительно снижает денежно-временные затраты и увеличивает эффективность проводимых исследований.

Литература

1. Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр, РД 07-408-01.
2. Игнатов П.А., Бушков К.Ю., Штейн Я.И., Толстов А.В., Яныгин Ю.Т. Геологические и минералогические признаки структур, контролирующих алмазоносные кимберлиты Накынского поля Якутии // Руды и металлы. – 2006. – № 4. – С. 59–67.
3. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. – М.: ОАО Издательство Недр, 1998. - 555 с.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЗОЛОТА РОССЫПИ РУЧ. БЕРЕНДЕЙ (ОЙМЯКОНСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

Н.С.Середа

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования является месторождение россыпного золота руч. Берендей Верхне-Индигирского рудного района (Оймяконский район, Республика Саха) (Рис.1).

Целью работы является изучение вещественного состава рудоносных песков с определением морфологических особенностей золота и определение возможного источника оруденения.

Основные задачи исследований:

-проведение шлихового минералогического анализа продуктивной толщи по разведочным пересечениям и разрезам в верхней и нижней частях россыпи;

- изучение морфологических особенностей золота с их морфометрической характеристикой;
- выявление закономерности изменения пробы золота по простиранию залежи;

Россыпь руч. Берендей аллювиальная, долинного типа с относительно выдержанными по ширине и мощности продуктивным пластом. Продуктивный пласт представлен переслаиванием песчаников, алевролитов, глинистых сланцев, олистостромовых глыб, а также линзами подводно-оползневых брекчий средней юры.

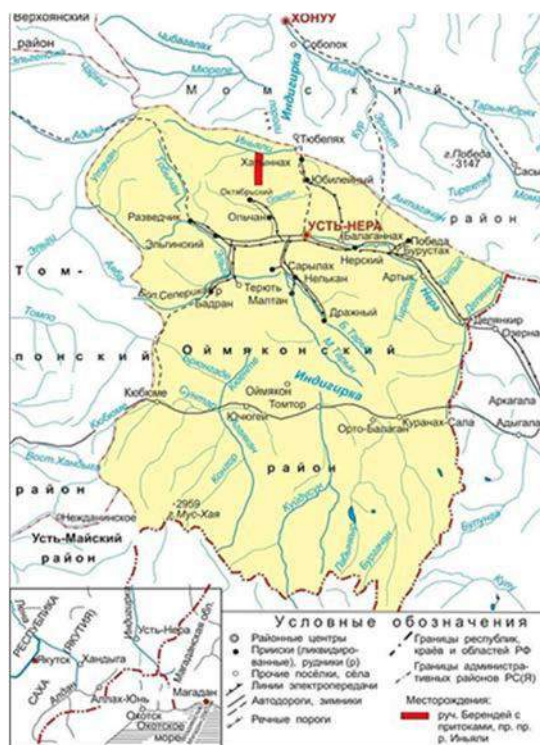


Рис.1 Обзорная карта Оймяконского района Республики Саха (Якутия)

Минералогический анализ шлихов показал, что наряду с золотом встречаются арсенопирит, пирит, гетит, шеелит, ильменит, рутил, сфен, гранаты, цирконы, апатиты и их сростки с кварцем, полевыми шпатами и другими минералами.

Золото в россыпи в основном находится в виде хорошо- и среднеокатанных чешуйчатых, пластинчатых, уплощенных и комковатых зерен. Реже встречаются слабо и плохоокатанные индивиды неправильной формы. По степени окатанности в россыпи руч. Берендей можно выделить 4 группы золотин: плохоокатанные; слабоокатанные частицы; среднеокатанные (полуокатанные) выделения и хорошоокатанные зерна. Морфологические особенности золота изучались с помощью стереомикроскопа Leica EZ 4D под увеличением 35х.

По крупности золото руч. Берендей разделено на следующие классы: тонкое (менее 0,1 мм); весьма мелкое (+0,1-0,5 мм); мелкое (+0,5-2 мм); средней крупности (+2-4 мм); крупное (+4-8 мм) и весьма крупное (+8-20 мм) [2]. В пробах в нижней части россыпи преобладают частицы мелкого и среднего классов от 0,5 до 4 мм, то в пробах верхней части россыпи явно преобладает масса золота среднего и крупного классов размером более 2 мм. (Рис.2).

В нижнем течении руч. Берендей (Р.Л.10) золото преимущественно (примерно 70-80%) представлено хорошо окатанными зернами с плавными округленными краями. Тонкие пластинчатые выделения в плане, в основном, имеют округлые и овальные формы. В верховьях руч. Берендей (Р.Л. 123) часто присутствуют слабоокатанные зерна (до 10-20%). Они имеют округлые угловатые выступы, ребра и слегка сглаженные края углублений.

Цвет поверхности золотин изменяется от светло-желтого до желтовато-серого. Хорошо и среднеокатанные зерна имеют желтую окраску, то слабо и плохоокатанные зерна приобретают сероватый оттенок до появления грязно-серых золотин.

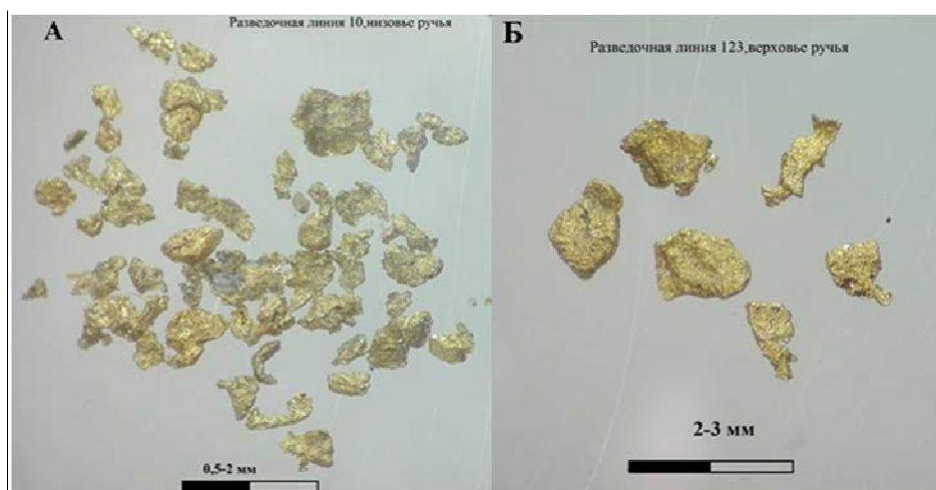


Рис.2 Морфологические особенности верхней (Б) и нижней части россыпи (А)

Элементный состав определялся на электронном микроскопе Hitachi Scanning Electron Microscope S-3400N с энергодисперсионной приставкой Bruker. В отдельных агрегатах золота фиксируется не только основные компоненты Au и Ag (до 15-20%), но и другие элементы – примеси. Проведенный анализ показал, что в большинстве золотин присутствует повышенное содержания серебра (таблица 1).

Таблица 1

Изменение содержаний Au и Ag по разведочным разрезам

Разведочная линия	Скважина	Интервал, м	Au %о	Ag %о
123	2	1.2-1.6	753	237
		1.6-2.0	829	146
		2.0-2.4	785	214
		2.4-2.8	858	141
123	3	2.4-2.8	717	214
10	27	13.2-13.6	950	81
		14.0-14.4	990	-
10	29	12.0-12.4	931	85
		12.4-12.8	981	-
10	35	11.6-12.0	858	48
		12.0-12.4	906	31

Пробность золота закономерно увеличивается от головы россыпи к её нижней части. (табл.2).

Таблица 2

Значения пробности золота по разведочным линиям и скважинам

Пробность %о	Разведочная линия 10			Разведочная линия 123	
	с-27	с-29	с-35	с-2	с-2
Средняя	948	942	890	806	735
Минимальная	831	866	757	686	661
Максимальная	995	993	979	956	754
Средняя по линии	927			770	

Таким образом, нами выявлено закономерное увеличение окатанности и пробности золота по мере удаления от коренного источника. В процессе формирования залежи происходит самоочищение золота от примесей.

Литература

1. Гамянин Г.Н. Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. М.: ГЕОС. 2001. 222 с.
2. Самородное золото / Под ред. Н.В. Петровская. – М.: НЦКЛ Москва, 1973г. – 347 с.
3. Хусаинова А.Ш. Морфология техногенного золота Чернореченской россыпи //Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и

техногенных месторождений»: II межд. научно-практ. конф. 2-4 декабря 2015 г.- Екатеринбург. – 2015г. - С.207-216.

4. Черненко З.И., Б.А. Черненко, С.Ф. Петров, Н.П. Майорова, Н.А. Зимановская. Морфологические особенности золота на рудопроявлении Байбура (Западная Калба). ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск. - 2014 - С.16.

КРЕМНИЕВЫЕ ПОРОДЫ СЕВЕРА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ: ЛИТОЛОГИЯ, УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

П.В. Смирнов, А.О. Константинов

Научный руководитель профессор И.И. Нестеров

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

Территория севера Тюменской области характеризуется значительными запасами кремниевых опал-кristобалитовых пород (диатомитов, трепелов и опок), общие запасы которых только в пределах Обь-Надымского и Надым-Пуровского районов оцениваются в 19 512 млрд. м³ [7].

Особенности минералогии, химического состава и физических свойств кремниевых пород позволяют рассматривать данные виды твердых нерудных полезных ископаемых в качестве одного из потенциальных ресурсов для обеспечения устойчивого развития арктического и субарктического регионов. Результаты различных исследований, представленные в отечественной и зарубежной литературе, свидетельствуют о возможности использования диатомитов, трепелов и опок при рекультивации загрязненных почв и водоемов [9,10], производстве химически стойких теплоизоляционных материалов [6], пропантов, облегченных тампонажных растворов [8], при обезвоживании и обессоливании нефти, осушении природного газа [2].

На севере Тюменской области в качестве прогнозно-поискового признака приповерхностного залегания опаловых пород служит распространение форм параллельно-грядового рельефа и генетически близких к ним участков линейно-ориентированного рельефа. Из 900 выходов опал-кristобалитовых пород на поверхность, выявленных в пределах севера Западной Сибири, более 80% приурочены к областям развития параллельно-грядового рельефа [4]. Приуроченность месторождений кремниевых пород к подобным геоморфологическим объектам, с одной стороны, упрощает задачу поиска и оконтуривания перспективных участков, с другой – усложняет задачу точного подсчета запасов и их разработки.

Параллельно-грядовый рельеф широко представлен на территории севера Западной Сибири и четко дешифрируется на аэрофото - и космоснимках. Отдельные гряды имеют длину до 2 км при ширине до 300 м, высоту до 15 м и сгруппированы в дугообразные полосы длиной до 100 км [1]. Наблюдаются гряды, состоящие из цепочек бугров, сложенных диатомовыми глинами. Площади развития грядового рельефа и выходы верхнемеловых и палеогеновых пород на севере региона обычно совпадают. Кремнисто-глинистые отложения выведены на поверхность с глубин достигающих 300-400 м в результате активизация денудационных и неотектонических процессов, происходивших в миоцен-плиоценовое время [3].

Геокриологические условия конкретных площадей существенно различаются и обусловлены сочетанием локальных факторов, степенью дренированности, морфометрическими особенностями гряд и степенью трещиноватости кремниевых пород. Блоки опалитов разбиты трещинами, брекчированы, что способствует интенсивному формированию льда при промерзании. Морозобойное трещинообразование на залежах опалитов развито локально и по отношению к буграм и грядам пучения представляет собой явление вторичное и наложенное.

Эоценовые опалиты представляют собой эпикриогенный тип многолетнемерзлых пород. Для них характерны сильная изменчивость криогенного строения и высокая неравномерная по разрезу объемная льдистость, обусловленная содержанием льда-цемента и сегрегационного льда [1,3]. Диатомиты и диатомовые глины характеризуются наличием системы горизонтальных и косых прослоев льда толщиной 1-15 см с брекчевидными криогенными текстурами. В ядрах гряд (рис. 1) до глубины около 10 м объемная льдистость диатомитов и диатомовых глин достигает 50-60 %, с глубиной постепенно уменьшается до 30-40 %. В песках, слагающих гряды и перекрывающих диатомиты, она равна 30-40%, в межгрядовых понижениях – 15-25 % [3,5]. Межгрядовые понижения, как правило, заняты термокарстовыми озерами.

На участке «Сягойское» (бассейн р. Пур, ЯНАО) развит грядово-холмистый рельеф с перепадами высот 5-10 м и крутыми склонами (до 20-40°). Вершины гряд и пологие склоны заняты редколесьем с преобладанием лиственницы (рис. 2А). Глубокие межгрядовые понижения обводнены и заболочены, в крутых бортах наблюдаются незадернованные осыпи шириной до 10 м. На склонах и водоразделах глубина сезонного протаивания по пескам на начало сентября не превышает 1 м.

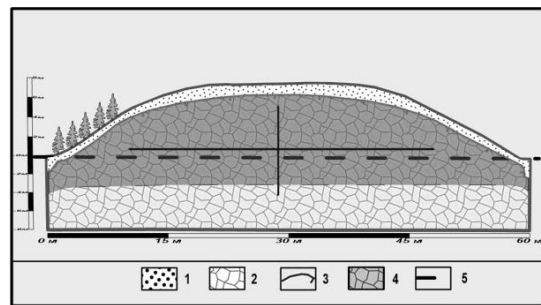


Рис. 1 Схема строения гряды: 1 – пески, 2 – льдонасыщенные опалиты, 3 – граница сезонного талого слоя, 4 – «ядро» гряды с максимальными значениями льдистости, 5 – уровень поверхности

Отобранные из гряд образцы макроскопически диагностируются как серые и темно-серые глины с признаками ожелезнения и характеризуются значительной степенью неоднородности (рис. 2С). При микроскопических исследованиях четко устанавливается характерная органогенная структура (рис. 2В). Исследованные под электронным микроскопом породы сложены обломками и целыми панцирями диатомей с примесью радиоларий и спикул губок в виде овальных, сферических, треугольных, цилиндрических форм и обломков сотовидных решеток. Органические остатки состоят из рентгеноаморфного опала с некоторыми признаками его частичной кристаллизации в кристобалит. По данным интерпретации дифрактограммы, порода сложена обломками кварца (69-84%), калиевого полевого шпата или микроклина (3,9-4,3%); глинистыми минералами (до 25-40%) представленными монтмориллонитом (80-90 % глинистой компоненты), гидрослюдой (до 26%) и каолинитом. В незначительных количествах присутствуют кальцит, глауконит, обломки слюд. Исследованные образцы характеризуются следующим химическим составом (%): SiO_2 – 72,85; MgO – 0,18; Fe_2O_3 – 1,41; Al_2O_3 – 4,35; TiO_2 – 8,75; MnO – 0,57; P_2O_5 – 0,03; Na_2O – 0,03; K_2O – 0,13; SO_3 – 1,21, что согласуется с данными, представленными в литературе [1,6].

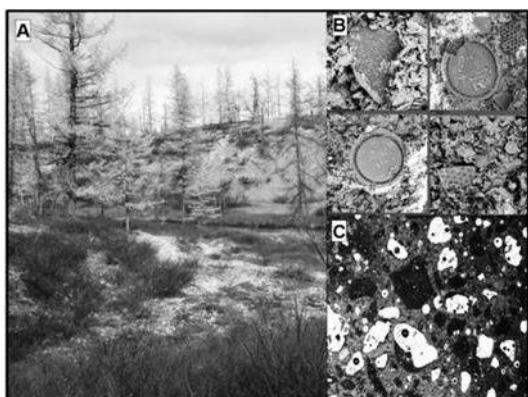


Рис. 2 А – общий вид грядового комплекса на участке «Сязойское», В – вид породы по данным электронной микроскопии, С – вид породы в шлифе

Таким образом, подсчет минимально извлекаемых запасов с учетом геокриологических условий конкретного участка для диатомитов и трепелов должен производиться исходя из значений объемной льдистости и льда-цемента в породе. Полученные подобным образом значения не будут превышать 40-50 % от подсчитанных по методу среднеарифметического. Кроме того, уменьшение запасов будет вызвано развитием термокарстовых озер, площадь которых, как правило, составляет 2-3 % от общей площади залежи.

Полученные результаты и данные, содержащиеся в литературных источниках, свидетельствуют о том, что геоморфологические и геокриологические условия территорий распространения параллельно-грядового рельефа обеспечивают неоднородность залежей опал-кристобалитовых пород, что усложняет возможность получения достоверных данных о реально извлекаемых запасах полезного ископаемого.

Для подсчета запасов общераспространенных и твердых полезных ископаемых, как правило, используется метод среднего арифметического, где площадь запасов умножается на мощность полезной толщи, а в случае руд – на процентное содержание полезного компонента в руде. С большой долей вероятности можно предположить, что для опал-кристобалитовых пород данная формула может быть воспроизведена, только вместо содержания полезного компонента в руде необходимо использовать поправочный коэффициент на льдистость, определяемый в соответствии с данными, полученными в ходе бурения по сетке.

Литература

1. Андреев Ю.Ф. О связи линейно-грядового рельефа с тектоническими структурами на севере Западной Сибири // Геология и геохимия: Труды ВНИГРИ. – Л., 1960. – Вып. 3 (IX). – С. 76-94.
2. Астапов А.П. и др. Северо-Тюменская субпровинция кристобалит-опаловых пород – уникальная минерально-сырьевая база Западно-Сибирского промышленного комплекса // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – Екатеринбург, 2004. – № 14.
3. Генералов П.П. Некоторые особенности новейшей тектоники Западно-Сибирской плиты // Вопросы геологического картирования Западной Сибири и Севера Урала: Труды Зап. - Сиб. науч.-исслед. геологоразвед.нефт. ин-та. –Тюмень, 1980. –Вып. 153. – С. 8-22.
4. Генералов П.П. Параллельно-грядовый рельеф Западной Сибири и основные аспекты его геологического анализа // Геология позднего кайнозоя Обского Севера: Труды Зап.-Сиб. науч.-исслед. геологоразвед.нефт. ин-та. – Тюмень, 1981. – Вып. 167. –С. 51-70.
5. Генералов П.П., Дрожжих Н.Б. Опалиты эоцена Западной Сибири // Опалиты Западной Сибири: Труды Зап.-Сиб. науч.-исслед. геологоразвед.нефт. ин-та. – Тюмень, 1987. – С. 3-10.
6. Маневич В. Е. и др. Диатомит – кремнеземосодержащий материал для стекольной промышленности // Стекло и керамика. – М., 2012. – № 5. – С. 34-39.
7. Нестеров И.И., Генералов П.П., Подсосова Л.Л. Западно-Сибирская провинция кремнисто-опаловых пород // Советская геология. – М., 1984. – № 3. – С. 35-40.
8. Шаталов Д.А. Разработка технологии и материалов для ремонтно-изоляционных работ при расконсервации скважин: автореферат. Дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 2011. – 23 с.
9. Khraisheh M; Al-Deges Y; McMinn W. Remediation of wastewater containing heavy metals using raw and modified diatomite // Chemical Engineering Journal. – 2004. – Vol. 99ю - P. 177-184.
10. Xinxin Ye. Modified natural diatomite and its enhanced immobilization of lead, copper and cadmium in simulated contaminated soils // Journal of Hazardous Materials. – 2015. – Vol. 289 : – P. 210-218.

**ДРЕВНИЕ ВЫРАБОТКИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ
НЕДР РАЙОНА РАБОТ**

Н.Т. Соатов

Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.А. Колдаев
Институт геологии и геофизики АН Республики Узбекистан, г.Ташкент, Узбекистан

Уже с глубокой древности Ангренская, Чаткальская и Ферганская долины Узбекистана были известны как густонаселенные районы, очаги цивилизации. На территории Ангренской долины имелись города, упоминаемые в рукописях X века. Оживленные торговые пути связывали эти города с Шашем (Ташкентом) и столицей Илака – Тункетом. В Чаткало-Кураминском районе известны многочисленные следы металлургической деятельности, датированной археологами 9–10 веками в период расцвета в долине Ангрена государства Илак.

В эпоху саманидов в долине Ангрена в городе Тункете был монетный двор, один из трех в Маверанахре (Бухара, Самарканд). В те времена серебряные месторождения Илака уступали только прославленным афганским рудникам. С X века начался упадок горнорудного дела Илака. Решающий удар ему был нанесен нашествием монголов. При Тимуре произошло некоторое возрождение Илака, но достичь бывшего расцвета не удалось. Рудники были заброшены на сотни лет.

Наличие в недрах Чаткальского и Кураминского хребтов многочисленных рудных месторождений являлось основой экономического развития Ангренской долины на протяжении многих веков. Здесь, в средневековье, зарождались и гибли под натиском пришельцев, привлекаемых богатствами здешних гор, государства (Илак и др.). О широком развитии горного дела и металлургии в районе говорят частые упоминания в рукописях средневековых историков и географов, многочисленные древние выработки, поля шлаков (у Куль-Ата полосой около 5 км), выявленные в ходе геолого-съёмочных и поисковых работ. Их наличие послужило своеобразным поисковым признаком при разведке и поисках уже в наше время.

Первая информация по признакам древней эксплуатации недр в Карамазаре была получена С.Ф. Машковцевым еще в 1925-1926 гг., при проведении 10-верстной геологической съемки. В районе Алмалыка им, по следам многочисленных древних горных выработок, отмечены медное месторождение Кальмакыр, рудопроявления Кургашиканской группы и месторождение Сартабуткан. В конце семидесятых годов при Министерстве геологии Республики была даже создана специализированная партия с участием археолога Е.Б.Пругера, установившая в регионе до 159 объектов пунктов древней горной деятельности. Научные консультации осуществлял академик М.Е. Массон, крупный специалист по проблемам древней металлургии.

Новое промышленное освоение Ахангарана началось в конце 1930-х годов, когда перед войной и в войну 1941-45гг. в бассейне р. Ахангаран геологи обнаружили месторождения угля, меди, свинца, цинка, флюорита. У слияния Катта-сая с Дукантом в конце сороковых годов прошлого века были созданы урановые рудники и г. Янги-Абад. К настоящему времени рудники давно исчерпали свои возможности, что привело к их закрытию и угасанию города. Аналогичная судьба сложилась и у других мелких шахтерских городков региона (Красногорск и др.).

О размахе поисковых работ древних рудокопов говорят частые находки кусков шлака на бортах во многих саях южного склона Чаткальского хребта. Шлак часто представлен черной стеклоподобной матрицей с раковистым сколом. Для него характерно наличие крупных или мелких отверстий, возникающих при выделении газов в процессе плавки. Размер открытых полостей косвенно показывает различие в составе летучих компонентов в шихте. Различные тона в окраске шлаков, от тускло-серого до густо-черных, возможно так же объясняются разницей состава и концентрацией материала, загружаемого в плавильную печь и получаемого затем слитка металла.

В бассейне р. Дукант, в ходе проведения тематических работ, нами отмечены частые находки отдельных кусков шлака, не образующих крупных скоплений (фото 1).



Рис.1 Крупнопузырчатый шлак из Катта-сая. Чаткал

Вероятно, это следы предварительного опробования минерализованных зон с целью определения их перспективности. Характерно расположение находок шлака вблизи водоносных саев Алатаньга и Катта-сай, склоны которых до сих пор покрыты густой древесной растительностью, необходимой при проведении плавки. Поскольку древними поисковиками, по-видимому, проводились разведочные работы, то использовались легко сооружаемые мелкие печи. В работах археологов для различных регионов отмечаются, в общем, одинаковые размеры таких печей. Диаметр их составлял до 1,5 м при высоте сооружения до 2-3 м.

В ходе полевых работ на склоне Катта-сая была обнаружена яма диаметром до 1,10 м, заполненная кусками черного крупнопузырчатого шлака. Результаты спектрального анализа шлака показали, что основным рудным компонентом плавки являлось железо. Полученные данные по изучению шлака, позволяют полагать, что в бассейне р. Дукант на южном склоне Чаткальского хребта, есть перспективы обнаружения ранее не известных проявлений железорудной минерализации, возможно, связанных с зонами скарирования карбонатной толщи раннего девона магматическими породами верхнего палеозоя.

АНАЛИЗ ВТОРИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ УЧАСТКА "ПРАВО-БУЯНОВСКИЙ" (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

В.А. Соколов, А.В. Шнайдер, Д.А. Внуков

Научный руководитель профессор В.А. Макаров
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В последнее время на Енисейском кряже наблюдается активизация геологоразведочных работ на золото. Это, отчасти, связано со значительным ростом стоимости благородного металла в рублях, а следовательно и появлением возможностей для вовлечения в отработку небольших объектов. Их оперативное выявление и оценка промышленных перспектив является весьма актуальной. В этой связи, летом 2015 года компанией ООО ЦГИ "Прогноз" по заказу ООО "Соврудник" были проведены комплексные поисковые работы на ряде площадей Советско-Перевальнинского рудного узла, одна из которых – участок Право-Буяновский.

Право-Буяновский участок имеет протяженную в юго-восточном направлении форму от верховьев р. Дюбкош до руч. Камаргахта. В северной части находится выявленное ранее рудопроявление Право-Буяновское. Остальная часть участка являлась довольно слабоизученной. По результатам проведенных ЦГИ «Прогноз» в 2012 г. (по договору с ООО «Соврудник») литогеохимических поисковых работ масштаба 1:50 000 Советско-Перевальнинского рудного узла, в пределах Право-Буяновского участка был выявлен ряд небольших слабоконтрастных ореолов золота, тяготеющих к мощной линейной аномальной геохимической зоне As, Ag, Mo, Pb и ряда других спутников золота. В 2013 г на небольшой площади (18 км²), охватывающей также примыкающее к Право-Буяновскому участку месторождение Ишмурат, были выполнены изучение вызванной поляризации методом срединного градиента (ВП-СГ). Полученные геофизические аномалии довольно хорошо совпали с золоторудными зонами месторождения Ишмурат. Восточнее него было выделено еще несколько сходных геофизических аномалий, нуждающихся в заверке. В связи с этим было принято решение продолжить площадные геофизические и геохимические работы масштаба 1:25 000 (сеть 200×20 м) на всей Право-Буяновской площади.

На Право-Буяновском участке в полевой сезон 2015 г. было проведено литогеохимическое опробование на площади 48 км², а также геофизические исследования (электроразведка и магнитометрия) на площади 30 км². Ниже схематически представлено несколько полученных карт аномалий различной природы. На первых двух рисунках изменение цвета в сторону более темного отражает соответственно увеличение содержания мышьяка по данным рентгенофлуоресцентного анализа и параметра спада при изучении вызванной поляризации в % от 0 до 50.

Исходя из распределения мышьяка можно отметить, что аномальное геохимическое поле мышьяка отчетливо коррелирует с зонами сопряжения аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного сопротивления. Анализируя геофизические карты можно отметить, что в пределах Право-Буяновского участка азимутальная структура аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного электрического сопротивления, в целом, совпадает с направлением достоверно установленных позднерифейских рудоконтролирующих взбросо-надвигов. При этом фронтальная зона надвигов трассируется высокоомными аномалиями УЭС (до 9 000 Ом·м), в обрамлении которых располагаются аномалии вызванной поляризации интенсивностью 4-8%. Природа этих электроразведочных аномалий аналогична природе аномалий Огне-Потеряевского участка с тем лишь отличием, что их протяженность существенно больше. Высокоомные аномалии отражают блоки более плотных, массивных, консолидированных пород взброшенных с глубоким горизонтов на поверхность. Аномалии вызванной поляризации обусловлены развитием процессов сероуглеродного метасоматоза, в обрамлении этих блоков.

Особенностью Право-Буяновского участка является выявленная в северо-восточной части участка, вблизи рудопроявления Право-Буяновское, высококонтрастная площадная аномалия удельного электрического сопротивления (3 000-7 000 Ом·м). Практический интерес представляет локальная составляющая этой аномалии, которая, вероятно, связана с зонами окварцевания в пределах жесткого блока горных пород.

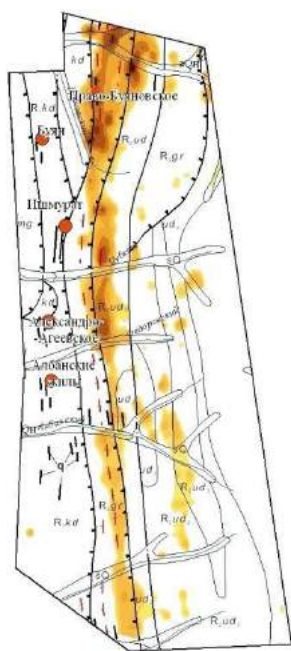


Рис.1. Содержание As во вторичных ореолах

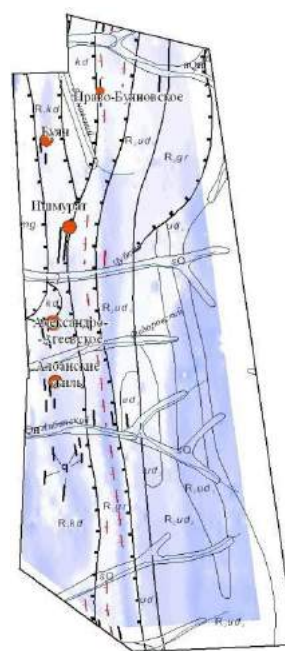


Рис.2. Параметры спада вызванной поляризации

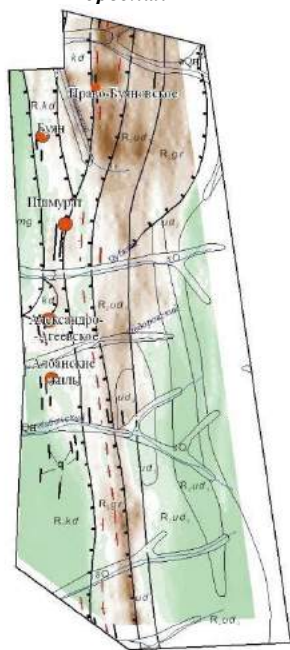


Рис.3. Контрастность показателей кажущегося удельного сопротивления, Ом-м (зеленый - отриц. знач., коричневый - положит.)

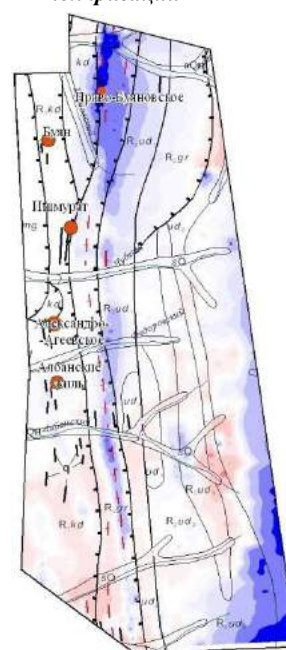


Рис.4. Аномалии индукция магнитного поля, нТл (Розовый - отриц. знач., синий - положит.)

Предварительный анализ геофизических полей указывает на то, что в пределах Право-Буяновского участка поисковый интерес представляют зоны сопряжения аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного сопротивления, которые сопровождаются аномалиями мышьяка (главного элемента-спутника золота).

Также значительный поисковый интерес представляет локальная составляющая высококонтрастной площадной аномалии удельного электрического сопротивления в районе Право-Буяновского рудопроявления, которая, вероятно, связана с зонами окварцевания в пределах жесткого блока горных пород.

На Право-Буяновском участке перспективными на золотое оруденение являются зоны сопряжения аномалий ВП и сопротивления, которые сопровождаются геохимическими аномалиями мышьяка и золота. Главным разбраковочным признаком, конечно, являются ореолы золота.

Геолого-поисковая модель рудного объекта представляется в следующем виде:

- 1) Аномалии вызванной поляризации вызваны повышенной углеродизацией сланцев.

- 2) Аномалии сопротивления говорят о наличии внутри этих сланцев кварцевых жил.
- 3) Аномалии мышьяка и золота указывают на степень золотоносности этих жил.

На обоих этих участках мы имеем дело с кварцево-жильным, или жильно-прожилковым типом золоторудных объектов. Это было подтверждено и пройденными геологическими маршрутами.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД ПОДЭКРАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГЕРФЕД (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

О.И. Сторожева

Научный руководитель профессор В.Г. Михеев
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Данная работа выполнена на основе материалов производственной практики, проходившей на месторождении Герфед, и трудов предыдущих исследователей[1].

Материалы были подвергнуты оптическому и физическому методам исследования, с использованием высокоразрешающего микроскопа Axioskop 40APol и спектрального комплекса «Горный поток».

Месторождение Герфед расположено в истоках р. Бол. Мурожная, захватывая ее левый борт. Общая площадь рудного поля оценивается в 2,5-3 км². Месторождение Герфед имеет гидротермально-метасоматическое происхождение и относится к золото-кварцевой малосульфидной формации, пирит-арсенопиритовому минеральному типу.

В металлогеническом плане месторождение Герфед приурочено к Герфед-Николаевской рудоносной зоне, которая входит в Партизанский рудный узел Южно-Енисейского рудно-россыпного района Центрально-Енисейского золотоносного пояса. В геологическом плане месторождение приурочено к юго-восточному замыканию Татарского куполовидного поднятия. В разрезе отчетливо выделяются две метаморфизованные толщи: нижележащая вулканогенно-терригенная (верхнепенченгинская подсвита) и вышележащая существенно черносланцевая (кординская свита). Граница этих толщ, являющаяся геохимическим, литологическим и структурным «экраном», во многом определяет характер и размещение золотого оруденения.

Структура месторождения определяется общим моноклиналим залеганием пород, падающих на восток под углами 30–60°. Рудовмещающие толщи вытянуты в субмеридиальном направлении, зачастую смяты в слабовыраженные складки. Сланцеватость проявляется во всех литологических разностях пород и имеет северо-восточную ориентировку. Она представлена как в сланцах, где практически совпадает со слоистостью (0–10°), так и в метавулканитах. На участках ее максимального развития метавулканиты приобретают сланцеватый облик и порой неотличимы от обычных сланцев. Тектонические дислокации представлены преимущественно зонами дробления, смятия, трещиноватости, ориентированными согласно напластованию пород. Горными работами установлены разломы сдвигового характера субширотного направления с амплитудой смещения в десятки метров.

На границе двух свит в субмеридиальном направлении прослеживается система кварцево-жильных образований, с которой собственно и связано месторождение Герфед (жила Магистральная и система оперяющих жил). Развитие кварцевых жил происходило вдоль тектонической зоны (разлом Мейстера) за счет интенсивной гидротермально-метасоматической проработки субстрата обеих свит. Наиболее интенсивно метасоматические процессы проявились в подэкранной пачке метавулканитов пенченгинской свиты, где локализована система оперяющих (секущих) золото-кварцевых жил.

Интенсивность метасоматоза в химическом плане определяется значительным повышением содержания CO₂, K₂O, S, Fe₂O₃, CaO и уменьшением SiO₂, MgO и FeO. Химический состав кварцевых гидротермалитов, по сравнению с околожильными метасоматитами, отличается существенным преобладанием кремнезема (до 90–95%), за счет сокращения доли участия всех прочих компонентов, а так же существенным снижением содержания серы. Повышенная трещиноватость метасоматитов и обеспечила более интенсивное проникновение в них обогащенных кремнезёмом и серой растворов. Проявление подвижек в метасоматитах фиксируется проявлением брекчиевидных текстур и более широким развитием процессов замещения. В текстурном рисунке руд эти процессы отразились:

- в появлении расплывчатых контактов кварцевых метасоматитов и чисто кварцевых прожилков;
- в появлении пятнистых текстур, образованных обособлениями белого, почти свободного от включений, кварца и серого, загрязненного, более раннего кварца;
- в собирательной перекристаллизации пирита и увеличении роли крупных, часто пентагональных метакристаллов. Контакты более поздних (оперяющих) карбонатно-кварцевых жил и прожилков, часто постепенные с метасоматитами, имеют секущий характер по отношению к филлитам и сланцам, не подвергшимся окварцеванию[1].

Месторождение Герфед относится к золото-кварцевой малосульфидной формации. Рудные тела представлены кварцевой жилой Магистральной и оперяющими кварцевыми жилами в её лежачем боку. Для руд характерно наличие таких главных минералов, как пирит и кварц. К реже встречающимся рудным минералам относятся арсенопирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, магнетит, к нерудным – хлорит, биотит, мусковит, кальцит, серицит, гранат. Промышленным компонентом является самородное золото.

Зона окисления на месторождении развита интенсивно. Главными минералами гипергенных руд являются лимонит и гётит, второстепенными и редко встречающимися – борнит, церуссит, малахит, азурит.

По данным исследования руд кварц имеет две генерации. Зернистый кварц-II отличается от мелкозернистого обычно серого и сероватого метазернистого кварца-I белизной, крупностью кристаллических зерен, наличием друзовых пустот, меньшей гранулированностью, пятнистым расположением минерализации и ксенолитов вмещающих пород. Наиболее поздний кварц – это кварц перекристаллизации, его небольшие количества отмечаются вдоль мелких пострудных трещинок и рядом с сульфидами, вокруг которых такой кварц образует мелко и тонкозернистые шестоватые халцедоновые оторочки от водяно-прозрачных до белых тонов.

На месторождении выделяются 3 генерации пирита. Наши данные подтверждают более ранние исследования [1]. Наиболее ранний пирит-I (в виде прожилково-вкрапленных скоплений) получил максимальное развитие в окolorудно-измененных породах. Он представлен метакристаллами кубической формы размером до 1,5 см. Пирит-II встречается чаще в виде каемок, развившихся по кристаллам и зернам пирита-I за счет его перекристаллизации в следующую продуктивную стадию. В некоторых случаях пирит-II нацело заместил пирит-I и приобрел кубические или пентагондодекаэдрические, реже октаэдрические, формы. Пирит-III, сформированный в заключительную стадию рудного процесса, располагается в наиболее поздних кварц-карбонатных прожилках и имеет метаколлоидное строение.

Золото в рудах Герфедского месторождения преимущественно свободное. Наиболее часто оно встречается в ассоциации с арсенопиритом, пирротинном, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, кварцем и карбонатами. Размеры золотины так же, как и размеры других сульфидов, зависят от условий роста – метасоматического, или заполнения полостей. Наиболее крупные выделения, достигающие 1,5 мм, располагаются в друзовидных занорышах среди крупнозернистого кварца [1].

Особый подэкранный тип оруденения связан с формированием кварцевых жил, кварцево-жилных систем месторождения. Источником золота в этом процессе, видимо, являлись стратиформные зоны золотосодержащей сульфидной минерализации в вулканогенно-осадочной толще пенченгинской свиты. Гидротермы, парагенетически связанные с Татарским массивом, растворяли и переносили это золото в более высокие горизонты, осаждая его на геохимических барьерах. В результате осуществлялся переход золота из сульфидной формы в свободную.

Герфедская система кварцевых жил сформировалась вдоль геохимического структурно-литологического экрана на границе между хрупкими вулканогенно-карбонатными отложениями пенченгинской и терригенными, пластичными углеродистыми отложениями кординской свит. Приуроченное к кварцево-жилной системе золотое оруденение относится к золото-кварцевой формации со свободным крупным золотом и, как правило, слабо золотосодержащей сульфидной составляющей руд (пирротин, пирит, халькопирит, реже арсенопирит, сфалерит, галенит). В составе руд и окolorудных пород нередко присутствует магнетит, но не встречается антимонит – обычный для данного района спутник золотосульфидного оруденения.

Главным магматическим фактором Герфедской рудной зоны является её приуроченность к зоне влияния крупнейшей в регионе гранитной интрузии – Татарского массива. Вторым важным фактором рудолокализации является структурно-тектонический, Герфедская зона приурочена к тектонической зоне разлома Мейстра [1].

Геологическое строение и состав руд месторождения Герфед является прекрасным примером образования месторождения под тектоническим экраном и литологическим экраном вышележащих пород.

Литература

1. Макаров В.А., Михеев В.Г., Межубовский В.В. Геология и золотосодержательность Герфед-Николаевской рудной зоны (Енисейский край)

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОЛОГОПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕТРОВСКО-СЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ)

А.Ф. Стороженко

Научный руководитель доцент А.А. Бутенков

**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия**

Петровско-Сельское месторождение песчаников и известняков расположено на территории Петровского района Ставропольского края. Полезной толщей в комплексе является пачка переслаивающихся литифицированных пород (песчаники известковистые, известняки-ракушечники, детритовые известняки) с прослоями тонкозернистых песков общей мощностью до 10–12 м. Подстилающими породами являются тонкозернистые пески, аналогичные залегающим в прослоях. Доля каменного материала в пачке превышает 50 и более процентов, достигая в отдельных случаях 90 %. Во всех случаях количественно преобладают известковистые песчаники, которые представляют собой обломочные породы, состоящие в основном из зерен кварца размерами 0,1–0,6 мм. Эти песчаники, сцементированные микрокристаллическим кальцитом, происхождение которого однозначно не устанавливается, но скорее всего, его источником является биогенная часть известняков-ракушечников. Содержание кальцита, по данным химических анализов и петрографических исследований в песчаниках, меньше 40 %, что не позволяет относить их к известнякам, которыми принято называть обычно породы при содержании кальцита 60 и более процентов [1].

Вскрышные породы представлены, в основном, рыхлыми четвертичными образованиями (почвенный слой и суглинки) и, значительно реже, верхнесарматскими тонкозернистыми песками. Почвенно-растительный слой мощностью 0,4–0,7 м (средняя мощность 0,5 м) состоит из чернозема с остатками корневой растений, образовался по нижележащим суглинкам, с которыми отмечается постепенный контакт. Суглинки желтовато-бурого цвета, сравнительно плотные, грубодисперсные, умеренно-пластичные, засорены обломочным материалом в количестве 5–10 %, который состоит из песчаников и карбоната, количество которых к низам разреза заметно возрастает. В северо-восточной части разведанного участка скважинами № 7,8,10 вскрыты тонкозернистые верхнесарматские пески мощностью до 1,5 м, залегающие на нижележащих известняках и сохранившиеся в этой части от размыва. Эти пески также отнесены к вскрышным породам [1].

Для анализа закономерностей распределения геолого-промышленных параметров месторождения мною были построены карты рельефа и структурные карты. Для построения карт мною был выбран в программе ArcMap метод ОВР (метод обратно-взвешенных расстояний). Этот тип интерполяции является локальным и основан на следующих допущениях. Чем ближе пространственно точка, значение которой необходимо рассчитать, расположена по отношению к точке, значение которой известно, тем более близкое значение расчетная точка будет иметь по отношению к известной [2].

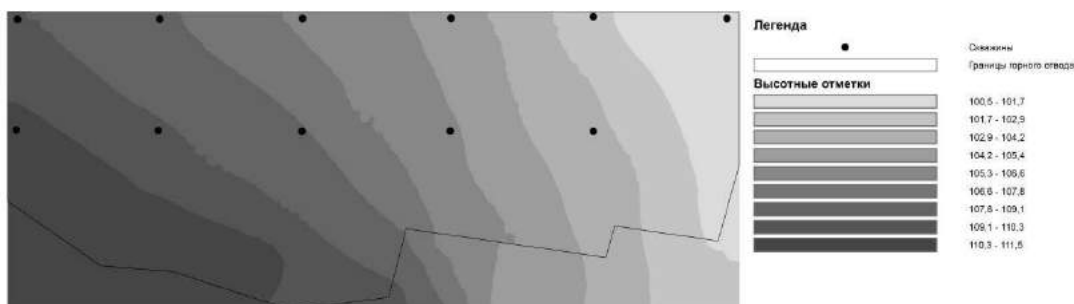


Рис.1. Карта рельефа территории Петровско – Сельского месторождения

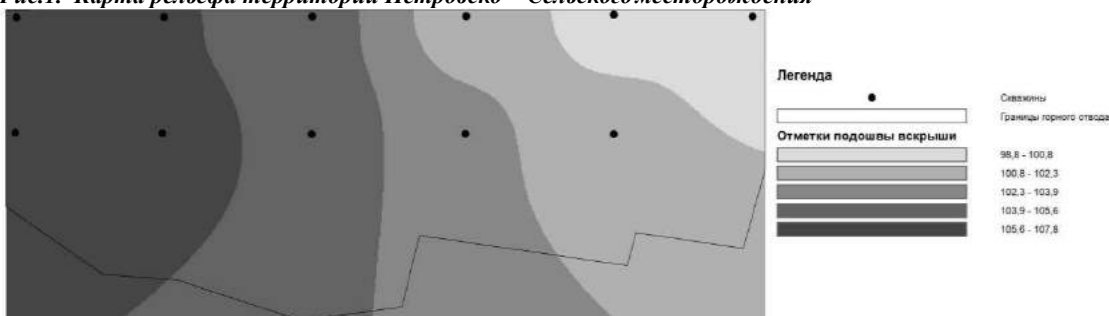


Рис.2. Структурная карта подошвы вскрышной толщи Петровско – Сельского месторождения

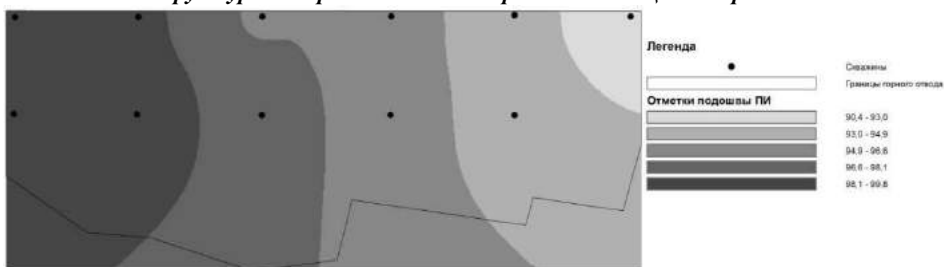


Рис.3. Структурная карта кровли вскрышной толщи Петровско – Сельского месторождения

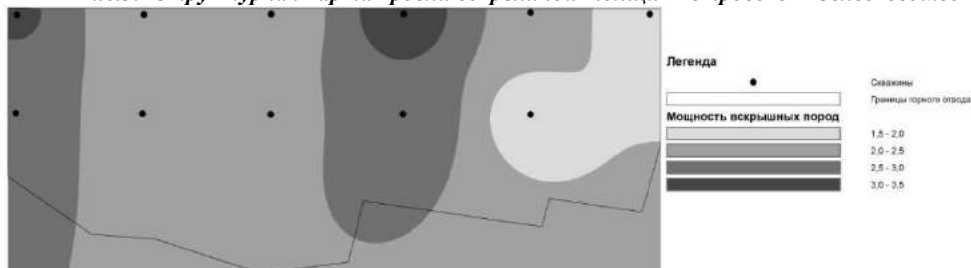


Рис.4. Карта мощности вскрышных пород Петровско – Сельского месторождения

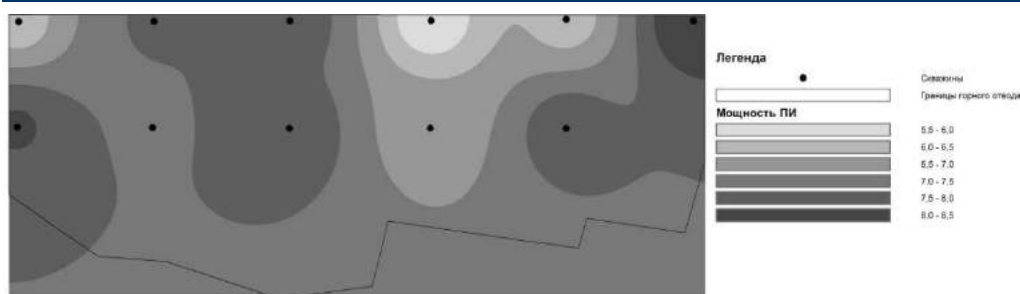


Рис.5. Карта мощности полезного ископаемого Петровско – Сельского месторождения

Анализ построенных карт распределения параметров полезной толщи Петровско-Сельского месторождения позволяет выделить ряд закономерностей в их распределении. Карта рельефа поверхности месторождения (рис. 1), а так же структурные карты кровли и подошвы полезной толщи (рис. 2, 3) обнаруживают отчетливое сходство в распределении значений высотных отметок. Наиболее высокое гипсометрическое положение, изученной поверхности имеют на западе территории, и устойчивое понижение их значений выявляется в направлении на северо-восток. Эта объясняется естественным залеганием слоев, их общим падением в восточном-северо-восточном направлении, а так же эрозионным срезом поверхности, образующем понижение рельефа в том же направлении.

Карты мощностей толщ вскрышных пород и полезного ископаемого (рис. 4, 5) не обнаруживают столь отчетливого тренда своей изменчивости, которая носит волновой характер. Следует сразу отметить, что два эти параметра (мощность вскрышных пород и полезного ископаемого) имеют ярко выраженную отрицательную связь друг с другом – нарастание значений мощности вскрыши сопровождается синхронным снижением мощности полезной толщи.

Волновой характер изменчивости мощностей толщ полезного ископаемого и вскрышных пород объясняется неравномерностью денудации в период размыва отложений в интервал времени после раннего неогена. Характер распределения значений мощностей указывает на то, что размыв осуществлялся по промоинам, ориентированным в субмеридиональном направлении. Особенно это подчеркивается характером распределения мощности вскрышных пород на меридиане скважин № 7 и 8 (рис. 4), где она имеет повышенные значения за счет того, что вскрыша здесь включает не только делювиальные четвертичные отложения, но и отчасти морские пески верхов разреза раннего неогена. Такой характер размыва отложений раннего неогена способствовал ухудшению условий отработки месторождения, так как размыв полезной толщи по бороздам приводил к уменьшению ее мощности и наращиванию мощности вскрышных пород.

Литература

1. Геология СССР. Том IX. Северный Кавказ. Часть 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1968
2. Замаараев В.В. ArcMap – руководство пользователя

ХРОМШПИНЕЛИДЫ ИЗ УЛЬТРАМАФИТОВ И ХРОМИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

А.А. Тихонова¹, А.А. Маськов²

Научные руководители профессор А.И. Чернышов, профессор В.Г. Ворошилов

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

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

Целью работы является выявление особенностей состава хромшпинелидов в породах и рудах Агардагского хромитоносного массива. Массив является самым крупным фрагментом Южно-Тувинского офиолитового пояса, который представляет собой структуру северо-восточного простирания, протяженностью более 100 км [1]. Агардагский ультрамафитовый массив представляет собой линзообразное тело длиной около 20 км при ширине до 3,5 км, вытянутое в северо-восточном направлении согласно со складчатой структурой региона. С вмещающими породами ультрамафиты имеют тектонические контакты, которые осложнены тектоническими клиньями кристаллических сланцев и отторженцами ультрамафитов в породах обрамления. В зонах контакта ультрамафиты и вмещающие их сланцы интенсивно рассланцованы.

Результаты исследования

Детальным петрографическим изучением установлены главные типы пород, слагающие Агардагский массив, представленные, главным образом, метаморфическими ультрамафитами дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса Южно-Тувинского офиолитового пояса. В массиве широким распространением пользуются гарцбургиты при подчиненной роли дунитов, и их серпентинизированные разновидности. Дуниты и гарцбургиты имеют преимущественно средне-, крупнозернистые структуры, нередко грубозернистые до пегматоидных. Они часто обнаруживают признаки пластических деформаций, что выражается в появлении неоднородного волнистого погасания минералов, полос пластического излома и порфирукластезе, обусловленном синтетектонической рекристаллизацией. Наличие признаков пластического деформирования в дунитах и гарцбургитах, является неотъемлемым атрибутом ультрамафитов офиолитовых комплексов [2,5].

Среди дунитов и, реже, гарцбургитов Агардагского массива выявлены многочисленные мелкие тела хромитов с различными типами структур: бедновкрапленной, средневкрапленной, густовкрапленной и сплошной. Они обычно приурочены к линейным участкам интенсивного рестирирования мантийного субстрата, а их образование, очевидно, обусловлено метаморфической сегрегацией хромшпинелидов в рудные линейно-полосчатые тела в процессе высокотемпературного пластического течения, контролируемого полосчатой внутренней структурой массива [4, 6]). При дальнейшей эволюции они подвергались интенсивной пластической деформации. При этом линейные зоны вкрапленного оруденения подвергались деструкции с образованием линзовидных тел хромитов, из которых происходило «выдавливание» пластичного оливина с образованием густовкрапленных и сливных структур, а сами тела при этом приобрели будинированную форму, часто обтекаемую серпентинитами.

Таблица 1

Химический состав хромшпинелида в ультрамафитах (в мас. %)

Образец	15010	15011/2	15012	15020/1	15024	15011/3	15011/4	15018	15025/2
Породы	Гарцбургиты					Дуниты			
Состав	хромит	субферри хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	субферри хромит
Al ₂ O ₃	11,55	4,56	11,64	12,97	7,96	11,16	10,83	8,70	7,47
Cr ₂ O ₃	55,81	59,92	58,80	56,92	61,81	57,99	58,07	59,59	59,94
V ₂ O ₅	0,00	0,25	0,45	0,00	0,00	0,40	0,43	0,00	0,00
FeO	22,72	23,75	18,39	19,33	21,23	20,49	19,78	21,77	22,88
MgO	9,92	9,68	10,66	9,59	7,93	9,62	10,59	8,64	8,16
Сумма	100	98,16	99,95	98,81	98,92	99,66	99,70	98,70	98,45

Хромшпинелиды в гарцбургитах и дунитах Агардагского массива отличаются однородностью химического состава и представлены, главным образом, хромитами и редко субферрихромитами, согласно классификации Н.В. Павлова [3] (табл. 1), что очевидно связано с одинаковой степенью их метаморфического преобразования в процессе высокотемпературного пластического деформирования. Они по составу близки хромшпинелидам из дунитов и гарцбургитов Калнинского и Кимперсайского массивов [6].

Таблица 2

Химический состав хромшпинелида в хромитах (в мас. %)

Образец	15011	15023/1	12009/1	15016	15020	12012/3	15013/7	12011/2	12013/2
Стр-ра	вкрап	вкрап	вкрап	густовкр	густовкр	густовкр	сплошн	сплошн	сплошн
Состав	субферри хромит	Алюмо хромит	хромит	Алюмо хромит	хромит	Алюмо хромит	хромит	хромит	Алюмо хромит
SiO ₂	6,22	0,00	0,00	0,36	1,45	0,00	0,48	1,07	0,00
TiO ₂	0,12	0,08	0,19	0,06	0,05	0,20	0,00	0,16	0,13
Al ₂ O ₃	5,64	14,80	2,88	15,43	7,03	24,33	6,31	3,56	19,74
Cr ₂ O ₃	51,98	55,38	59,38	55,74	62,85	44,89	63,07	58,44	49,59
V ₂ O ₅	0,09	0,19	0,11	0,18	0,07	0,05	0,09	0,18	0,26
MnO	1,03	0,34	0,91	0,21	0,09	0,18	0,65	1,54	0,40
FeO	20,47	13,98	25,11	14,33	15,31	15,73	16,20	26,02	17,45
MgO	13,86	15,04	11,28	13,43	13,00	14,51	11,80	8,66	12,34
NiO	0,19	0,18	0,00	0,08	0,10	0,07	0,07	0,22	0,04
CoO	0,00	0,00	0,15	0,07	0,06	0,04	0,00	0,10	0,07
CuO	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
ZnO	0,13	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00
Сумма	99,88	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	98,77	100,01	100,00

Хромшпинелиды во вкрапленных, густовкрапленных и сплошных хромитах отличаются более широкими вариациями составов, чем во вмещающих дунитах и гарцбургитах. Они представлены обычно алюмохромитами, и хромитами, иногда отмечаются субферрихромиты (табл. 2). Содержания MgO во всех

структурных типах хромитах остаются близкими. При этом содержания Al_2O_3 , Cr_2O_3 и FeO значительно варьируют, однако их вариации не увязываются со структурными типами. Отмечается тенденция уменьшения TiO_2 , MnO от вкрапленных к густовкрапленным хромитам. Вариации составов хромшпинелидов в хромитах, очевидно, обусловлено их неоднородными метаморфогенными преобразованиями в процессе пластического деформирования. В отличие от вмещающих дунитов и гарцбургитов в хромитах часто встречаются MnO , NiO , реже отмечаются CoO , CuO , ZnO .

К наименее метаморфизованным хромшпинелидам относятся алюмохромиты, которые представляют собой наиболее ранние образования. Наиболее метаморфизованными относятся хромиты и субферрихромиты, которые очевидно претерпели наложенные интенсивные пластические деформации.

Таким образом Агардагский массив сложен предельно истощенными в процессе деплетирования ультрамафитами дунит-гарцбургитового комплекса. Породы в различной степени подвержены пластическим деформациям, что выражается в размере зерен оливина, появлении неоднородного погасания, полос пластического излома, спайности, а также порфиорокластезе, обусловленном синтетектонической рекристаллизацией. Среди дунитов и гарцбургитов установлены линзовидные тела и линейные зоны хромитов. Их локализация, очевидно, контролируется линейными зонами интенсивного послонного течения мантийного субстрата и обусловлена сегрегацией хромшпинелидов в рудные линейные тела и зоны в процессе высокотемпературного пластического течения. Под действием коровых пластических деформаций сдвигового характера происходило неравномерное «выдавливание» оливина из хромитов с образованием густовкрапленных и сплошных рудных тел. При этом сопутствующий метаморфизм способствовал формированию высокохромистых хромитов.

Литература

1. Гончаренко А.И. Петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989, 398 с.
2. Колман Р.Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979. 269 с.
3. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды ИГН АН СССР. Сер. рудн. месторождения. М.: Изд-во АН СССР. 1949. № 13. 87 с.
4. Савельев Д.Е., Сначев В.И., Савельева Е.Н., Бажин Е.А. Геология, петрогеохимия и хромитоносность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008, 320 с.
5. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). Томск, 2001, 216 с.
6. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петроструктурная эволюция ультрамафитов Калнинского хромитоносного массива в Западном Саяне // Геотектоника. 2013. № 4. С. 31–46.

К ГЕНЕЗИСУ СЕРЕБРО-ОЛОВЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИРХАНТ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)

Ф.А. Файзиев

Научный руководитель профессор А.Р. Файзиев

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан

Месторождение Мирхант расположено в пределах Джилау-Тарор-Мосрифского рудного района, пространственно ассоциирующегося с мелкими интрузиями гранодиоритов и кварцевых порфиров. Последние приурочены к осям мелких антиклинальных структур и разрывных нарушений.

Историю формирования месторождения можно разделить на три этапа: дорудный, синрудный и пострудный.

Первый этап характеризуется созданием геолого-структурных условий, благоприятных для поступления и локализации оруденения. Основной структурой является Мирхантская антиклиналь, осложненная на крыльях на всем её протяжении (более 4,5 км) крупными разломами более высоких порядков. Последние простираются субпараллельно оси складки на северо-восточном и юго-западном контактах пород. Разломы при определенной тектонической обстановке выполняли роль рудоподводящих каналов.

Второй этап связан с процессом эндогенного рудообразования, который был многостадийным [1]. Выделены три последовательные стадии гидротермального рудообразования: 1) кварц-касситерит-сульфидная; 2) карбонат-сульфосольно-сульфидная и 3) кальцит-гематит-сульфидная. Минералы кристаллизовались в широком диапазоне температур (430-65°C) и давлений (1000-150 атм). Первоначально состав минералообразующих растворов был бикарбонатно-сульфатным (с подчиненным значением хлора), а затем сменился на хлоридно-бикарбонатный.

Третий этап (пострудный) характеризуется проявлениями поздних прожилков кварца, кальцита, развитых как в позиции рудоносных залежей, так и за их пределами.

Особенности морфологии и внутреннего строения рудных тел имеет большое значение для понимания генезиса месторождения. Рудные тела месторождения крутопадающие (от 55 до 90°C) и имеют столбообразную, четковидную, лентообразную и пластообразную формы с раздувами и пережимами. В пределах месторождения выделены 7 рудных тел. Параметры их следующие: протяженность колеблется от 90 до 550 м, размах оруденения по вертикали 350-400 м, азимут простираения 300-340°. Мощность рудных тел варьирует от 1.22 до 44 м.

Оруденение в основном представлено гнездово-прожилково-вкрапленными и массивными сульфидными рудами. Минерализация характеризуется чрезвычайно пёстрым набором металлов (серебра, свинца, цинка, олова), значительно превышающих кларк этих элементов, как в интрузивных массивах (гранодиоритах, кварцевых порфирах, лампрофирах) района, так и во вмещающих породах (карбонатах, глинистых сланцах, песчаниках и др.). Например, среднее содержание серебра в кислых породах района превышает в 40 раз кларк элемента в земной коре.

На юго-восточном фланге участка Нижний Кштудак, в относительной близости от Шингской интрузии гранодиоритов, скважинами №№ 32, 34, 38 и 50 вскрыты массивные руды, сложенные преимущественно арсенопиритом. Арсенопирит представлен здесь хорошо образованными кристаллами и зёрнами неправильной формы с обильными включениями кварца и кальцита, сцементированными халькопиритом и теннантитом при подчиненном количестве последнего. Наряду с арсенопиритом распространены пирит и марказит, часто замещенные гидроксидами железа. Галенит с включениями борнита образует прожилки, пересекающие агрегаты названных выше минералов.

Скважинами №№ 28, 29, 30 и 31 подсечены руды прожилково-вкрапленные и вкрапленные в черных доломитизированных известняках. Оруденение представлено угловатыми обломками арсенопирита и округлыми сфалерита I. Цементируются такие обломки галенитом, марказитом и кальцитом. Редко встречается висмутин в виде округлых мелких выделений в арсенопирите.

Распределение металлов в плоскости рудного тела, минеральный состав и текстура руд обнаруживают тесную зависимость от содержания в рудовмещающих известняках углеродистого вещества. Участкам с наиболее высоким содержанием $C_{орг}$ соответствуют богатые сульфидные руды массивной текстуры. Снижение уровня концентрации $C_{орг}$ сопровождается сменой массивных текстур на прожилково-вкрапленные и уменьшением суммарного содержания металлов и серы. При ещё более низком содержании $C_{орг}$ руды исключительно вкрапленные (таблица), с низким содержанием металлов и серы. Со снижением содержания $C_{орг}$ происходит также трансформация форм нахождения олова и железа из сульфидных минералов (марказит, пирит, арсенопирит, станнин) в оксидные (гематит, касситерит).

В рудах проявлены текстуры с дроблением и цементацией. Взаимоотношения арсенопирита, сфалерита и тетраэдрита с галенитом и сульфосолями достаточно определенно указывают на интравудные деформации. Чрезвычайно характерны структуры распада твердых растворов и твердофазных превращений, а также обилие и аномально высокое содержание изоморфных примесей в минералах.

На участке Нижний Кштудак зональность оруденения прослежена на горизонте штольни № 1. Прежде всего, отмечается изменчивость текстур руд. В направлении с юго-востока на северо-запад массивные руды постепенно переходят в прожилково-вкрапленные [2] и далее во вкрапленные. В массивных рудах главными носителями серебра являются пираргирит, серебросодержащий тетраэдрит, андорит, фрейеслебенит. В существенно вкрапленных рудах андорит и пираргирит отсутствуют, тетраэдрит сохраняется, появляется конгсбергит. В юго-восточной части рудной залежи Контактная (рудное тело 1) ведущей формой нахождения олова является станнин, а касситерит встречается редко. К северо-западу, на продолжении рудоносной зоны, количество касситерита возрастает, а станнин постепенно исчезает (рудное тело Сурхок).

Для получения ряда вертикальной геохимической зональности рудных тел вычислены величины показателей зональности, отражающие относительное накопление элемента на каждом из горизонтов штолен. В рудном теле №1 максимальное относительное накопление серебра и олова наблюдается на поверхности месторождения, цинка и свинца – на уровне горизонта штольни 5, а золота и мышьяка на самом нижнем горизонте [2].

Таблица

Распределение $C_{орг}$ в рудах и породах

№№	Руды и породы	Рудное тело	Количество анализов	$C_{орг}$, в %		
				от	до	среднее
1	Сульфидные					
	А) с массивной текстурой	№1	14	0,15	2,82	1,03
	Б) с прожилково-вкрапленной текстурой	№1	13	0,04	1,06	0,44
	В) с прожилково-вкрапленной текстурой	№2	10	0,16	0,57	0,38
2	Гематитовые с вкрапленной текстурой	№1	20	0,08	0,92	0,28
3	Вмещающие					
	А) брекчии известняков	№1	20	0,01	0,15	0,04
	Б) брекчии известняков	№2, Сурхок	31	0,02	0,57	0,08

Отмеченные особенности мирхантских руд, вместе с избирательной их локализацией в карбонатной части разреза, в основном согласуются с представлениями о преимущественно гидротермально-метасоматическом рудоотложении из высококонцентрированных малоподвижных растворов на восстановительном геохимическом барьере и о большой роли процессов перераспределения сингенетических

концентраций металлов в карбонатных породах. Локальная изменчивость концентраций изоморфных примесей в минералах указывает на резко неравновесные условия минералообразования.

По характеру условий переноса и отложения металлов, термодинамическим параметрам формирования оруденения можно лишь приблизительно оценить глубину их образования. Метасоматиты, развитые по терригенным породам в зоне Диагонального разлома, относятся к березито-лиственитовой формации и представляют собой среднеглубинные образования [3].

Реконструкция доюрского пенеплена, выполненная В.Ф.Чернышевым и И.З.Кориным [4] позволяет оценивать глубину расположения рудных тел Мирханта относительно этой поверхности в 500-600 м, а глубину залегания северного фланга месторождения Тарор относительно той же поверхности в 1200 м. В соответствии с этими данными предполагается воздымание блока, вмещающего Тарорское месторождение на 600-700 м, что в значительной мере объясняет существенные различия в минеральном составе тарорских и мирханских руд. Кроме того, реконструкция палеозойского рельефа над доюрским пенепленом позволяет оценить глубину формирования Мирханта в 800-1200 м.

Таким образом, модель формирования оруденения мирхантского типа включает карбонатные толщи с повышенным кларком металлов, интрузии, как источник энергии и флюидов, обеспечивающих перераспределение металлов, горизонты обогащенные C_{org} и играющие роль восстановительного геохимического барьера, межформационные разломы, обеспечивающие фильтрацию нагретых флюидов. Углеродистое вещество в этой модели рассматривается как сингенетическое.

Литература

1. Мамадвафоев М.М., Джанобилов М.Д. О зональности оруденения на касситерит-серебро-полиметаллическом месторождении Нижний Кштудак (Центральный Таджикистан). Доклады Академии наук Республики Таджикистан, т. XLII, № 7, 1999, с. 57-62.
2. Структурные условия формирования эндогенных рудных месторождений. Глав. ред. Л.И.Лукин. - М.: Издательство Наука, 1973. - 262 с.
3. Файзиев Ф.А. Стадии минерализации на месторождении Мирхант. Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2007, т. 49, № 7, с. 643-647.
4. Файзиев Ф.А. Околорудные изменения вмещающих пород на месторождении Мирхант (Центральный Таджикистан). Труды Института геологии АН РТ, выпуск 7, 2008, с.164-174.

СЕРЕБРО-ОЛОВЯННЫЙ РУДНОФОРМАЦИОННЫЙ ТИП ОРУДЕНЕНИЯ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Ф.А. Файзиев¹, А.Р. Файзиев², М. Каюмарси³

Научный руководитель член-корреспондент АН РТ, профессор А.Р. Файзиев

¹*Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан*

²*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН
Республики Таджикистан*

³*Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан, г. Душанбе,
Республика Таджикистан*

Таджикистан является одним из важнейших серебряных регионов мира. По разведанным запасам серебра наша страна занимает пятое место [5]. Помимо собственно серебряных месторождений, значительное количество серебра связано с месторождениями золота, свинца, цинка, висмута, сурьмы, олова, вольфрама, флюорита. Среди собственно серебряных месторождений, выделяются серебро-полиметаллические, серебро-сурьмяные, серебро-оловянные и серебро-золотые рудноформационные типы [7]. Месторождения различных рудноформационных типов характеризуются определёнными закономерностями, связанными с геолого-структурными особенностями объектов, минеральным составом, физико-химическими условиями образования, стадийностью минералообразования и другими факторами. Среди них серебро-оловянный рудно-формационный тип имеет особое значение. Известными его представителями являются более двадцати месторождений и проявлений, расположенными в пределах Центрального Таджикистана (Тарорское, Казнок-Мушистонское и Пети-Такфонское рудные поля). Представители месторождений рудных полей: Тарора – Мирхант; Казнок-Мушистона – Казнок-Мушистон, Пагна, Вен, Нижний Вен, Хиргасанг; Кони – Нукра, Тезлок, Молобой, Нижний Заврон, Андарикалон, Сангисафед, Верхний Заврон, Чашма, а Пети-Такфона – одноимённые месторождения Такфон и Пети, а также Симич, Пшанза, Ремон, Урашт (рис.).

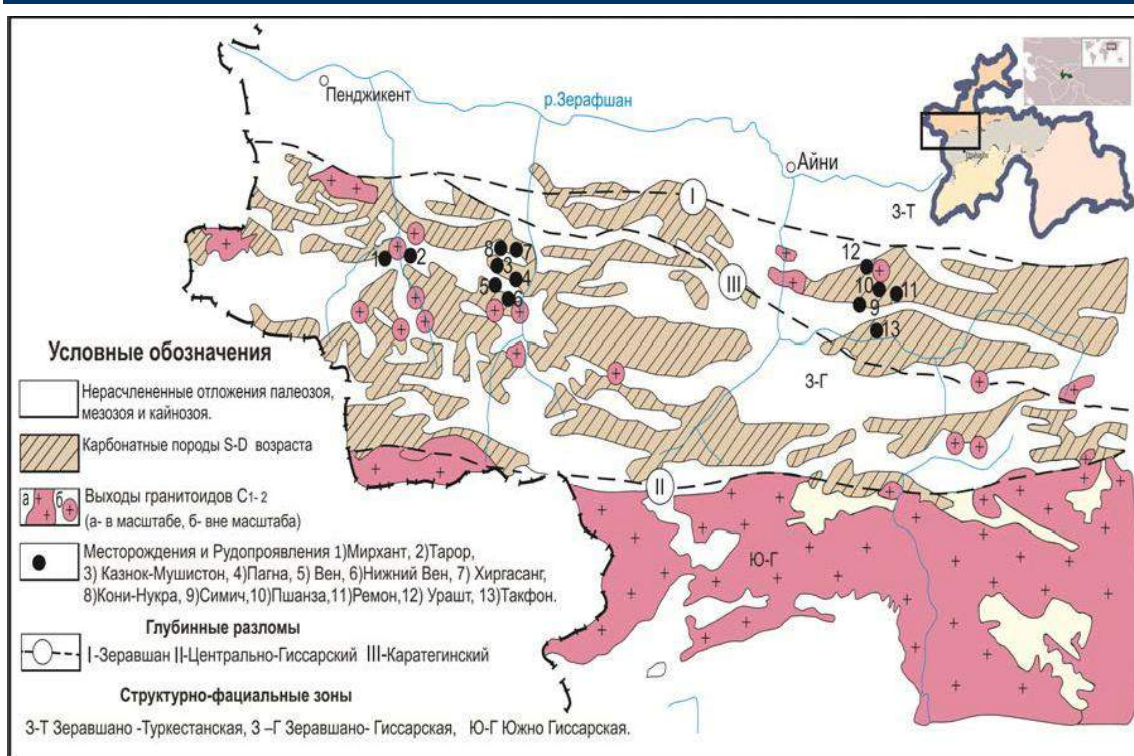


Рис. Схематическая карта расположения месторождений серебро-оловянного рудноформационного типа в Центральном Таджикистане

Рудные поля Центрального Таджикистана в структурно-металлогеническом отношении входят в состав Зеравшано-Гиссарской структурно-формационной зоны [1]. Во всех отмеченных проявлениях и месторождениях в качестве основного компонента содержится серебро в количестве от 30-40 до 1200 г/т и олово от 0,19 до 7,69%.

В геологическом строении рудных полей принимают участие кремнисто-карбонатная (O-S₁ – кварц-серицитовые, кварц-хлоритовые и карбонат-глинистые сланцы с прослоями кварцито-песчаников, иногда известняков), карбонатная (S₂ld₁ – доломитистые известняки, доломиты, S₂ld₂-D₁ – слоистые и полосчатые карбонаты с желваками кремней) и терригенная (D₂₋₃ – кремнистые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями известняков и песчаников, С₁ – глинистые сланцы, песчаники, гравелиты и конгломераты с прослоями известняков и кремнистых сланцев) толщи.

На месторождениях серебро-оловянных руд метасоматические образования имеют широкое площадное развитие. За счет гидротермального изменения как гранитоидов, так и терригенных пород образуются близкие по минеральному составу кварцево-серицит-доломитовые метасоматиты, сходные с березитами. Карбонатные отложения мраморизованы, доломитизированы, анкеритизированы и гематитизированы.

Форма проявления минерализации на месторождениях серебро-оловянной формации – жилы, прожилки, гнезда, вкрапленники, а также столбы. Длина их от нескольких десятков до сотен метров, мощность от 0,72 до 44 м. Рудные зоны прослежены до глубины 700 м.

В распределении эндогенной минерализации в рудных полях намечается площадная рудная зональность, которая, по всей вероятности, является отражением вертикальной зональности минеральных комплексов по В.И.Смирнову [4, 2]. Например, в центре Казнок-Мушистонского рудного поля локализуется более высокотемпературное оловянно-вольфрамово-мышьяковое оруденение (месторождение Мушистон). В южном, северо-восточном и восточном направлениях оно меняется на менее высокотемпературное олово-полиметаллическое (Вен, Нижний Вен, Чашма, Водораздельное), полиметаллическое (Северное, Зимгут, Безьянное) и сурьяно-полиметаллическое (Негнот, Пагна), а в западном и северо-западном направлениях на серебро-полиметаллическое (Кони-Нукра, Хиргасанг).

Элементы площадной зональности минерализации наблюдаются и на отдельных месторождениях. Так, на месторождении Мушистон в центральной его части развито собственно оловянное оруденение, которое в южном и западном направлениях меняется на олово-полиметаллическое.

На площади рудного поля, на примере месторождения Мушистон, М.М. Мамадвафоевым и др. [3] установлена вертикальная геохимическая зональность, выраженная в том, что максимальное относительное накопление свинца наблюдается на самом нижнем горизонте месторождения, олова, меди и серебра – в среднем, а цинка и мышьяка в верхнем.

Гипогенное минералообразование на месторождениях серебро-оловянного типа носило стадийный характер. Минералообразование на рассматриваемых рудных полях происходило в три стадии: Тарорского -кварц-касситерит-сульфидная, карбонат-сульфидная и кальцит-гематит-сульфидная, Казнок-Мушистонского - бор-кремний-сернистая, кремний-сернистая и кремний-углекислая и Пети-Такфонского – кварцево-редкометальная, кварцево-сульфидная и

кварцево-карбонатная [6]. Кристаллизация минералов протекала из бикарбонатно-сульфатных (с подчиненным значением хлора) растворов низкой концентрации (5...24 масс.%) в пределах температур 550...100°С. Давление в период кристаллизации минералов колебалось от 1000 атм в начале процесса до 150 атм и ниже в его конце.

На этих месторождениях описано около 120 минеральных видов. Наиболее распространёнными рудными минералами являются арсенопирит, галенит, сфалерит, пирит, марказит, тетраэдрит, станнин, гематит, касситерит, а основными минералами серебра – пираргирит, андорит, фрейбергит, фрейеслебенит, полибазит и самородное серебро. Из более редких минералов на месторождении установлены также акантит, штернбергит, матильдит, кераргирит, прустит, миаргирит, рамдорит, густавит, науманнит и богдановичит. Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом и баритом.

Анализы проб, отобранных из горных выработок и скважин в интервале высот от 1000 до 1407.11 м над ур. м. показывают, что максимальные мощности рудных тел и высокие содержания серебра наблюдаются в верхних горизонтах месторождений, начиная с высот 1150 м (участок Нижний Кытудак) и 1250 м (участок Вичгона).

В рудных телах концентрация серебра растёт от нижних горизонтов месторождения Мирхант к верхним. Например, на месторождении Мирхант если в рудном интервале штрека I штольни № 1 (гипсометрический уровень 1344.6 м) среднее содержание серебра равно 146.3 г/т (среднее из 115 анализов), то в рассечках 7 и 8 штольни №4 (1407.11 м н. ур. м.) - 198.4 г/т.

Отличительной особенностью месторождений серебро-оловянного типа является присутствие в рудных телах, наряду с серебряными, минералов олова – станнин, мушистонит, варламовит, натанит, висмирновит, гидростаннат. Кроме того, в рудах присутствуют касситерит и шеелит. Другой характерной особенностью этого типа является высокая температура образования минералов. Минералообразование на месторождениях этого типа протекало в два этапа: ранний скарновый и поздний гидротермальный. Образование минералов позднего этапа происходило в широком диапазоне температур 450...100°С. Минералообразующие растворы носили хлоридно-бикарбонатно-сульфатный характер. Из катионов в порядке возрастающей концентрации установлены калий, натрий, магний и кальций.

По многим аспектам серебро-оловянное оруденение Центрального Таджикистана сопоставимо с аналогичными месторождениями других регионов мира, например Потоси, Порко, Оуруо (Боливия), Пачука (Мексика), Северо-Восток России и т.п.

Литература

1. Виноградов П.Д. Основные этапы формирования структуры западной части палеозойской синклинали Тянь-Шаня (Центральный Таджикистан // Тектоника Памира и Тянь-Шаня. Материалы II Всесоюзного тектонического совещания. – М.: 1964. – С. 192–207.
2. Мамадвафоев М.М., Бахронов Н., Логинова И.М. Оловорудное месторождение Мушистон: геология и генезис оруденения (Центральный Таджикистан). Материалы республиканской научной конференции, посвящ. 90-летию со дня рождения академика АН РТ Баратова Р.Б. – 2012. – С. 112–122.
3. Мамадвафоев М.М., Бахронов Н., Прокова И.А. и др. О геохимической зональности на оловорудном месторождении Мушистон в Центральном Таджикистане // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 1993. – № 2. – С. 129–133.
4. Геология оловорудных месторождений СССР / Гл. ред. С.Ф. Лугов. – М.: Издательство Недр, 1986. – 429 с.
5. Петров С.В., Полеховский Ю.С. Минерально-сырьевые ресурсы мира. – С.-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2007. – 146 с.
6. Рахманов А.М. Геология и физико-химические условия формирования скарново-редкометалльных месторождений Зеравшано-Гиссарской горной области. – Душанбе: Ирфон, 1977. – 168 с.
7. Файзиев А.Р., Файзиев Ф.А. Рудноформационные типы серебряных месторождений Таджикистана. – Известия Академии наук Республики Таджикистан, Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2015. – № 3 (155). С. 284–292.

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОБНАРУЖЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА НА УЧАСТКЕ ПОЛУДЕННЫЙ (РЕСПУБЛИКА САХА, ЯКУТИЯ)

Ю.С. Юрьева

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

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

Россыпь участка «Полуденный» расположена в Республике Саха (Якутия) – Верхне-Индибирском горнопромышленном районе и приурочена к долине одноименного ручья, левого притока руч. Ылэн. Форма долины трапециевидная, с симметричными склонами. Пойма плоская ровная, с террасами V-VI уровней. Ширина долины ручья 200-550 м. Склоны чаще крутые осыпные, на отдельных отрезках относительно пологие [3].

В геологическом строении района принимают участие юрские геосинклинальные отложения, относящиеся к верхоанскому комплексу и континентальные четвертичные отложения.

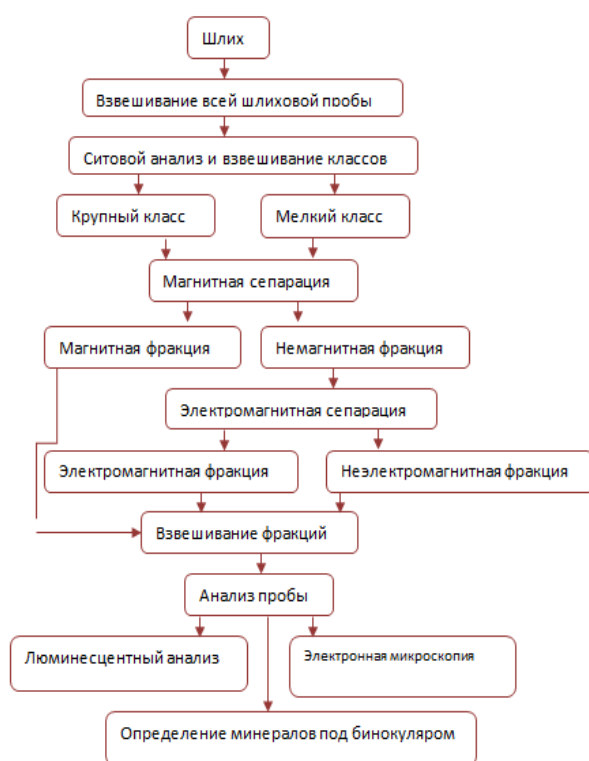
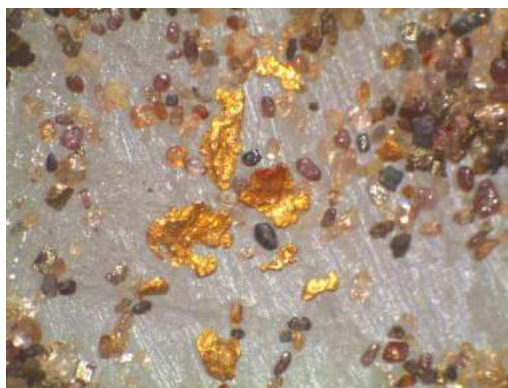


Рисунок 1. Схема обработки шлиховых проб

часть шлиха составляет каждый минерал).



**Рис. 2. Шлиховая проба под бинокляром.
В составе: золото, циркон, гранаты,
сульфиды.**

Для удобства и большей точности минералогического анализа проба подвергается последовательному исследованию, которое включает разделение по классам крупности (ситовой анализ) и по магнитным свойствам (на магнитную, электромагнитную и немагнитную фракцию) (Рис.1) [2].

Шлиховые пробы отобраны из материала продуктивного горизонта (песков) разведочных линий в верховьях и нижнем течении руч. Полуденный. Обработка шлихов проводилась согласно схеме Рис.1. Были выделены магнитная и немагнитная, электромагнитная и неэлектромагнитная фракции с дальнейшим определением минерального состава. Изучение минералов выделенных фракций осуществлялось под биноклярным стереоскопическим микроскопом, свойства некоторых минералов проверялись с помощью поляризационного микроскопа. Минералы определены с помощью таблиц-эталонов, по внешним признакам, оптическим свойствам.

В результате изучения шлихового материала были обнаружены: кварц, магнетит, пирротин, гранаты, циркон, пирит, ильменит, шеелит, обломки углисто-глинистых сланцев (коренных пород) (Рис. 2).

Задачами исследования является: последовательное изучение шлиховых проб с участка Полуденный, определение минералогического состава с помощью электронного микроскопа, люминесцентного анализа и под бинокляром.

Целью исследования является обнаружение месторождения россыпного золота.

Методика исследований.

Для выполнения поставленных задач нами в минералогической лаборатории кафедры ГЭГХ проведен шлиховой анализ с полуколичественным определением основных ценных компонентов.

Шлиховой метод, один из основных минералогических методов поисков, основан на изучении состава шлиха - концентрата рыхлых природных отложений, полученного при отмывке в воде и обогащенного тяжелыми минералами [2]. Метод шлихового анализа применяется при непосредственных поисках первичных (коренных) и вторичных (россыпных) месторождений полезных ископаемых, при расшифровке геохимических и геофизических аномалий, оценке рудоносности интрузивных комплексов, при решении ряда вопросов петрологического, минералогического, палеогеографического, стратиграфического, геоморфологического плана [1].

Состав шлиха может быть охарактеризован как качественно (какие минералы в нем встречаются), так и количественно (какую весовую или объемную

По количественному составу основную массу шлиховых проб составляют минералы неэлектромагнитной фракции, в среднем 55%.

Кварц представлен изометричными формами зерен, некоторые зерна слабо окатаны. Встречаются мелкие кристаллы горного хрусталя. Цвет – молочно-белый непрозрачный, светло-серый. Также кварц образует сростки с темноцветными минералами.

Гранаты встречаются редко в виде единичных зерен кроваво-красного цвета, прозрачные с характерным обликом кристаллов.

Минералы магнитной фракции представлены магнетитом и пирротинном. Магнетит имеет неправильные формы зерен железо-черного цвета и с пленками лимонита.

Минералы электромагнитной фракции представлены редкими зернами ильменита, который наблюдается в виде различных обломков с гладкими краями черного цвета и с полуметаллическим цветом.

Обломки коренных пород представляют собой мелкокристаллические углисто-глинистые зерна сланцеватой породы черного цвета.

В ходе люминесцентного анализа были выявлены два минерала: шеелит и циркон. В ультрафиолетовом свете циркон имеет ярко-желтую до оранжевого окраску, а шеелит – голубоватую. Циркон представлен цветовыми разновидностями - медово-желтый, буроватый, розовый, имеющими призматические формы кристаллов. Шеелит представлен зернами неправильной формы молочно-белого цвета с желтоватым оттенком, слабо окатанными с шелковистым блеском.

В неэлектромагнитной фракции отмечается сульфидная минерализация, представленная как отдельными зернами пирита, халькопирита и пирротина, так и их сростками. Пирит встречается в виде неправильных остроугольных обломков и кристаллов, имеющих форму куба, часто с ясно выраженными гранями с металлическим блеском, соломенно-желтого цвета. Значительная часть зерен с поверхности покрыта бурой или красновато-бурой пленкой гидроокислов железа. Пирротин наблюдается в виде неправильных остроугольных обломков коричневатого-бронзового цвета.

Также в шлиховых пробах встречается золото характерного ярко-желтого цвета с металлическим блеском. Форма кристаллов различная, преобладают пластинчатые трещинно-прожилковые выделения, но встречаются и плоскостные (двумерные) дендриты средней степени окатанности. По крупности золотины мелкие, размер колеблется в пределах от 0,1 до 1 мм. Пробность золота в интервале линий 01-8 является 926. Среднее содержание золота по россыпи составляет 1,10 г/м³.

В минералогическом отношении состав проб почти однотипен, представлен типичными минералами – спутниками россыпного золота, что является важным косвенным поисковым признаком.

Из других рудных минералов, помимо золота, встречаются шеелит, галенит, циркон в содержаниях, не представляющих промышленного интереса.

Литература

1. Захарова Е.М. Шлиховые поиски и анализ шлихов. –М.: Недра, 1989. – 160 с.
2. Копченова Е. В. Минералогический анализ шлихов и рудных концентратов. – М: Недра, 1979. – 247 с.
3. Эрнст Н.Д. Геологический отчет о результатах детальной разведки россыпного месторождения золота «Куранах» за 1988-1995 гг., ВИГГП 1996г (ГУП «Сахагеоинформ» инв. №19117).

Секция 4

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА – НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ XXI ВЕКА

Н.П. Запивалов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Введение. Новые подходы в нефтегазовой геологии

В нефтегеологической науке XXI в. преобладают идеи современной нелинейной динамики с ее концепциями хаоса и самоорганизации.

Установлено, что углеводороды имеются во всех слоях земной коры, а также предполагаются в космосе. Имеется много различных достаточно авторитетных точек зрения на генезис углеводородов [1, 2].

Многолетний опыт работы в нефтегазовой геологии привел автора к выводу об ограниченной применимости классической органической гипотезы, хотя именно он впервые в Западной Сибири в 1958 г. на основе изучения опорных скважин в марьяновской (впоследствии переименованной в баженовскую) свите (верхняя юра) выделил нефтематеринскую толщу (геохимическая пачка А). Этому была посвящена кандидатская диссертация. Но сейчас у автора другая парадигма, не предполагающая приверженности какой-либо одной концепции генезиса нефти.

Создать общую теорию нафтидогенеза, пригодную для любых геологических условий, видимо, невозможно. Выделение региональных нефтематеринских толщ в качестве единого и обязательного источника нефтегазообразования является некорректным.

Скопления нефти и газа обнаружены во всех типах пород и стратиграфических горизонтах на суше и в акваториях. По существу, наша планета является единым нефтяным полигоном. Темпы и объемы добычи нефти и газа, а также цены зависят от различных природных, техногенных и рыночных флуктуаций, включая многие геополитические факторы.

Век углеводородной цивилизации продлится еще очень долго. Это подтверждается наличием и открытием новых разнообразных источников углеводородов (традиционных и нетрадиционных), а также созданием инновационных методов и технологий их добычи и утилизации. Это убедительно демонстрируют данные по динамике доказанных запасов нефти за последние 20 лет (рис. 1), а также по динамике добычи и потребления нефти в мире. Так, в 1900 г. было добыто 20 млн. т. нефти, а в 2014 г. 4221 млн. т. нефти. В 1984 г. общемировое потребление нефти составляло менее 60 млн. баррелей в сутки, а в 2013 г. превысило 90 млн. баррелей в сутки.

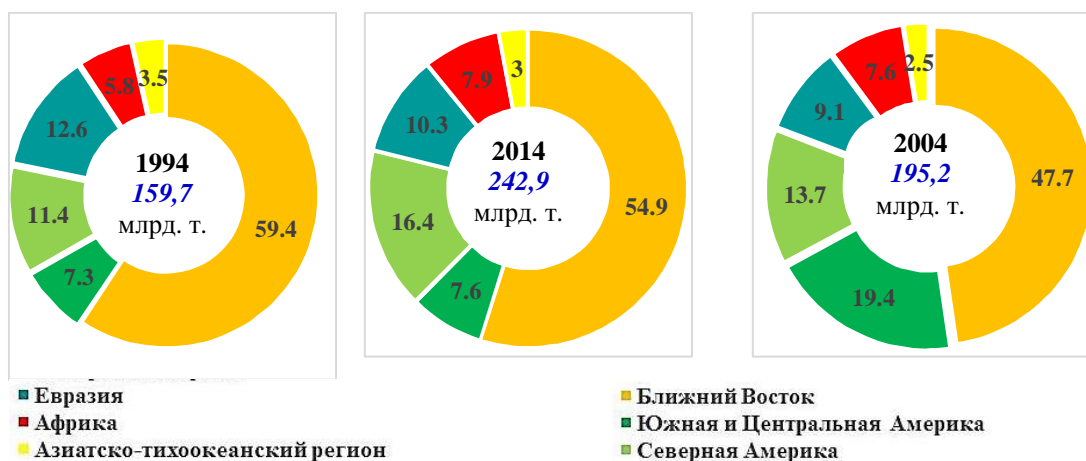


Рис. 1. Распределение доказанных запасов нефти в мире в 1994, 2004 и 2014 гг., % (по данным BP Statistical Review of World Energy 2015)

Надо признать, что в России тоже постоянно увеличивается добыча нефти, за исключением периода перестройки и смены общественно-политической формации (1989-2001 гг.). Так, в 1874 г. добыча нефти составила 100 тыс. т., а в 2014 г. – 534 млн. т.

70 стран в мире имеют разведанные запасы нефти, более 65 стран осуществляют добычу нефти, и практически все государства мира в той или иной степени используют углеводородное сырье для различных целей.

Ясно, что углеводородных ресурсов в земных недрах много, но требуется разумное (научное) использование этих крайне важных для человечества богатств. Русский поэт XIX века А.К. Толстой писал: «Земля наша богата, Порядка только нет».

Исследования, обобщения и результаты

Нефтегазонасыщенный пласт представляет собой целостную взаимосвязанную систему: породы (минералы) + флюиды (нефть, газ, вода). Залежь нефти – это «живая» флюидопородная система, поэтому ее жизнь подчиняется законам спонтанной саморегуляции. Следует сосредоточить научную мысль и практические усилия на изучении и управлении «жизнью» месторождений. Необходимо учитывать, что эта «жизнь» зависит от многих градиентных факторов в быстротечном режиме. Залежь нефти может сформироваться, расформироваться и вновь образоваться. Поэтому многие скопления нефти и газа по существу являются молодыми.

Промысловые исследования и наблюдения во многих регионах позволили установить, что критическим порогом устойчивого состояния флюидонасыщенной системы в процессе разработки месторождения является величина депрессии на пласт 5–8 МПа [3, 4]. Это значение является практически универсальным и применимо для всех типов коллекторов.

Флюидодинамические системы (залежи, месторождения) являются по многим параметрам очаговыми, вероятнее всего, фрактальными объектами с неравномерной продуктивностью [5].

Примером нарушения естественных природных процессов является Верх-Тарское месторождение (Новосибирская область), которое было уничтожено за 10 лет ускоренной выработки активных запасов за счет завышенных темпов добычи, неумеренного применения ГРП и заводнения [6] (рис. 2). Автор в течение многих лет предлагает создать на основе этого уникального района, где есть нефть в песчаниках мезозоя (Верх-Тарское), карбонатных породах палеозоя (Малоичское) и даже в гранитах Межовского массива, **научно-технологический и образовательный полигон для натуральных исследований, апробации новых и тиражирования инновационных технологий по всему спектру нефтегазового производства**, но активной поддержки пока не получил.

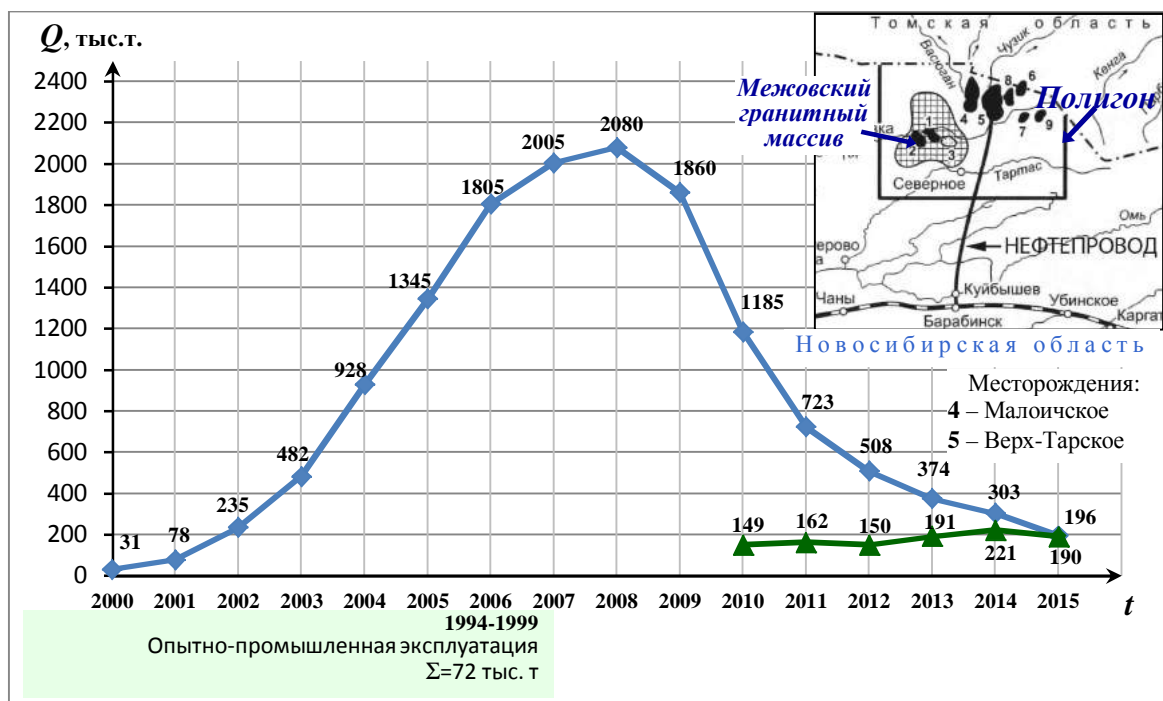


Рис. 2. Динамика добычи нефти на Верх-Тарском месторождении по годам. Суммарная добыча на 1.01.2015 составила 14 млн. 46 тыс. т. Геологические запасы 52 млн. т. Зеленым показана начавшаяся позднее добыча нефти на Малоичском месторождении из палеозоя. В 2015 г. добыча снизилась по сравнению с 2014 г. на 26%

О нерешенных задачах

- Все еще остается нераскрытой «тайна» большой нефти в глубинных комплексах Западной Сибири (палеозой и докембрий), в том числе в погребенных гранитах [7]. Много творческих усилий и практических дел автор посвятил именно этой проблеме. Этот марафон длится уже более 50 лет. Препятствием является **геологическая неопределенность классического термина «фундамент»**. А.А. Трофимук называл палеозой «золотой подложкой Западной Сибири».

Задача скорейшего масштабного промышленного освоения *сугубо* прогнозных нефтегазовых ресурсов российских арктических акваторий имеет непреодолимые трудности в обозримой перспективе XXI в. Геологи могут решить некоторые геополитические задачи, но не более того. Между тем огромная заполярная сухопутная территория Западной Сибири – это совсем другая, почти решенная задача.

О баженитах и сланцевой нефти Западной Сибири можно складывать легенды и даже достигать некоторых успехов, но большого нефтяного дыхания, видимо, быстро не получить. По данным исследований [8], отложения баженовской свиты по своей геохимической специализации относятся к формации металлоносных черных сланцев; баженовская свита, по сравнению со средними данными для черных сланцев мира, более чем в 3 раза обогащена U, Zn, Sr, Ba и в 1,5 раза – As, Co и Tb. Содержание урана в породах колеблется от 2 до 171 г/т, при среднем его содержании в 40,9 г/т. Ориентировочно можно оценивать ресурсы этого металла в исследуемом районе на уровне 3 млрд. т.

Встает, возможно, не праздный вопрос: может быть, из Западно-Сибирских баженитов добывать уран и другие металлы, хотя бы в отдельных перспективных районах (может быть, и вместе с нефтью)?

Обсуждение, предложения и выводы

В настоящее время в мире повсеместно осуществляется форсированная коммерческая добыча легко извлекаемой нефти всеми доступными сверхинтенсивными методами. Остаточная нефть (запасы) к настоящему моменту составляет 55–70 %. Чтобы добывать эту остаточную (трудноизвлекаемую) нефть из продуктивных пластов, нужны принципиально новые идеи и технологии.

В научных исследованиях, в прогнозах, поисках, разведке и разработке месторождений следует ориентироваться на установление зон (очагов) с активным градиентным флюидным режимом в каждый отдельный момент времени. Методов и технологий таких инновационных процедур сейчас достаточно, включая высотные и космические съемки. Рекомендуются, например, методика ДФМ [9] и технология спектрального анализа микросейсм (SAM) [10]. Эти технологии позволяют четко выявлять высокопродуктивные очаги в процессе разведки и разработки месторождений.

При освоении нефтегазовых месторождений, особенно в период их активной разработки, необходимо применять *реабилитационные циклы*, способствующие быстрому восстановлению энергии пласта и фильтрационных свойств, а также *образованию новых объемов углеводородных масс*. В итоге это обеспечит длительную «жизнедеятельность» объекта, высокую конечную нефтеотдачу, соблюдение экологических стандартов, а также существенную экономию труда и капитала. Кстати, мировая конъюнктура в последние годы предопределила вынужденную реабилитацию месторождений для многих регионов мира, включая Россию.

Активные процессы современной очаговой подпитки углеводородных скоплений и соответствующее увеличение запасов безусловно представляют научный и практический интерес. Наглядным и убедительным примером очаговой подпитки углеводородных скоплений может служить Ромашкинское месторождение (Татарстан). По оценке академика АН РТ Муслимова Р.Х., на Ромашкинском месторождении ежегодно происходит восполнение около 3 млн. тонн нефти. По его мнению, завершающая стадия разработки месторождений может длиться сотни лет [11, 12]. Подпитка отдельных зон и очагов на многих разрабатываемых месторождениях и образование новых объемов углеводородов является доказанным фактом.

Многие скважины и месторождения по разным причинам подлежат ликвидации. Необходима временная консервация этих скважин для осуществления реабилитационных циклов [13, 14] с возможной подпиткой, после чего станет возможна их повторная эксплуатация. Эта идея подтверждена фактами, приведенными в недавней статье И.А. Дьячука [15].

Особый интерес представляют доломиты в карбонатных толщах, образованных за счет позднего метасоматоза. Наноразмерные метасоматические процессы увеличивают не только пористость, но и проницаемость, способствуют образованию хороших и часто высокодебитных карбонатных коллекторов. Можно инициировать ускоренный техногенный процесс метасоматической доломитизации и создавать или обновлять высокопродуктивные очаги на месторождении [16, 17, 18]. В принципе внедрение в науку и практику нанотехнологических подходов крайне необходимо.

Необходимо в различных нефтегазовых районах организовать научно-технологические полигоны, аналогичные полигону GBRN (Global Basin Research Network) у побережья Луизианы, где расположено гигантское месторождение Мексиканского залива «Юджин Айленд». Если это слишком затратно или трудно по каким-либо другим причинам, то нужно иметь *хотя бы по одной научно-исследовательской скважине на каждом работающем месторождении*.

Нужны постоянные наблюдения в непрерывном режиме за изменениями в самом флюидонасыщенном пласте. Омар Хайям утверждал: «Чтобы избежать одной ошибки, надо сделать тысячу наблюдений и тысячу измерений».

Геофлюидодинамический мониторинг земных глубин резко отстает от космического мониторинга. Это отставание может оказаться фатальным для цивилизации!

Нефтяная судьба России может иметь многообещающее продолжение, которое зависит от многих факторов, включая степень вовлеченности фундаментальной науки.

Рекомендации для практической реализации в ближайшей перспективе XXI века

В настоящее время следует сосредоточиться на рациональной разработке действующих месторождений с целью садищей выработки остаточной (трудноизвлекаемой) нефти (Improved Oil Recovery), а также на обнаружении новых, в том числе вторичных, углеводородных скоплений по всему стратиграфическому разрезу (включая глубинные горизонты и различные породно-флюидные ассоциации) в районах с развитой многоплановой инфраструктурой.

Если этого не сделать, то огромные массы утвержденных остаточных запасов нефти останутся в недрах Западной Сибири до следующих «новых» открытий уже ранее открытой нефти.

Для решения всех этих и многих других проблем нужен весь могущественный потенциал российской науки. Недропользование должно быть научным.

Природные нефтегазовые системы надо беречь. В этом основная экологическая парадигма.

Литература

1. Молчанов В.И., Гонцов А.А. Моделирование нефтегазообразования. – Новосибирск: ОИ ГГМ, 1992. – 246 с.
2. Баренбаум А.А. Научная революция в проблеме происхождения нефти и газа. Новая нефтегазовая парадигма // Георесурсы, 2014. – № 4 (59). – С. 3 – 9.
3. Запивалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. – Новосибирск: Гео, 2003. – 198 с.
4. Запивалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета, 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 206 – 211.
5. Запивалов Н.П., Смирнов Г.И., Харитонов В.И. Фракталы и наноструктуры в нефтегазовой геологии и геофизике. – Новосибирск: ГЕО, 2009. – 131 с.
6. Запивалов Н.П. Новосибирская нефть-2010 как зеркало российской «нефтянки» // Эко: всероссийский экономический журнал. – Новосибирск: Наука, 2010. – № 9. – С. 31 – 49.
7. Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Запивалов Н.П. и др. Проблемы нефтегазоносности верхнепротерозойских и палеозойских комплексов Беларуси и Сибири: монография / под ред. В.А. Москвича. – Минск: БЕЛГЕО, 2003. – 360 с.
8. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г., Ильенко С.С., Ежова А.В. Минералого-геохимические особенности баженской свиты Западной Сибири по данным ядерно-физических и электронно-микроскопических методов исследований // Известия Томского политехнического университета, 2015. – Т. 326. – № 1. – С. 50 – 63.
9. Писецкий В.Б. Прогноз флюидодинамических параметров бассейна по сейсмическим данным. – Екатеринбург: УГГГА, 2011. – 10 с.
10. Ведерников Г.В. Прогноз залежей углеводородов по характеристикам микросейсм: избр. статьи. – Новосибирск: Изд-во «Свиньян и сыновья», 2012. – 202 с.
11. Иктисанов В.А. Основные загадки нефти // 25 лет РАЕН: Сборник статей. Секция нефти и газа. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015. – С. 186 – 191.
12. Муслимов Р.Х. Новый взгляд на перспективы развития супергигантского Ромашкинского месторождения // Геология нефти и газа, 2007. – №1. – С. 3 – 12.
13. Запивалов Н.П. Пять неотложных мер нефтедобычи Западной Сибири // Эко: всероссийский экономический журнал, 2015. – № 5. – С. 111 – 117.
14. Беднаржевский С.С., Запивалов Н.П., Смирнов Г.И. Реабилитационные циклы нелинейной динамики нефтегазовых месторождений как основа повышения их продуктивности // Наука и бизнес: пути развития, 2015. – № 4 (46). – С. 27 – 31.
15. Дьячук И.А. К вопросу реформирования нефтяных месторождений и пластов // Георесурсы, 2015. – № 1 (60). – С. 39 – 45.
16. Запивалов Н.П. Инновационные технологии в разведке и разработке нефтегазовых месторождений на основе новой геологической парадигмы // Георесурсы, 2014. – № 1 (56). – С. 23 – 28.
17. Запивалов Н.П. Метасоматическая доломитизация и нефтегазоносность карбонатных пород (нанозффекты образования вторичных высокопродуктивных коллекторов) // Наука и технологии в России, 2009. – № 2. – Т. 88. – С. 31 – 39.
18. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. – Новосибирск: Наука СО, 1973. – 356 с.

ИЗ ИСТОРИИ ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА ПАЛЕОЗОЙСКОЙ НЕФТИ В ФЕРГАНСКОЙ ВПАДИНЕ (УЗБЕКИСТАН)

Х.И. Абдулазизов

Научный руководитель профессор С.Т. Хусанов

**Филиал Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина,
г. Ташкент, Узбекистан**

Узбекистан, располагаясь на значительной территории Центральной Азии, обладает многочисленными и разномасштабными месторождениями полезных ископаемых. Среди них имеются и месторождения жидких углеводородов, территориально объединяемых в несколько нефтегазоносных бассейнов (Бухаро-Хивинский, Сурхандарьинский, Устюртский, Ферганский). Исторически сложилось так, что их поиск и разведка связаны с осадочными отложениями мезозоя-кайнозоя, залегающими на незначительных глубинах, доступных для буровых работ. Сложившаяся под руководством академика А.М. Акрамходжаева научная школа успешно решала многие вопросы геологии и геохимии нефти [1, 2, 3]. Но к концу столетия стало заметно уменьшение фонда перспективных структур в осадочном чехле, особенно в горном обрамлении крупной Ферганской впадины. Месторождения нефти здесь известны давно, располагаясь цепочками вдоль северного и южного ее бортов. Эксплуатировались нефтесодержащие пласты в осадочных толщах от мела до неогена, долгое время обеспечивавших потребности республики.

Уже в довоенный период в некоторых республиках бывшего Союза шла разведка и эксплуатация месторождений нефти из палеозоя.

В 1934 г. председатель Государственной комиссии по топливной промышленности академик И.М. Губкин по поводу докладной записки С.Н. Симакова и Н.А. Швембергера о Кштут-Зауранском нефтепроявлении писал: «Для нас находка нефти палеозоя Средней Азии имеет огромное теоретическое и практическое значение. Значит, в Средней Азии нефть имеется не только в третичных отложениях и мезозое, но и в палеозое. Этот факт надо учесть для более широкого подхода к нашим поискам в Средней Азии. Надо пересмотреть и палеозой с точки зрения его возможной нефтегазоносности».

Послевоенное восстановление разрушенного хозяйства потребовало увеличение добычи нефти и газа, что заставило геологов искать новые объекты [4]. В Узбекистане внимание геологов привлекали, в первую очередь, перспективы нефтегазоносности его западных районов, где широко развиты как мезозойско-кайнозойские, так и палеозойские осадочные толщи. Но попытки выяснения перспектив нефтегазоносности палеозойского фундамента, в т.ч. и Ферганской впадины, долгое время не получали поддержки. Эта проблема стала объектом многолетних дискуссий, публикации по которой можно условно разделить на следующие этапы: 1) 1930-1970 гг.; 2) 1971-2000 гг.; 3) 2000 - ныне. Причем, если публикации первых двух этапов строились на предположениях о нефтегазоносности осадочных формаций позднего палеозоя, то на современном этапе это положение принимается как вполне доказанное.

В 2001 г. опубликована коллективная монография А.С. Масумова, С.Т. Хусанова и Т.А. Быковская «История геологического развития Центральной Азии в позднем палеозое» [5]. Коллективная работа посвящена позднепалеозойской эпохе формирования Центральноазиатского орогена. Содержит впервые разработанную региональную стратиграфическую схему средне-верхнекаменноугольных и пермских прибрежно-морских и континентальных флоронных отложений.

Проблеме основных типов нефтегазоперспективных бассейнов позднего палеозоя авторы посвятили отдельную главу своей монографии. Описаны геодинамические модели бассейнов осадконакопления. Согласно взглядам авторов, крупные, потенциально нефтегазоносные бассейны запада Центральной Азии формировались на фоне событий, конца среднего, начале позднего палеозоя. Авторы монографии полагают, что опосредованно должна подвергнуться также зона Южно-Ферганской сутуры, в пределах которой породы палеозоя сильно битуминизированы.

В данной статье приводится информация только по наиболее важным публикациям, ставшим определенными вехами в многолетней истории проблемы палеозойской нефти Узбекистана, в т.ч. и Ферганы.

- I этап (1930-1970 гг.). Изучением нефтегазоносности палеозойских отложений Средней Азии занимались Г.С. Чикризов, С.Н. Симаков, Н.А. Швембергер, академик И.М. Губкин, С.А. Кушнар, Г.В. Богачев, С.М. Киселев, В.А. Захаревич, К.С. Маслов, Н.Б. Вассоевич, О.С. Вялов, Н.П. Туаев, О.А. Радченко, Х.М. Абдуллаев, И.Х. Хамрабаев, Х.У. Узаков, М.А. Ахмеджанов, О.М. Борисов, Р.Н. Хаимов, Ю.Н. Зуев, О.А. Рыжков, Б.Б. Таль-Вирский, И.С. Старобинец, П.К. Азимов, А.М. Акрамходжаев и др.;

- II этап (1971-2000 гг.) – А.М. Акрамходжаев, И.А. Симоненко, Л.А. Зиндель, Ш.Г. Саидходжаев, Ф.Р. Бенш, А.Д. Гончар, В.Л. Фрик, М.Э. Эгамбердыев, М.А. Ахмеджанов, О.М. Борисов, В.И. Попов, А.Д. Джумагулов, Б.Б. Таль-Вирский, В.Ю. Запрометов, В.А. Бабадаглы, М.А. Ахмеджанов, О.М. Борисов, Р.Н. Хаимов, В.Ю. Запрометов, И.В. Плещенко, И.Р. Икрамов, Х. Чиникулов и др.;

- III этап (2001 – ныне) – А.С. Масумов, С.Т. Хусанов, Т.А. Быковская, Т.Л. Бабаджанов, О.П. Мордвинцев, Н.К. Эйдельмант, Г.С. Солопов, А.Н. Богданов, У.Н. Рахматов, А.А. Абидов, Р.У. Каломазов, А.И. Гадоев, А.Д. Гончар, А.С. Хусанов, Н.А. Ахмедов, Л.И. Буняк, Ю.И. Парамонов и др.

Исходя из изложенных в этих публикациях фактических данных, можно сделать вывод о начале комплексных геолого-геофизических исследований в одном из первых нефтегазоносных бассейнов в Фергане, имеющих перспективы успешного решения проблемы палеозойской нефти не только для региона, но и для экономики всей республики.

Реализация этих комплексных исследований приводит к необходимости продолжения работ в мезозойско-кайнозойском чехле (верхний нефтегазоносный этаж), перейти к практическому изучению и освоению рифей-палеозойского чехла (нижний нефтегазоносный этаж). В связи с этим становятся актуальными разработки критериев поисков месторождений на больших глубинах, диагностики нефтегазопроизводящих комплексов, изучения процессов генерации и аккумуляции, механизма и масштабов миграции углеводородов и условий их сохранения, вопросов формирования и закономерностей размещения месторождений, а также соответствующих методов поиска и разведки на больших глубинах.

В этой сложной и трудоемкой работе первым этапом является прогнозирование, которое может быть проведено на основании анализа геолого-геофизического материала на примере Ферганской впадины, в строении которой участвуют мезозойско-кайнозойские и рифей-палеозойские структурно-формационные комплексы.

К сожалению, поисковые работы на нефть и газ в Ферганской долине на палеозойских толщах все еще имеют нерегулярный характер и характеризуются недостаточной результативностью. Они сдерживаются, с одной стороны, необходимостью поисков глубокозалегающих (3-10 км) месторождений, в связи с чем, значительно возрастают объемы и стоимость буровых работ, а другой стороны, отсутствием современной методики прогноза нефтегазоносности. Прогноз нефтегазоносности и эффективность поисков нефтегазоносных залежей, в свою очередь, сдерживаются слабой изученностью рифей-палеозойского структурно-формационного этажа и недостаточным теоретическим обоснованием влияния различных факторов (геолого-структурные, палеотектонические, палеогеологические, фашиально-литологические, физико-геохимические, гидрогеологические, термодинамические) на процессы нефтегазообразования, нефтегазонакопления и сохранность залежей.

Решение проблемы может быть успешно осуществлено на базе комплексного изучения геологического строения и истории геологического развития древних толщ, а также изучения латеральных и вертикальных рядов позднепалеозойских формаций на примере относительно хорошо обследованного района, каковым является Ферганская депрессия.

Литература

1. Акрамходжаев А.М., Каримов А.К., Симоненко И.А., Саидходжаев Ш.Г. Нефтегазообразование и нефтегазонакопление в Ферганской впадине. – Ташкент: Изд-во Фан, 1966. – 252 с.
2. Акрамходжаев А.М., Старобинец И.С., Хаимов Р.Н. О двух генетических типах нефтей в палеозойских отложениях Южного Тянь-Шаня // Узб. геол. журн., 1968. – № 6. – С. 21 – 25.
3. Акрамходжаев А.М., Эгамбердыев М.Э., Юртаев Ю.С., Яковец Ю.А. Геолого-химические предпосылки нефтегазонакопления Средней Азии. – Ташкент: Изд-во Фан, 1975. – 285 с.
4. Абдулазизов Х.И. Вклад нефтяников Узбекистана в победу над фашизмом во Второй мировой войне // Узб. журнал нефти и газа, 2015. – № 2. – С. 8 – 11.
5. Масумов А.С., Хусанов С.Т., Быковская Т.А. История геологического развития Центральной Азии в позднем палеозое. – Ташкент: Изд-во Фан, 2001. – 192 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.О. Андреев

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтяная промышленность в России развивается с давних времен и является основополагающей экономики. Добыча нефти и газа осуществляется в огромных объемах. Многие месторождения находятся на III-IV стадии разработки, т.е. происходит истощение ресурсов. Основным способом повышения нефтеотдачи пласта является гидроразрыв (ГРП). С момента внедрения в производство процесса ГРП, он является одним из основных инженерных инструментов увеличения производительности скважин.

Рассмотрим применение ГРП на одном из месторождений Томской области, приуроченном к Васюганской нефтегазонакопительной области Западно-Сибирской нефтегазонакопительной провинции [1]. Пласт Ю₁² надугольной пачки васюганской свиты является основным нефтегазонакопительным объектом на изучаемой территории. На месторождении пласт прослеживается в разрезе всех скважин. Залежь пласта Ю₁² – пластовая, сводовая, имеет нефтяную оторочку и газовую шапку с двумя куполами.

Породы пласта Ю₁² сложены светло-серыми, слабослюдистыми, мелко-, среднезернистыми крепко сцементированными песчаниками с обугленным растительным детритом. В разрезе пласта выделяется две пачки, которые существенно различаются по характеристикам фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и гранулометрическому составу. Песчаники пласта Ю₁^{2a} характеризуются высокими ФЕС (пористость 20-23 %, проницаемость 60-100·10⁻³ мкм²). Ниже по разрезу пласта (Ю₁^{2b}), до его подошвы, залегают мелкозернистые глинистые (12-16 % глины) песчаники с пониженными ФЕС (Кп – 12,1-17,2 %, средняя пористость 15,3 %; Кпр – 0,5-14,6·10⁻³ мкм², среднее – 5,8·10⁻³ мкм²).

В связи со столь неоднородным распределением ФЕС по пласту в целом, для интенсификации притока необходимо проведение ГРП, несмотря на то, что месторождение находится еще на первой стадии разработки.

Проведение ГРП необходимо для достижения следующих целей:

- увеличения добычи из пласта;
- изменения темпов падения добычи;
- восстановления добычи из пласта;
- увеличения дебита скважины;
- оптимизации работы скважины.

Перед проведением ГРП необходимо разработать дизайн ГРП, потому что для получения максимального результата необходимо учитывать множество параметров ГРП. Некоторые из них являются постоянными и непосредственно зависят от характеристик пласта: глубина, пластовое давление, пластовая температура, толщина продуктивного интервала и т.д. Также существует множество переменных параметров, связанных с планируемой операцией по ГРП: объем закачки; тип и концентрация рабочей жидкости; тип, размер и концентрация проппанта; скорость закачки.

В большинстве случаев перед основным ГРП для уточнения параметров, полученных при дизайне ГРП, проводится мини-ГРП (информационный ГРП) – нагнетательный тест для уточнения информации о пласте. Он показывает, как будет вести себя порода во время основного ГРП. Также во время проведения мини-ГРП можно получить информацию о потерях давления в перфорационных отверстиях и в призабойной зоне, а также определить вероятность создания множественных трещин [2].

Для анализа результатов ГРП на изучаемом месторождении рассматриваются данные по 11 добывающим скважинам. Следует отметить, что ряд скважин перед ГРП не эксплуатировался, либо дебиты их были очень низкие. Проведение ГРП совместно со спуском ЭЦН позволили достичь повышения промышленных дебитов.

В качестве оцениваемых параметров были выбраны следующие показатели: изменение дебита скважин, пластового давления, обводненности, величина закрепленной трещины, пористость, проницаемость, скин-фактор, а также объем закаченного проппанта.

Во всех случаях объект, на котором планируется проведение ГРП, должен обладать высокими энергоёмкими свойствами: достаточной нефтенасыщенной толщиной и объемом подвижных запасов нефти, способных обеспечить после операции планируемые приросты дебита нефти и накопленной добычи нефти на скважину. Кроме того, пласт в районе скважины должен характеризоваться значением пластового давления желательнее выше, чем в действующих соседних добывающих скважинах.

Амплитуда прироста дебита жидкости составила в среднем от 25 до 80 м³/сут. Однако на некоторых скважинах после проведения ГРП, наблюдается увеличение обводненности продукции. Так, вода, возникающая при последующей добыче в эксплуатационных скважинах (скв. 4, 5, 10, 11), возможно, обусловлена близким расположением водонефтяного контакта. Так как система трещин, сообщающаяся с продуктивным интервалом, позволяет повысить продуктивность скважины, а если она затрагивает соседние интервалы (вторжение в водонасыщенную зону) или прорывается в газовую шапку, то вскоре вероятно возникновение проблем при добыче.

Стоит отметить, что по результатам ГРП был составлен прогноз изменения дебита скважины в течение года, но он не всегда оправдывается. После запуска скважины в работу после ГРП дебит в большинстве скважин ниже проектного, и сильного последующего роста не наблюдается.

Как правило, если газовый фактор или обводненность высокие, то после проведения ГРП они будут увеличиваться. Поэтому на всех 11 исследуемых скважинах наблюдается прирост обводненности от нескольких процентов (скв. 7, 8) до 85 % (скв. 5).

После получения нежелательного притока воды или газа в последующем сложно будет изолировать обводненные зоны. Это может отрицательно повлиять на дальнейшую добычу углеводородов из пласта.

С помощью проведения ГДИС оценивается степень загрязнения призабойной зоны (скин-фактор). Если скин-фактор положительный (> 0), то загрязнение призабойной зоны пласта существует, и относительная величина скин-фактора указывает на степень загрязнения. Отрицательный скин-фактор (< 0) показывает, насколько был увеличен эффективный радиус скважины после проведения воздействия на пласт.

Проведение ГРП позволяет изменить величину скин-фактора от положительного до отрицательного значения, например, на скважине 1 скин-фактор изменяется с 12 до -5,6 за счет увеличения проницаемости призабойной зоны пласта, что положительно влияет на добычу нефти.

Масса проппанта, используемая для ГРП, варьируется от 15 до 60 т, в среднем масса проппанта составляет 40 т. Из анализа результатов ГРП можно сделать вывод, что, чем большее количество проппанта было закачено в скважину, тем больше созданная закрепленная длина трещины.

Поэтому получаются весьма различные размеры трещин – их полудлина составляет от 91,6 до 237,2 м. Выявить четкую зависимость между созданной трещиной и дебитом скважин не удалось, что связано с разной продуктивностью скважин.

Таблица

Показатели работы скважины

Параметры/ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Qплан, м ³ /сут	52,6	74,6	79	81,6	113,1	36,1	100,4	88,8	56,4	31,8	47,7
Рпл, атм	190	200	200	200	220	220	200	200	200	211	211
Полудлина трещины, м	134,5	124	92	124,8	152,2	237,2	173,3	96,6	138,5	115,1	91,6
Кпр, мД	1,5	1	1	1	1	1	1,3	1,3	1	1	1
Скин-фактор	-5,6	-5,5	-5,2	-5,5	-5,6	-6,2	-5,8	-5,3	-5,7	-5,4	-5,2
Мпропанта, т	40	25	15	30	50	45	60	40	60	25	25
Обводненность, %	16,26	77,75	25,18	100	89	30	4,4	0,6	66	100	81
Qфакт, м ³ /сут	54	45	50	27	46	70	94	78	26	26	26

Помимо ГРП существует широкий спектр других методов и способов удаления загрязнения призабойной зоны пласта и улучшения притока углеводородов к скважине. Так как операции по воздействию на пласт могут быть очень дорогими, а результаты непродолжительными, то экономическая эффективность всегда очень важна. С другой стороны, воздействие на пласт может быть использовано как эффективный инструмент для интенсивного улучшения технико-экономических показателей работы скважины, при этом ГРП является одним из наиболее рентабельных методов.

Для оценки экономической эффективности проведения ГРП были учтен полученный прирост УВ по исследуемым скважинам. Расчеты выполнены в соответствии с РД 153-39-007-96 «Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений» [3].

При осуществлении гидравлического разрыва пласта дополнительная добыча составит 38,3 тыс. т нефти. По результатам основных экономических расчетов ГРП является эффективным. Компания получит дополнительный доход в размере порядка 280 млн. руб., срок окупаемости проведенного ГРП составит около 5 месяцев.

Однако существует ряд отрицательных моментов при освоении скважин с помощью ГРП, а именно остро встает вопрос промывки проппанта, разложения и утилизации труднообрабатываемых «стойких» эмульсий, образованных во время ГРП. В настоящее время отечественная нефтяная промышленность не располагает экологически чистой технологией и техникой по переработке нефтешламов и утилизации образующихся остатков, что представляет собой значительные экологические риски.

Таким образом, проблема разработки нефтегазоперспективных объектов в юго-восточных районах Западной Сибири связана со сложным характером распределения коллекторов, способных концентрировать значительные объемы УВ, и, как следствие, – с приуроченностью залежей нефти и газа к сложнопостроенным структурно-литологическим и литологически экранированным ловушкам, которые изначально требуют дополнительного проведения методов повышения нефтеотдачи. Но стоит учитывать, что эффективность подобных мероприятий составляет порядка 30-70 % на разных месторождениях.

Литература

7. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
8. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений / В.Д. Лысенко и др. – М.: Недра, 2001. – 284 с.
9. РД 153-39-007-96. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИИ, 1996. – 98 с.

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ЭФФЕКТОВ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ В НЕФТЕГАЗОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

М.И. Антипина, Д.С. Дегтярев

Научный руководитель профессор И.И. Нестеров

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

Старая классическая изотопия – это изотопия легких (до 20 атомного номера) и тяжелых атомов и фракционирование их по массе; новая – это изотопия магнитных и немагнитных атомов и фракционирование их с участием внешнего магнитного поля.

Классический масс-зависимый изотопный эффект и классическая изотопия возникают вследствие кулоновского взаимодействия.

Магнитный спино-зависимый изотопный эффект и магнитная изотопия – следствие магнитного взаимодействия протонов и их электронных оболочек [1].

Все предлагаемые инновационные технологии основываются на взаимодействии внутримолекулярных полей с волновой и кинетической энергией с образованием свободных углеводородных радикалов, ион-радикалов и карбенов, что приводит к крекингу в пластовых условиях недр смол, асфальтенов и рассеянного материнского органического вещества пород пластовых систем недр. Аналогов использования этой энергии радикалов в России и за рубежом нет.

В основе эксплуатационного бурения лежит парадигма: если известно как нефть (газ) зашли в пласт пород, то можно поднять ее (его) на поверхность с максимальным коэффициентом извлечения вплоть до 80 % и больше независимо от коэффициента емкости (пористости) и проницаемости вмещающих пород. Не рекомендуется поддержание пластового давления водой.

Альтернативой заводнения залежей углеводородного сырья является повышение пластового давления за счет создания дилатантного режима разработки с возможным сочетанием особого режима, при котором мы будем использовать энергию водорода и углеводородных радикалов H, CH, CH₂, CH₃ при взаимодействии их внутренней (спиновой) энергии с внешними магнитными полями [2].

Перечень технологий, обоснование и риск получения конечного результата, годовая эффективность, ассигнования и сроки исполнения приведены в таблице.

Литература

1. Бучаченко А.Л. Новая изотопия в химии и биохимии. – М.: Наука, 2007. – 189 с.
2. Нестеров И.И. Перечень инновационных технологий, в том числе прорывных технологий, не имеющих аналогов за рубежом // Доклады Международной конференции-выставки Актуальные проблемы строительства и реконструкции инженерной инфраструктуры Республики Крым и г. Севастополя 6 – 9 октября 2015 г., Республика Крым, г. Ялта. – 6 с.

Таблица

Перечень технологий

Наименование	Обоснование и риск получения конечного результата	Годовая эффективность (млн. руб.)	Годовые ассигнования / сроки исполнения (тыс.руб./месяцы)			
			НИР	ОКР	Полигоны	Всего
1. Прогнозы нефтегазоносности и разработка залежей углеводородного сырья						
1.1 Разработка технологий оценки степени зрелости РОВ как основы прогноза качества залежей нефти и газа	Степени зрелости органического вещества (РОВ) определяется по показаниям электронно-парамагнитных сигналов и связь их с термодинамическим коэффициентом. Выделяется около 15 типов РОВ, каждый из которых может производить нефть или газ только определенного молекулярного состава. За рубежом таких технологий нет. Риск 15%	<u>50,0</u> 12 на полигон в пределах месторождений	<u>5000</u> 12	<u>10000</u> 12	<u>50000</u> 12	<u>65000</u> 12
1.2 Технология поддержания пластового давления за счет крекинга асфальто-смолистых соединений в остаточной «неизвлекаемой»	Вместо воды для поддержания пластового давления используется крекинг асфальтенов, смол и др.тяжелых молекул нефти, при котором происходит увеличение объема нефти и соответственно повышение давления. Таких технологий за рубежом нет. Риск 30-40%.	<u>10,0</u> <u>12</u> из расчета на 1 скважину	<u>5000</u> 12	<u>7000</u> 12	=	<u>12000</u> 12
1.3 Реанимация обводненных до 90-98% залежей нефти	Создание технологии восстановления извлекаемых запасов из обводненных залежей нефтей за счет крекинга их с использованием магнитных эффектов легких (до 18 атомного номера) изотопов водорода и углерода и их радикалов. Таких технологий за рубежом нет. Риск 35-45%.	<u>60,0</u> 12 из расчета на 1 скважину	<u>10000</u> 12	<u>15000</u> 12	<u>50000</u> 12	<u>75000</u> 12
1.4 Технологии взаимодействия внутримолекулярной энергии с внешним магнитным полем	При взаимодействии магнитных полей происходит фракционирование с выделением радикалов, ион-радикалов и карбенов в свободное состояние. Таких идей и технологий в зарубежных странах нет. Риск 35-45%	<u>125,0</u> <u>12</u> за одну установку	5000 12	25000 12	1000000 12	1030000 12
1.5 Фракционирование изотопов, радикалов, ион-радикалов и др. в магнитном поле (возможно при ультразвуковом воздействии)	Технология фракционирования предусматривает взаимодействие изотопов, радикалов и ион-радикалов с внешним магнитным полем. Таких технологий в зарубежных странах нет и не будет в ближайшем будущем. Риск 35-40%	<u>290,0</u> 12	<u>20000</u> 12	<u>50000</u> 12	<u>250000</u> 12	<u>320000</u> 12
1.6 Сепарация нефти от газа (газа от конденсата) в призабойной зоне скважин	Технология предусматривает сепарацию нефти от газа в призабойной зоне скважин за счет взаимодействия ядерно-электронного углового магнитного поля с внешним магнитным полем. По сути дела – локальный газлифт.	<u>25,0</u> 12	<u>2500</u> 12	<u>5000</u> 12	<u>35500</u> 12	<u>43000</u> 12

К ВОПРОСУ О ПОИСКАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

Е.Е. Барабашева, М.В. Пикатова

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Поиск нефти в Забайкальском крае – один из перспективных путей, способных обеспечить подъем экономического развития региона. За последние 50 лет в ряде забайкальских рифтогенных впадин установлены многочисленные проявления битумоидов, однако промышленная нефтеносность отложений не установлена. Наибольшие перспективы связывают с Ононской впадиной.

Для поисков нефтегазовых отложений на территории Ононской впадины необходимо тщательное фациальное картирование для выявления элювиально-делювиально-пролювиальных фаций бортовых склонов и старичных фаций, приуроченных к отложениям тургинской и мангутской свит.

Оценку перспектив нефтегазоносности региона следует обосновывать, исходя из теоретических построений. Основное внимание надо уделить поискам надвиговой нефти в протерозойско-палеозойских структурах. Для Забайкальского региона в качестве показательного объекта связи рифтостроителей, тектоники и газонефтегазонакопления можно обратиться к Чарской впадине [1, 2]. На наличие прямых источников углеводородов (нефтематеринских пород) в Чарской впадине указывают как углеродистые и графитизированные отложения, так и строматолитово-водорослевые рифовые постройки отложений низов разреза удоканской серии. Вероятно, что в протерозойское время интенсивный рост рифогенных построек был связан с поступлением в бассейн газонефтегидротермальных струй.

Нефтематеринскими формациями в пределах Чарской котловины можно считать, в первую очередь, рифогенные надстроенные образования венда и раннего палеозоя (юг Сибирской платформы), в меньшей степени, юрско-меловые озерные угленосные отложения и глинисто-буроугольные отложения миоцена.

Палеонтологический анализ развития нефтеобразующей органики по геологическим эпохам, выполненный доктором геолого-минералогических наук С.М. Синица [3], показывает недостаточное развитие нефтеобразующей биомассы в меловых впадинах Забайкалья и их бурное развитие в протерозойско-палеозойских рифовых формациях, что повышает «вероятность формирования палеозойской нефти» [3], поэтому основное внимание необходимо уделить поискам надвиговой забайкальской нефти именно в палеозойских структурах.

Наибольший практический интерес на нефтегазоносность представляет собой Приаргунье с крупными впадинами – Аргунской, Уровской, Восточно-Урулонгуевской, Западно-Урулонгуевской, Тургино-Харанорской, представляющими северное продолжение системы продуктивных впадин Хайларского нефтегазоносного бассейна в Китае [3]. Как в пределах некоторых впадин, так и в их обрамлении присутствуют мощные карбонатно-рифовые толщи.

Рифообразование и нефтенакопление представляются парагенетически связанными явлениями, обусловленными длительным развитием крупных зон тектонических нарушений с поступлением по ним глубинных углеводородов. Наличие крупных, протяженных во временном и площадном направлении рифовых формаций можно рассматривать как поисковый признак нефтегазовых месторождений на территории Забайкальского края.

Литература

1. Салихов В.С. Геодинамический режим как фактор формирования углеводородного сырья (к проблеме нефтегазоносности Забайкалья) // Георесурсы, 2002. – №1. – С. 8 – 11.
2. Салихов В.С. Оценка перспектив Чарской впадины Байкальской рифтовой зоны на углеводородное сырье // Геология нефти и газа, 2003. – №6. – С. 16 – 21.
3. Сизых В.И., Красников В.И., Флешлер В.И. Нефть Забайкалья: миф или реальность? // Вестник МАНЭБ, 2001. - № 10 (34). – С. 27 – 30.

ПРИРОДА НЕФТЕЙ ЛУГИНЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Е.С. Бахтина¹, В.В. Самойленко¹

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров^{1,2}

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

^{1,2}Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Знание особенностей молекулярного и изотопного состава несет в себе ценную информацию об истории и механизме заполнения ловушки, что может быть использовано для поиска новых месторождений в регионе.

Лугинецкое нефтегазоконденсатное месторождение является одним из крупнейших на территории Томской области. В тектоническом отношении месторождение находится на одноименном куполовидном поднятии, которое находится в северной части Пудинского мегавала. На западе Лугинецкое куполовидное поднятие граничит с Нюрольской мегавпадиной, на северо-востоке – с Усть-Тымской мегавпадиной, на северо-западе – с Шингинской мегаседловиной. Основная залежь нефтяных флюидов связана с отложениями горизонта Ю₁ – основным перспективным объектом для поисково-разведочных работ Томской области.

Ранее выполненными исследованиями было показано, что нефть и газ в залежах горизонта Ю₁ Лугинецкого месторождения имеют различную природу.

Нефть была генерирована породами баженовской свиты, а газ образован породами палеозоя [1]. Однако помимо основных залежей в Ю₁ на Лугинецком месторождении и месторождениях-спутниках (Западно-Лугинецкое, Северо-Лугинецкое, Нижнедугинецкое) притоки нефти были получены и из других горизонтов юры и даже из палеозоя. Знание природы флюидов этих отложений имеет важное практическое значение, как с позиции организации добычи и промышленной подготовки нефти, так и в установлении истории и механизма формирования залежей, что может быть использовано для поиска новых месторождений в регионе.

На территории Томской области выделены три основных генетических типа нефтей: баженовский, тогурский и палеозойский [2]. Молекулярный и изотопный состав нефтей каждой генетической группы имеют особенности, прямо указывающие на природу и зрелость генерировавшего их органического вещества (ОВ).

Для корреляции нефть-нефть и установления природы нефтей из различных залежей Лугинецкого и сопредельных месторождений был выполнен их анализ методом хроматомасс-спектрометрии (прибор «Hewlett Packard» 6890/5973 с колонкой HP-1-MS (30 м; 0,25 мм)) и методом изотопной масс-спектрометрии (прибор DELTA V ADVANTAGE).

Результаты выполненных исследований показали, что в пределах Лугинецкой группы месторождений, присутствуют нефти всех трех генетических типов. Полученные из коры выветривания (к.в.) и из пласта Ю₂ нефти имеют палеозойский генетический тип. Отличительной чертой этих нефтей является морской тип исходного ОВ и высокий катагенез (рис. 1).

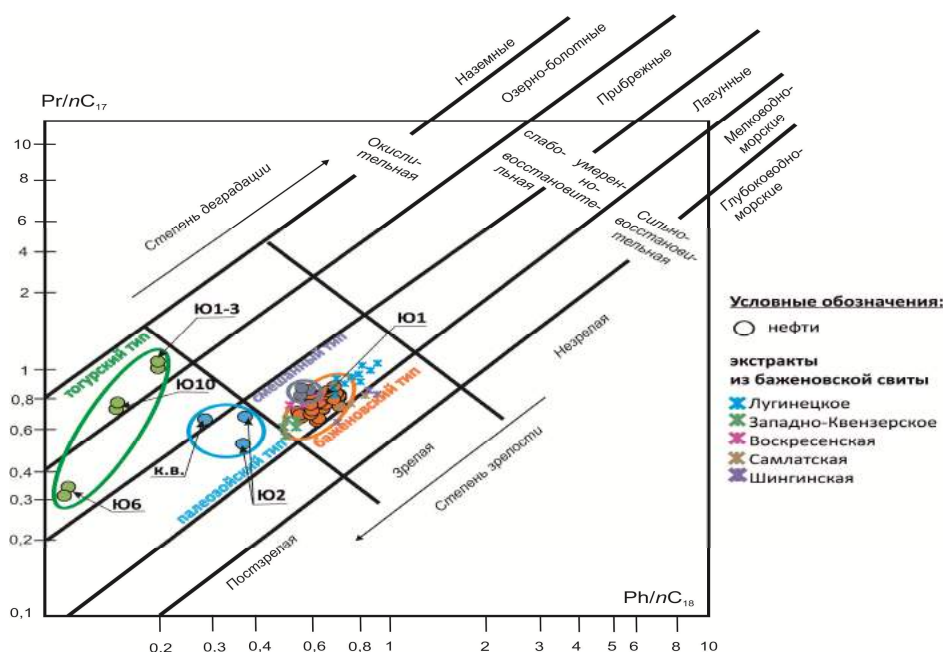


Рис. 1. Диаграмма Коннон-Кассоу (геохимическая типизация нефтей):
Pr/C₁₇ – отношение пристана к алкану C₁₇, Ph/C₁₈ – отношение фитана к алкану C₁₈

Нефти отложений средней юры (Ю₃, Ю₆, Ю₁₀) имеют тогурский генетический тип.

Отличительной чертой ОВ материнских пород, образовавших нефти тогурского типа, является неморской вид биопродуцентов и слабо восстановительные или окислительные условия осадконакопления, что обусловило высокие значения параметра Pr/C₁₇ и низкие – параметра Ph/C₁₈. Большой диапазон значений параметров Pr/C₁₇ и Ph/C₁₈, а также широкий разброс распределений изотопов углерода по фракциям нефтей этого генетического типа на месторождениях Лугинецкой группы подтверждают их образование различными материнскими породами с неморским ОВ, находящихся на различных стадиях катагенеза. Важно отметить, что эта генетическая группа объединяет в себе не только нефти, генерированные тогурской свитой, но и нефти, генерированные всеми остальными источниками, расположенными в разрезе юрских отложений и палеозоя (рис. 2).

Нефти горизонта Ю₁ в пределах исследованных месторождений в подавляющем числе случаев представлены нефтями баженовского генетического типа. Эти нефти образованы баженовской свитой, ОВ которой имеет морской тип биопродуцентов, и накопление которого протекало в восстановительных условиях. [3].

Примечательно, что в отдельных скважинах Лугинецкого и Западно-Лугинецкого месторождений из горизонта Ю₁ были получены нефти тогурского типа и нефти смешанного генезиса (рис 1). Это является свидетельством невыдержанности флюидоупоров или наличия проводящих разломов в нижней и средней юре, что дает возможности вертикальной миграции нефтяных углеводородов из нижне-среднеюрских горизонтов до регионального флюидоупора – баженовской свиты.

В экстрактах из пород баженовской свиты на Лугинецкой и Северо-Лугинецкой площадях значения молекулярных параметров катагенеза (4/1MDBT и Ki) свидетельствуют о том, что породы баженовской свиты являются незрелыми и не вступили в активную фазу нефтеобразования.

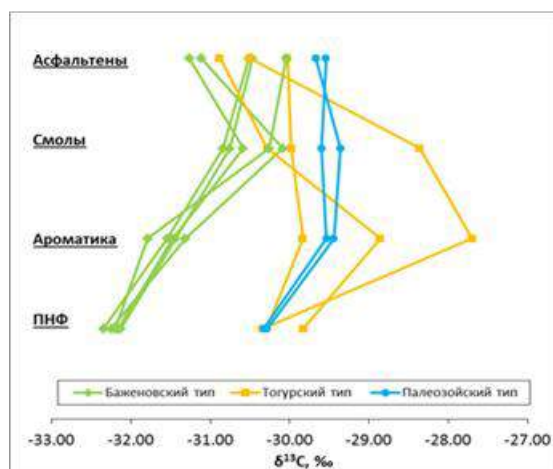


Рис. 2. Изотопный состав фракций нефтей Лугинецкой группы месторождений

Следовательно, нефти мигрировали к Лугинецкой площади со стороны Нюрольской (Западно-Квензерская площадь) и Усть-Тымской (Воскресенская площадь) впадин, а также со стороны Шингинской (Шингинское, Самлатское месторождения) мегаседловины, где породы баженовской свиты достигли главной фазы нефтеобразования (рис. 3).

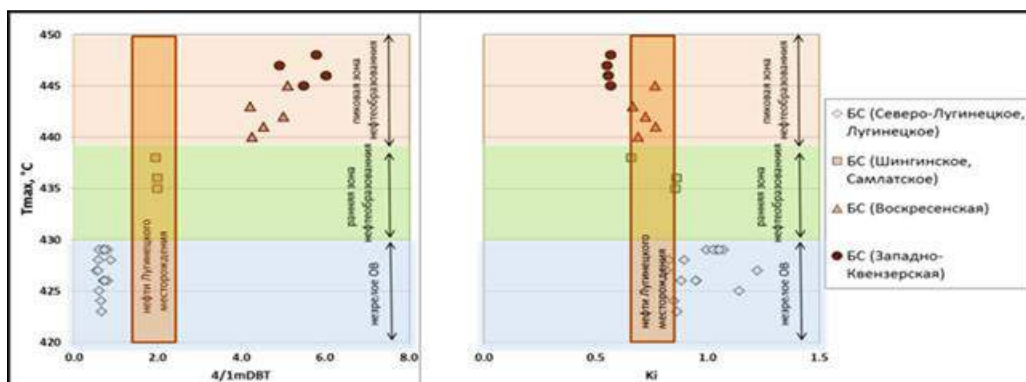


Рис. 3. Оценка катагенеза органического вещества баженовской свиты разных территорий по молекулярным и пиролитическим параметрам

По результатам детальных геохимических исследований установлено, что в формировании Лугинецкой группы месторождений принимали участие различные нефтематеринские породы от домезозойского фундамента до верхней юры, что делает нефтеперспективным весь юрский разрез, а также отложения палеозоя и коры выветривания. Так как формирование нефтяной залежи Лугинецкого месторождения протекало за счет углеводородов, генерированных баженовской свитой в примыкающих к Лугинецкой площади впадинах. Перспективными на нефть являются ловушки как структурного, так и неструктурного типов, которые оказались на пути миграционного потока от очагов генерации к Лугинецкому месторождению.

Литература

1. Гончаров И.В., Коробочкина В.Г., Обласов Н.В., Самойленко В.В. Природа углеводородных газов юго-востока Западной Сибири // Геохимия, 2005. – № 8. – С. 810 – 816.
2. Гончаров И.В., Носова С.В., Самойленко В.В. Генетические типы нефтей Томской области // Материалы V международной конференции «Химия нефти и газа». – Томск, 2003. – С. 10 – 13.
3. Способ определения зрелых нефтематеринских пород: патент № 2261438 Российская Федерация, МПК⁷ G 01 N 30/02, G 01 V 9/00. / И.В. Гончаров, В.В. Самойленко, С.В. Носова, Н.В. Обласов; заявитель и патентообладатель ОАО «ТомскНИПИнефть». – № 2004117234/28; заявл. 07.06.2004; опубл. 27.09.2005. – Бюл. № 27. – 8 с.

СОСТАВ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И НЕФТЕЙ НОВОПОРТОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (МАЛЫШЕВСКИЙ ГОРИЗОНТ, СРЕДНЯЯ ЮРА) ЗАПАДНОЙ СИБИРИВ.Ю. Берко¹Научные руководители профессор О.В. Серебренникова^{1,2}, ведущий инженер Д.И. Чуйкина²
¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
²Институт химии нефти, г. Томск, Россия

Вот уже на протяжении многих лет нефть является главным источником энергии. Одной из крупных нефтедобывающих провинций остается Западная Сибирь. Разведанные запасы УВ сырья в Западной Сибири связаны в основном с отложениями верхней юры. В северных и центральных районах – с отложениями нижнего и верхнего мела. В Западно-Сибирской НГП основными комплексами нефти и газа являются нижне- и среднеюрский. Однако поиск продуктивных залежей в этих отложениях затруднен из-за слабой изученности комплексов. В связи с этим анализ особенностей состава нефтей и рассеянного органического вещества (РОВ) пород средней юры, а также закономерностей изменения отложений по площади и разрезу является важным. Эти данные позволяют оценить перспективность отдельных участков территории по совокупности как химических, так и геологических признаков, а также прогнозировать состав флюидов на поисковых площадях.

Целью данного исследования является систематизация и дополнение сведений о составе рассеянного органического вещества и нефтей Новопортовской площади малышевского горизонта средней юры Западной Сибири. В пределах Новопортовской площади, расположенной на юге полуострова Ямал (Южно-Ямальский свод), нефти залегают в отложениях малышевского горизонта, распространенного в пределах двух куполов: северного и южного.

Для исследования состава применялся комплекс методов. Методом жидкостно-адсорбционной хроматографии на оксиде алюминия VI степени активности выделяли гексановую фракцию, содержащую насыщенные и ароматические углеводороды. Анализ полученной фракции проводился методом газовой хроматографии на хроматографе «Perkin-Elmer SIGMA 2B» с применением газо-ионизационного детектора, газом-носителем гелием. Длина капиллярной алюминиевой колонки с фазой SE-52 составляла 33 м. Режим съемки – линейное программирование температуры со скоростью 4 градуса в минуту от температуры 100°C до 275°C. Порфириновые комплексы из нефти последовательно экстрагировали вначале спиртом, затем ацетоном. Экстракты объединяли, затем проводили разделение на оксиде алюминия VI степени активности четыреххлористым углеродом и бензолом. В полученных фракциях определяли содержание металлопорфиринов. Электронные спектры периленов и порфириновых комплексов снимали в видимой области в режиме поглощения на спектрофотометре с автоматической регистрацией спектра типа «Specord UV-Vis» в растворе хлороформа. Концентрации рассчитывали по формуле Бугерта-Ламберта – Бера.

На основе хроматограмм нормальных алканов были рассчитаны следующие коэффициенты: Pr/Ph и Ki.

В окислительных условиях из фитола образуется преимущественно пристан (Pr), в восстановительных – фитан (Ph). Поэтому отношение Pr/Ph используется для оценки окислительно-восстановительного потенциала в бассейне седиментации исходного ОВ. Еще одним коэффициентом, отражающим степень катагенеза является Ki (изопреноидный коэффициент) [2]. Это отношение суммы изопреноидных C₁₉ и C₂₀ к сумме n-алканов C₁₇ и C₁₈. Кривые молекулярно-массового распределения (ММР) позволяют определить первоначальный источник УВ (рис. 1). Для УВ флюидов, образованных из растительности морского типа характерно преобладание C₁₄₋₁₉, нефти, сформированные из наземных растений, характеризуются максимумами концентраций C₂₅₋₃₁ (А.Э. Конторович 1975 и др.). Содержание в нефтях периленов свидетельствует о мелководности бассейна и близости береговой линии в момент образования. Наиболее часто перилен встречается в озерных осадках. Наличие его также может указывать на кероген типа I. Порфирины в нефтях обычно присутствуют в виде комплексов с ванадиллом и никелем и состоят из значительного количества алкилзамещенных соединений различной молекулярной массы, относящихся в основном к двум гомологическим рядам. На сохранность порфиринов влияют фациальные условия накопления нефтематеринского вещества, а также условия диагенеза [1]. Оптимальные условия для сохранения ванадилпорфириновых комплексов существуют в морских фациях при восстановительной геохимической обстановке. Присутствие никелевых порфиринов свидетельствует об отсутствии сероводородного заражения придонных вод во время седиментации и в раннем диагенезе.

При изучении гексановой фракции, содержащей n-алканы, было выявлено, что в пределах северного купола и в сводовой части южного купола зафиксированы повышенные значения отношения Pr/Ph (2,1-2,7) при некоторой низкой доли изопреноидных, по сравнению с нормальными (Ki варьирует от 0,46 до 0,60), отсутствие или относительно низкое содержание Ni-p (0-7 нмоль/г) и повышенное – периленов (8-43 нмоль/г). Содержание металлопорфиринов типа VO-p варьирует от 0 до 12 нмоль/г. Максимальные значения выделены в нефти из сводовой части южного купола, а отсутствие VO-p – на западном склоне северного купола. Среди n-алканов преобладают низкомолекулярные разности n-C₁₃ – n-C₁₅. На западном склоне южного купола существенно увеличивается содержание Ni-Ph (28-60 нмоль/г) и содержание n-алканов > C₁₆, снижается Pr/Ph до 1,7-1,8, среди алканов увеличивается доля изопреноидных (0,72-0,87).

В нефтях восточного погруженного крыла южного купола отношение Pr/Ph составляет 1,8, среди n-алканов преобладают низкомолекулярные, Ki равно 0,73, содержание перилена 20 нмоль/г, металлопорфирины отсутствуют. Такие резкие отличия в составе нефтей Новопортовского месторождения обусловлены его сложным строением и различием в составе источников УВ флюидов.

Закономерного изменения состава нефти от наиболее погруженных участков к сводовым не происходит, что может быть результатом заполнения ловушек не из окружающих пород, а непосредственно из подстилающих глинистых пластов, отложение которых на отдельных участках происходило в различающихся условиях. Предполагается, что на юге исследуемой площади седиментация исходного органического вещества происходила в более восстановительной среде, чем на северном участке, но отмечается повышенный вклад высшей растительности.

Между особенностями состава нефтей, залегающих в пределах малышевского горизонта Новопортовской площади, и особенностями состава присутствующего в нем РОВ существует прямая зависимость. В составе нефти южного купола, как и РОВ, есть ванадилпорфирины, в нефти северного купола – металлопорфирины отсутствуют (рис.), а содержание периленов выше. В скв. 85 на перегибе между двумя куполами отмечена максимальная концентрация периленов, в РОВ этого участка содержание периленов также повышено. Нефть восточного склона южного купола, как и РОВ, содержит перилены и ванадилпорфирины, в нефти западного участка северного купола – металлопорфирины отсутствуют, а содержание периленов выше (табл.).

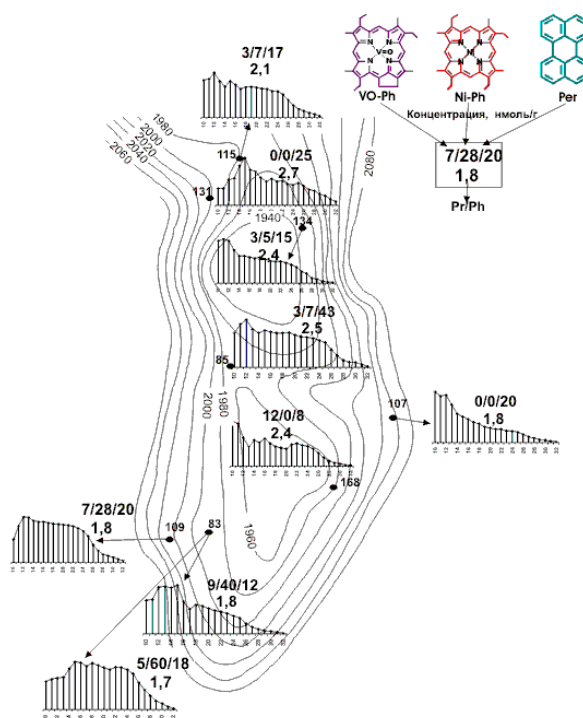


Рис. 1. Распределение алканов и пигментов в нефтях Новопортовской площади

Таблица 1

Содержание порфиринов и периленов в нефтях и РОВ Новопортовской площади

№ скважины	Содержание нмоль/г			
	VO-p	Ni-p	Per	Pr/Ph
Нефть				
131	0	0	25	2,7
168	12	0	8	2,4
83	9	40	12	1,8
83	5	60	18	1,7
РОВ				
168	10	0	8	2,8
168	224	0	80	2,6
131	0	0	80	2,7
73	0	0	109	2,1

Нефти и РОВ близки также по показателю Pr/Ph и характеру молекулярно-массового распределения н-алканов.

Сравнение полученных данных, включающих в себя состав алканов, содержание VO-p, Ni-p, а так же периленов, по территории Новопортовской площади показывает генетическое родство нефтей и рассеянного органического вещества средней юры мальшевского горизонта.

На основе проделанных исследований, можно сделать вывод, что формирование нефтей и РОВ Новопортовской площади происходило в условиях мелководного бассейна и близости береговой линии. На юге исследуемой площади наблюдается резкое увеличение показателя Ni-p, что свидетельствует о континентальных условиях седиментации. Также наличие в битумоиде никелевых порфиринов свидетельствует об отсутствии сероводородного заражения придонных вод в бассейне седиментации, что подтверждается снижением к югу показателя Pr/Ph. Так же на основе анализа показателя Pr/Ph можно сделать вывод, что с севера на юг Новопортовской площади слабо восстановительная – окислительная (субокислительная) среда меняется на окислительные условия.

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.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ НАЗЕМНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ (НЕСЕЙСМИЧЕСКИХ) МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗАЛЕЖЕЙ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ В БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЕ

Н.П. Бредихин

Научный руководитель доцент И.С. Соболев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Поиски трудно извлекаемой нефти и, в частности, залежей в отложениях баженовской свиты делает весьма актуальным разработку и уточнение существующих нефтепоисковых критериев их выделения. Следует отметить, что практически отсутствуют оценки возможности применения наземных геохимических и геофизических (несейсмических) исследований.

Использование существующих моделей формирования приповерхностных геохимических аномалий некорректно, так как залежи нефти сланцевого типа отличаются от традиционных скоплений углеводородов рядом важных особенностей:

- резервуар представляет собой трещинный коллектор в изолированной системе в литологических ловушках неструктурного типа;
- глинисто-карбонатные отложения – одновременно нефтематеринская толща, коллектор и флюидоупор;
- гидродинамическая изолированность нефтегенерирующих образований и их нахождение в термобарических условиях главной фазы нефтеобразования;
- условия пребывания – сверхвысокие пластовые и поровые давления и температуры, плотностная неоднородность пород.

Разнятся взгляды и на формирование трещинного пространства в баженовской свите. В качестве возможных причин рассматриваются автонефтеразрыв, обусловленный процессами нефтегенерации [2, 4, 6, 7, 8]; особенности литологического состава [3]; влияние разрывной тектоники [5]; сочетание тектоногенных и седиментогенных процессов [1].

Наземные углеводородные геохимические, магнитометрические и гамма-спектрометрические исследования проводились в пределах одного из лицензионных участков, расположенного в Западной Сибири. В геологическом строении осадочного чехла принимают участие породы мезозойского возраста, включающие отложения юрского и мелового периодов. Мезозойская толща перекрыта осадочными образованиями кайнозоя палеогенового, неогенового и четвертичного возраста. По данным сейсморазведки на территории участка выявлена антиклиналь, которая является структурой III порядка. В границах складки пробурено несколько поисковых скважин, вскрывающих осадочный чехол на всю мощность и палеозойский фундамент на глубину до 34 м. В результате испытания пластов получены: притоки воды с пленкой парафинистой нефти – в тюменской и васюганской свитах; пленки нефти и признаки нефтенасыщения по керну – в баженовской свите; в одной из скважин получен промышленный приток нефти – в баженовской свите.

Комплекс наземных исследований включал углеводородную геохимическую по пробам грунта, высокоточную магнитную и гамма-спектрометрическую съемки. Работы проводились по сети профилей, расположенных через 1 км на большей части территории и через 2 км на флангах поискового участка вне структурных осложнений горизонта Па. Отбор проб грунта осуществлялся с глубины 1,5–2,5 м шагом 1 км. Дегазация материала проводилась термовакуумным способом.

Определение концентраций метана и его гомологов ($C_1 - C_7$), а также бензола проводилось методом газовой хроматографии с предварительным концентрированием в Центре аналитических исследований ФГУП СНИИГГиМС. Магнитная съемка осуществлялась квантовыми магнитометрами «МИНИМАГ» шагом измерений 25 м. Концентрации ^{40}K , eU (^{226}Ra), ^{232}Th определялась по профилям через 200 метров с помощью полевых гамма-спектрометров РКП-305.

По данным магнитной съемки палеозойский фундамент имеет гетерогенное строение. Его особенностью является наличие тектонических блоков, характеризующихся различными магнитными свойствами пород. Контакты между сегментами палеозойского основания тектонические. Область пониженного магнитного поля интерпретируется как возможный интрузив кислого состава, являющийся основанием для последующего формирования в осадочном чехле антиклинальной складки. В фундаменте картируется значительное количество разрывных нарушений субмеридианального и субширотного направления.

Разрывные нарушения оказывают существенное влияние на особенности миграции углеводородных соединений и эпигенетические изменения пород в около поверхностных отложениях, что приводит к доминированию углеводородных, микромагнитных и радиогеохимических аномалий линейной морфологии. Их большое количество указывает на высокую плотность распространения зон повышенной проницаемости, что снижает вероятность сохранности залежей углеводородов традиционного типа.

Однако в значениях индикаторных соотношений углеводородных компонентов, территория дифференцируется на две примерно сопоставимые по размерам части с признаками различной скорости субвертикальной миграции углеводородов. При этом скважины находятся в контуре участка с более высокими изолирующими свойствами разреза. Учитывая гидрофобность баженовских залежей, это является благоприятным поисковым критерием.

Характерной чертой скважин с нефтепроявлениями в отложениях баженовской свиты является их близость к линейным ореолам высокого содержания бензола. С одной стороны, это проследивает их связь с участками влияния зон тектонических контактов блоков фундамента. С другой стороны, высокие уровни накопления арена в приповерхностных образованиях являются признаком современных процессов нефтегенерации в глубоких горизонтах.

Продуктивная скважина располагается поблизости от прогнозируемого узла пересечения разнонаправленных разрывных нарушений. В радиогеохимических показателях они имеют признаки глубинного заложения. С позиции флюидодинамических представлений о формировании залежей нефти и газа подобные структуры характеризуются повышенным тепловым потоком и ростом микросейсмичности. Наличие этих особенностей способствует более быстрому созреванию рассеянного органического вещества и интенсификации процессов генерации углеводородов. Кроме того, «соседство» с долгоживущими разрывными нарушениями благоприятно для появления эпигенетических трещинно-кавернозных коллекторов в кремнисто-карбонатных литотипах.

По всей видимости, признаком залежей в баженовской свите, как и для нефтяных скоплений традиционного типа, является рост содержания в пробах бензола, относительно концентраций гексана и гептана. Скважина, давшая приток из баженовского горизонта, находится в периферийной части изометричного ореола высоких значений арен-алканового отношения.

При этом появление этого геохимического эффекта происходит на фоне сравнительно низких уровней накопления углеводородных соединений. Тем самым, проявляя реализацию сорбционно-хроматографической дифференциации эпигенетических углеводородов в миграционном потоке в слабопроницаемых отложениях.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить информацию для определения поисковых критериев залежей нефти в баженовской свите при их поисках наземными геохимическими и геофизическими (несейсмическими) методами.

Они противоречат данным об особенностях формирования и локализации автохтонных углеводородных скоплений в черносланцевых формациях. Точность сделанных выводов необходимо проверить на объектах подобного типа.

Литература

1. Боркун Ф.Я., Цимбалюк Ю.А. Геолого-геофизические поисковые критерии залежей нефти в баженовской и абалакской свитах Западной Сибири // Tyumen 2009-EAGE International Conference and Exhibition, 2009. – DOI: 10.3997/2214-4609.201405310.
2. Гурари Ф.Г., Гурари И.Ф. Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1974. – № 5. – С. 36 – 40.
3. Коллекторы нефти баженовской свиты Западной Сибири / Под ред. Т.В. Дорофеевой – Л.: Недра, 1983. – 132 с.
4. Зарипов О.Г., Сонич В.П., Юсупов К.С. О механизме образования коллектора в отложениях баженовской свиты // Нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири: Научные труды, 1980. – С. 48 – 57.
5. Мелик-Пашаев В.С., Степанов А.И., Терещенко Ю.А. О природе аномально-высоких пластовых давлений в юрских отложениях Салымского месторождения // Геология нефти и газа, 1979. – № 7. – С. 25 – 28.
6. Нестеров И.И. Нефтегазонасность битуминозных глин баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология, 1980. – № 11. – С. 3 – 10.
7. Ушатский И.Н., Харин В.С., Гаврилова Л.М. Литологическое строение и вещественный состав юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // Тр. ЗапСибНИГНИ, 1983. – вып. 157. – С. 39 – 63.
8. Nedolivko N., Perevertailo T., Cunyi L. 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, 2015. – №27. – 012014. – 6 p. doi:10.1088/1755-1315/27/1/012014.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ В ПРЕДЕЛАХ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БУЗУЛУКСКОЙ ВПАДИНЫ

Р.Р. Валеева

Научный руководитель доцент Н.В. Волкова

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Бузулукская впадина (БВ) является одним из наиболее перспективных объектов для поиска скоплений углеводородов (УВ) Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (ВУНГП), связанных с глубокопогруженным подсолевым комплексом палеозойских отложений (рис.). В пределах впадины рассмотрены месторождения, в которых, согласно результатам поисково-разведочного бурения, выделяется ряд пластов-коллекторов, приуроченных к каменноугольным (А4, В2, В3, В1, В2, В3) и девонским (Дл, Д3вр, Д3вр, Дк, Д1-П, ДШ) отложениям.

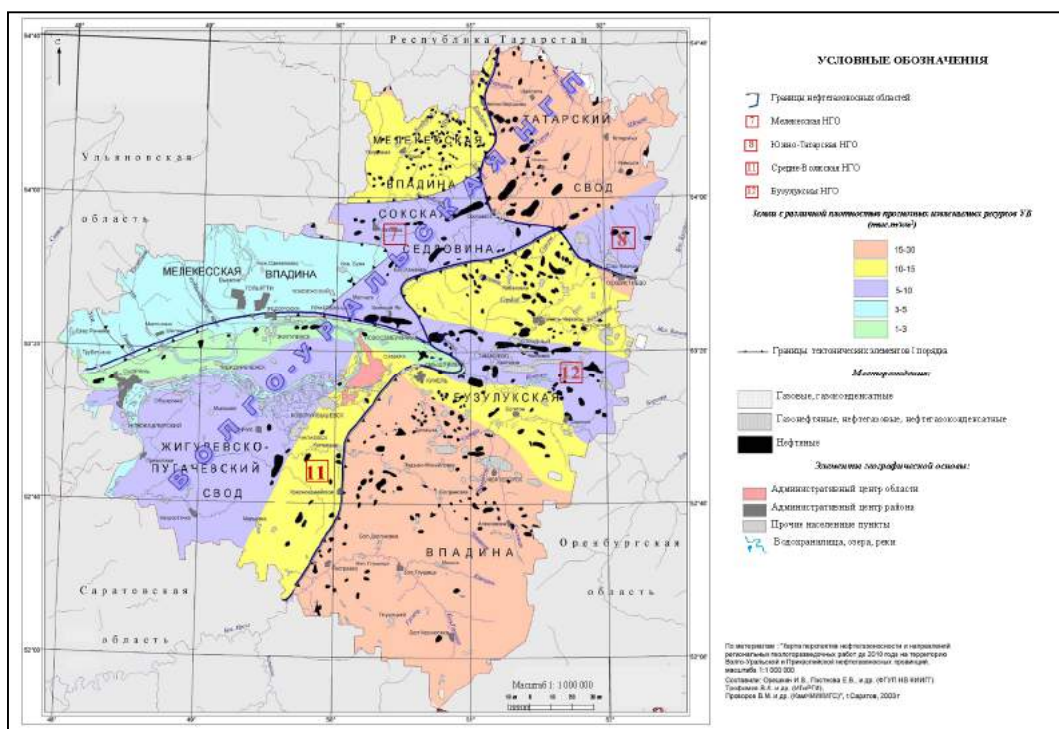


Рис. Карта нефтегазоносности Самарской области (Бузулукская впадина)

В верхней части башкирского яруса залегает *пласт А4*, который литологически представлен известняками органогенными, тонкокристаллическими, пелитоморфными реже обломочными иногда глинистыми, плотными, местами кавернозными. Тип коллектора – порово-трещинный. Пласт имеет площадное развитие. Покрышкой пласта А4 служат плотные глины верейского горизонта.

Пласт В2 приурочен к верхней части бобриковского горизонта и имеет в пределах участка работ площадное развитие. Пласт сложен песчаниками кварцевыми мелкозернистыми с прослоями алевролитов и глин. Тип коллектора – поровый. Покрышкой пласта В2 служат плотные известняки нижней части отложений тульского горизонта (репер «тульская плита») и глинистые породы верхней части бобриковского горизонта.

В отдельных скважинах в подошвенной части бобриковского горизонта залегает *пласт В3*, который отделен от пласта В2 глинистой перемычкой. Тип коллектора – поровый.

Пласт В1 приурочен к верхней части отложений турнейского яруса. По разрезу *пласт В1* делится на две пачки (верхнюю и нижнюю), разделенные между собой прослоем уплотненных карбонатов. Нижняя пачка пласта В1 водонасыщенная. Коллекторы представлены пористыми и проницаемыми известняками. Тип коллектора – порово-трещинный. Пласт имеет площадное развитие. Покрышкой служат глины и глинистые алевролиты бобриковского горизонта.

Ниже пласта В1 выделяются пласты В2 и В3, представленные водонасыщенными известняками. Тип коллектора – порово-трещинный.

Пласт Дл залегает в кровельной части заволжского надгоризонта фаменского яруса. Коллекторами являются плотные известняки серые, темно-серые, кристаллические, крепкие, трещиноватые, кавернозные. Тип коллектора – порово-трещинный. Покрышкой пласта является пачка плотных и заглинизированных карбонатов. Подстиляется пласт также плотными карбонатными породами.

Пласт Д3вр воронежского горизонта представлен известняками серыми и коричневато-серыми, органогенно-обломочными, местами перекристаллизованными, прослоями кавернозными и трещиноватыми. Тип коллектора – порово-трещинный. Покрышкой пласта служат вышележащие известняки.

Пласт Д3бр приурочен к отложениям мендымского горизонта франского яруса. Коллекторами здесь являются плотные известняки серые, темно-серые, кристаллические, кавернозные, крепкие. Тип коллектора – порово-трещинный. Покрышкой пласта являются сильно глинистые, плотные известняки воронежского горизонта.

Пласт Дк тиманского горизонта представлен песчаниками серыми и коричневато-серыми, кварцевыми, мелкозернистыми, алевритистыми, глинистыми. Тип коллектора – порово-трещинный. Покрышкой пласта служат глины и алевролиты верхней части горизонта.

Пласт ДI-II пашийского горизонта представлен песчаниками светло-серыми и серыми, кварцевыми, тонко- и мелкозернистыми, алевритистыми, средней крепости, пористыми. Пласты ДI и ДII пашийского горизонта на месторождениях Заволжского продолжения Жигулевской дислокации чаще всего являются единым резервуаром и разрабатываются как один объект (пласт ДI-II). Тип коллектора поровый. Покрышкой служат глинисто-алевролитовые породы пашийского и тиманского горизонтов; подстилается пласт глинистыми породами муллинского горизонта.

Терригенные отложения ардатовского горизонта (пласт ДIII) представлены чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Тип коллектора – поровый.

В таблице приведены средние значения коллекторских и фильтрационно-емкостных свойств по месторождениям в пределах БВ, которые определяют перспективы в нефтепоисковом отношении.

Таблица
Средние значения коллекторских и фильтрационно-емкостных свойств по месторождениям в пределах БВ

Горизонт/ярус	Пласт	Литология	Тип коллектора	Кп (%)	Кпр (мД)	Общая толщина пласта (м)	Эффективная толщина пласта (м)
Башкирский ярус	А4	Известняки органогенные, тонкокристаллические, пелитоморфные, реже обломочные, иногда глинистые	порово-трещинный	21,4	4146,00	от 22 до 28	от 8 до 14
Заволжский горизонт	Дл	Известняки плотные серые, темно-серые, кристаллические, крепкие, трещиноватые, кавернозные	порово-трещинный	6,83	0,9	от 21 до 22,2	от 2,4 до 3,9
Мендымский горизонт франский ярус	Д3бр	Известняки серые, темно-серые, кристаллические, кавернозные, крепкие	порово-трещинный	14,53	1687	от 30 до 47	от 11 до 24

В основании зональных циклитов (закономерные сочетания слоев, обусловленные циклической сменой условий осадконакопления) залегают пласты-коллекторы, которые приурочены к толщам или пачкам алевроито-песчаных пород. По стратиграфическому объему они соответствуют одному-двум темциклитам. Им свойственна единая модель строения, выраженная набором элементарных циклитов, сменяющих друг друга в определенной последовательности. Элементарные циклиты обладают одинаковой направленностью изменения типов пород снизу вверх от более грубых к более тонким. Установлено, что более песчаные циклиты группируются в нижних частях темциклитов, более глинистые – в верхних. Согласно этой закономерности, породы, относимые к продуктивным коллекторам, концентрируются, как правило, в нижних частях полных элементарных циклитов, непродуктивные коллекторы – в нижних и средних, а неколлекторы и флюидоупоры – в верхних. Такая же последовательность фациального замещения пород отмечается по латерали. Песчаные породы продуктивных пластов-коллекторов по площади переходят в алевролиты крупнозернистые, чаще всего обладающие свойствами непродуктивных коллекторов. Аргиллиты, как правило, венчающие элементарные циклиты, по площади сменяются алевролитами мелкозернистыми, т.е. породы-флюидоупоры переходят в породы-неколлекторы [1].

Таким образом, изучение пластов-коллекторов и особенностей фильтрационно-емкостных свойств пород дает представление продуктивности Бузулукской впадины и подтверждает его высокие перспективы в нефтепоисковом отношении.

Литература

1. Афанасьева М.А. «Геологическое строение и перспективы открытия новых месторождений нефти и газа в девонских отложениях Бузулукской впадины» // Дисс...канд. геол.-минерал. наук. 20.00.12. – М., 2011. – 174 с.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В ОТЛОЖЕНИЯХ ОСНОВНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

П.А. Горбунов¹

Научный руководитель С.В. Воробьев²

¹Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

²ООО «ТюменНИИгипрогаз», г. Тюмень, Россия

Пластовое давление ($P_{пл}$) – это давление, которое пластовые флюиды оказывают на вмещающие их породы [2]. Данный параметр характеризует энергию нефтегазоносных и водоносных пластов. Сведения о пластовых условиях недр используются при подсчете запасов газовых месторождений, при проектировании разработки залежей УВ, а также при обосновании параметров буровых растворов с целью качественного вскрытия продуктивных отложений. В связи с этим, точное определение (прогнозирование) значений пластовых давлений является крайне важным в процессе геологического изучения и разработки месторождений углеводородного сырья.

По величине пластовые давления принято подразделять на нормальные и аномальные [3]. Нормальное пластовое давление соответствует гидростатическому давлению ($P_{гдс}$), которое рассчитывается как вес столба пресной воды высотой от земной поверхности до заданной глубины (формула 1).

$$P_{гдс} = \rho * g * H \quad (1)$$

где: $P_{гдс}$ – гидростатическое давление, МПа; ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения (9,81 м/с²); H – глубина залегания пласта, м.

Аномальные пластовые давления, т.е. давления, значительно отклоняющиеся от гидростатического, разделяются на аномально высокие (АВПД) и аномально низкие (АНПД) [1]. АВПД и АНПД выделяются по величине коэффициента аномальности (K_a): при $K_a > 1,3$ давление является аномально высоким, а при $K_a < 0,8$ – аномально низким [4]. K_a рассчитывается следующим образом (формула 2).

$$K_a = \frac{P_{пл}}{P_{гдс}} \quad (2)$$

где: $P_{пл}$ – замеренное пластовое давление, МПа; $P_{гдс}$ – гидростатическое давление, МПа.

В данной работе проанализированы особенности изменения пластовых давлений в зависимости от глубины залегания продуктивных отложений месторождений нефти и газа, открытых в северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции – на территории ЯНАО. За основу были приняты материалы гидродинамических исследований, выполненных в поисковых и разведочных скважинах. Зависимость вида $P_{пл}=f(H)$, полученная на основе анализа замеров начальных пластовых давлений более чем по 200 месторождений нефти и газа, приведена на рисунке.

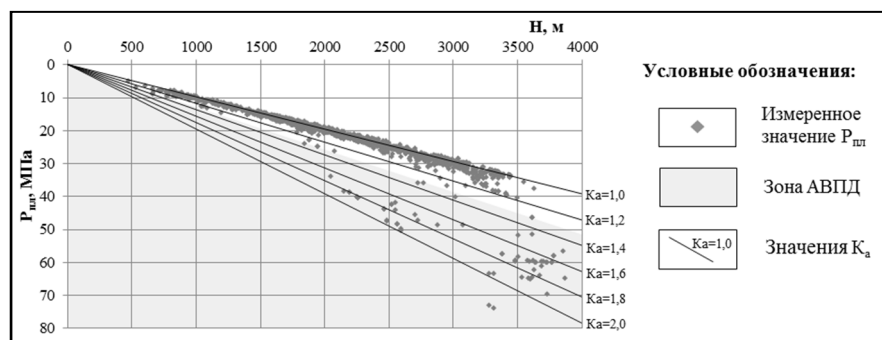


Рис. Зависимость изменения начальных пластовых давлений от глубины

Пластовые давления в верхней части разреза, сложенной породами апт-сеноманского возраста, как правило, являются гидростатическими. АВПД широко распространены на территории ЯНАО в отложениях юрского, а также в нижней и средней частях неокомского продуктивных комплексов. При этом коэффициент аномальности пластового давления закономерно увеличивается в направлении с юга (район Малопякутинского и Вынгапурского месторождений, $K_a=1,1-1,3$) на север, в сторону центральных районов Надым-Пурской и Пур-Тазовской НГО (район Уренгойского, Ямбургского, Заполярного месторождений), а также территорий полуостровов Ямал и Гыдан ($K_a=1,9-2,0$).

Автором выполнено районирование территории ЯНАО по характеру изменения пластовых давлений как в плане, так и в разрезе осадочного чехла, учитывающее особенности тектонической и нефтегазогеологической приуроченности месторождений УВ. Территория ЯНАО была разделена на 33 зоны, для большинства из которых изменения пластовых гидростатических и аномальных давлений с глубиной аппроксимируются двумя линейными уравнениями следующего вида (формула 3).

$$P_{пл} = a * H \pm b \quad (3)$$

где: $P_{пл}$ – пластовое давление, МПа; H – глубина залегания пласта, м; a и b – числовые безразмерные коэффициенты.

Первое соответствует верхней апт-сеноманской части осадочного чехла. В пределах большей части территории ЯНАО в рассматриваемом интервале разреза пластовое давление равно гидростатическому, закономерно увеличиваясь с глубиной.

Второе уравнение характеризует собой закономерность увеличения АВПД в зависимости от глубины в отложениях юрского и неокомского (включая отложения ачимовской толщи) комплексов.

Наличие АВПД в глубокозалегающих продуктивных отложениях благоприятно сказывается на их коллекторских свойствах, увеличивает время естественной эксплуатации нефтяных и газовых месторождений без применения вторичных методов интенсификации. С другой стороны, АВПД являются источником аварий в процессе бурения. Для предотвращения выбросов УВ, связанных с АВПД, буровые растворы утяжеляются, в связи с чем промывочные жидкости интенсивно поглощаются продуктивными пластами, что обуславливает кольматацию порового пространства и, как следствие, значительное техногенное ухудшение фильтрационно-ёмкостных свойств пород-коллекторов в прискважинной зоне, что существенно усложняет вызов притоков УВ в процессе их испытания и последующей разработке.

Набор полученных уравнений позволяет, при подстановке в них значений глубин, определять начальные пластовые давления, предварительно спрогнозировать верхнюю границу АВПД.

Выявленные закономерности изменения пластовых давлений в зависимости от глубины залегания продуктивных отложений представляют собой основу для регионального прогноза изменения барических условий нефтегазоносных комплексов и, как следствие, исследуемой территории. Для решения поставленной задачи авторами были составлены региональные структурные карты масштаба 1:500 000 по кровлям сеноманского, аптского, неокомского и юрского продуктивных комплексов в пределах территории ЯНАО.

Картопостроение осуществлялось на основе комплексирования материалов сейсмических исследований МОГТ 2D и 3D, а также данных поискового и разведочного бурения, полученных на различных этапах геолого-геофизического изучения территории ЯНАО. За основу комплексирования были приняты результаты корреляции отражающих горизонтов А, Б, М, М', Г и С. Горизонт А отвечает положению в волновом поле подошве мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Остальные отражающие горизонты соответствуют кровлям верхнеюрского, неокомского, аптского, альб-сеноманского и туронского комплексов соответственно.

На следующем этапе полученные структурные карты были преобразованы в карты начальных пластовых давлений по кровлям основных продуктивных комплексов. Пересчет глубин в пластовые давления осуществлялся на основе выполненного автором районирования территории ЯНАО по особенностям изменения пластовых давлений от глубины по системе уравнений вида $P_{пл} = f(H)$, установленных для каждой выделенной зоны.

Если рассмотреть изменения пластовых давлений в плане, то отмечаются следующие закономерности. В верхней части разреза, охватывающей отложения сеноманского, альбского, аптского и верхней части неокомского комплексов, начальные пластовые давления изменяются закономерно, соответствуя в общих чертах особенностям ундуляции структур. Максимальные значения пластовых давлений связаны с наиболее погруженными частями осадочного бассейна, а минимальные соответственно со сводовыми и присводовыми участками положительных структур.

В верхней части неокомского комплекса абсолютный максимум пластовых давлений величиной в 30 МПа зафиксирован в северной части п-ова Ямал. Для большей части территорий полуостровов Ямал и Гыдан характерно начальное пластовое давление около 24 МПа. В южном направлении пластовые давления понижаются, достигая значения 18 МПа. Минимумы пластовых (10 МПа и менее) прогнозируются в западной, северо-восточной и юго-восточной частях ЯНАО.

В отложениях юрского продуктивного комплекса максимальные пластовые давления величиной 90-95 МПа прогнозируются в пределах Большехетской впадины. На территориях Надым-Пурской и Пур-Тазовской НГО, а также в центральной части п-ова Гыдан пределы изменения пластовых давлений составляют 60-75 МПа. В южной части ЯНАО пластовые давления изменяются в интервале значений 35-50 МПа, уменьшаясь до 25-30 МПа в юго-восточном направлении. Необходимо отметить, что АВПД не фиксируются в южной части п-ова Ямал, что обусловлено не глубоким залеганием юрских отложений.

Использование выявленных закономерностей изменения гидростатических и аномально высоких пластовых давлений позволяет осуществлять прогноз пластовых давлений и коэффициентов их аномальности, что дает возможность выполнять предварительный количественный прогноз ресурсов газа при проведении геолого-экономических и технико-экономических оценок перспективных структур, выявленных по результатам сейсмических исследований. Возможность достоверного прогнозирования значений пластовых давлений позволяет проводить обоснование параметров буровых растворов, обеспечивающих вскрытие продуктивных пластов на равновесии при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ в пределах территории ЯНАО.

Литература

1. Александров Б.Л. Аномально-высокие пластовые давления в нефтегазоносных бассейнах. – М.: Недра, 1987. – 216 с.
2. Козловский Е.А. Горная энциклопедия: В 5-ти томах. – М.: Сов. Энциклопедия, 1984. – Т. 4. – 623 с.
3. Славин В.И., Брук Л.М. Основные гипотезы происхождения АВПД и их классификация //Сб. науч. трудов «Изучение геологического разреза и прогнозирование АВПД». – Л.: ВНИГРИ, 1987. – 145 с.
4. Фертьль У.Х. Аномальные пластовые давления: их значение при поисках, разведке и разработке ресурсов нефти и газа. – М.: Недра, 1980. – 397 с.

**К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ БЕРРИАС-ВАЛАНЖИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, ПЛАСТ БУ₁₄)**

М.С. Горожанкина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

А.Е. Ферсман в своей книге «Рассказы о самоцветах» написал: «И камни говорят!». Действительно, даже один конкретный небольшой объект, при его глубоком изучении, может «рассказать» о многом. В данной работе представлена подробная визуальная характеристика одного образца керна, преследующего такую цель.

Образец отобран из скважины, пробуренной в северной части Уренгойского месторождения, с глубины 2858,45 метров. Он принадлежит к берриас-валанжинским отложениям сортымской свиты, датируемым ранним мелом. На рисунке представлено сканированное изображение распиленной и пришлифованной плоскости образца. Всего можно выделить 7 интервалов, которые соответствуют достаточно крупным сериям слойков. Очевидно, что они характеризуют отдельные седиментационные этапы в общем процессе формирования отложений. Их описание проведено снизу вверх, в соответствии с последовательностью накопления осадка.

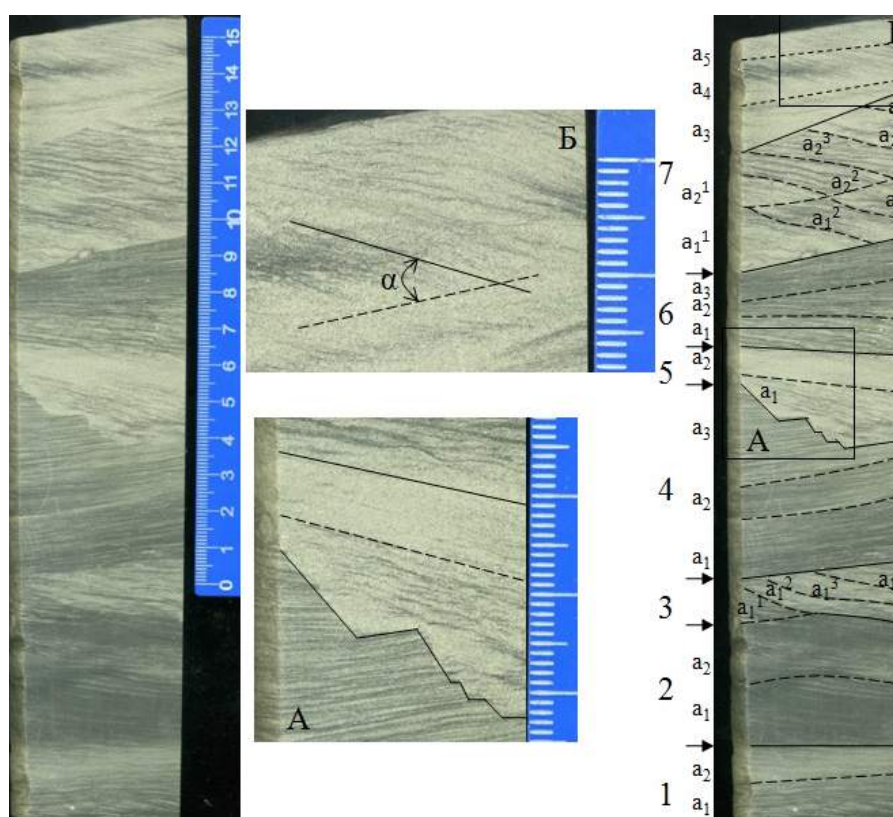


Рис. Сканированное изображение образца из отложений Уренгойского месторождения. Выделены линиями и показаны цифрами интервалы, пунктиром – границы пачек, описанные в тексте; А, Б – фрагменты, показанные в увеличенном масштабе и приведенные в описании соответствующих интервалов

Интервал 1. Тонкозернистый песчаник с достаточно хорошей сортировкой материала. Выделяется 2 группы серий слойков с толщинами 5–10 мм: в нижней пачке наблюдается косо волнистая слоистость, S-образная, местами линзовидная, связанная с изменением размерности до крупнозернистого алевролита; в верхней – пологоволнистая слоистость, подчеркнутая тонким растительным детритом. Граница между 1-м и 2-м интервалами как бы «скользит» во времени (слева направо вверх по разрезу).

Интервал 2. Крупнозернистый алевролит с примесью частиц более крупной размерности в центральной части, которая обуславливает образование пологоволнистой выпуклой слоистости. Сортировка хорошая. Толщина серии достаточно выдержанная, до 4–5 см. В левой части верхняя граница представляет постепенный переход к следующему слою.

Интервал 3. В целом слагается тонкозернистым, хорошо сортированным песчаником. Группа серий слоев с толщинами 2–5 мм, верхние части которых насыщены тонким растительным детритом. Изменения наклона тонких слоев формируют косо волнистую слоистость, слабо срезанную, выпуклую, вплоть до «обратного» падения. Насчитывается 4 серии, при этом внутренние образовались за счет латерального продвижения слоев, разделенных темпоральными границами.

Интервал 4 толщиной 3–5 см сложен крупнозернистым алевритом с достаточно хорошей сортированностью материала. Серийные швы делят его на 3 пачки. Слоистость косо волнистая, вогнутая, слабосрезанная. Такая структура является результатом отложения перемещаемого материала, путем осаждения очередных слоев на склонах мигрирующих форм дна, идущих по течению и связанных с условиями его нижнего режима. Тогда направление угла падения слоев совпадает с местным направлением течения [3].

Интервал 5 выполнен тонкозернистым песчаником, его нижняя часть фиксирует эрозионный размыв с отчетливой ступенчатой границей, показанной на фрагменте А. Он образовался в результате быстрого течения и сохранился только благодаря скоростному выполнению его осадком. Ступенчатый контакт можно отнести к перерыву в осадконакоплении типа «твердого дна» (hard ground) [4]. Интервал делится на 2 серии слоев. Нижняя серия образует косо волнистую слоистость, с примесью мелкой растительности; верхняя – с косой, неотчетливой, сильносрезанной слоистостью, подчеркнутой небольшим количеством тонкой органики. Верхняя граница переходит в следующий слой с отчетливой, слегка асимметричной рябью течения. Индекс ряби 8.

Интервал 6. Крупнозернистый алеврит с хорошей сортировкой материала. Слоистость в сериях слоев a_1 , a_2 косо волнистая с мелким детритом на гребнях ряби, индекс ряби 10–12. Выше (пачка a_3) наблюдается «обратное» падение слоев, которое формирует косую слоистость, связанную с изменением размерности материала. В целом интервал имеет веерообразное строение. Контакт четкий и имеет аккумулятивный характер.

Интервал 7 делится на 5 самостоятельных пачек с толщинами 5–20 мм, они сложены тонкозернистым песчаником. Сортированность материала хорошая. Тонкая косо волнистая слоистость подчеркнута атритом. Серии a_1 и a_2 схожи по строению с 3 интервалом. Граница между ними четкая. Внутри серии a_2 показаны пачки слоев (a_2^1 – a_2^5), которые последовательно смещаются на всем протяжении контакта в плоскости серии (слева направо). Их срезы следующим интервалом соответствует проявлению «подбывания голов» (по Ю.А. Жемчужникову) ранее образовавшихся серий слоев.

В интервалах a_4 , a_5 латеральное перемещение слоев формирует восходящую рябь с углом взбегания $\alpha = 30^\circ$. В левой средней части фрагмента Б наблюдаются зерна пелитовой размерности, сформировавшиеся в процессе реактивации с недальним переносом. Восходящие знаки ряби образуются в основном благодаря непрерывному выпадению материала на дно, покрытое знаками ряби, причем происходит наложение друг на друга очередных знаков ряби с такой же самой или ступенчато изменяющейся сверху последовательностью геометрических параметров [5].

В итоге, размерность немного меняется, увеличиваясь снизу вверх. Общая характеристика образца, с преобладающей косо волнистой слоистостью, свидетельствует о многократном чередовании фаз активной деятельности морского течения и фаз его затухания. В период активности морского течения образуются знаки ряби (интервал 5, б), которые в большей части состоят из материала, приносимого путем волочения. По мере ослабления течения начинает преобладать осаждение мелких зерен из суспензии. Слагаемый ими осадок вначале заполняет ложбинки между гребнями ряби, а после полностью перекрывает ранее образовавшиеся знаки ряби. В следующем периоде активности течения материал только частично эродируется, и на дне возникает новая генерация знаков ряби [3]. Направленность течения для всего образца – слева направо, за исключением 4 и 6 интервалов, где оно меняется на «обратное» (справа налево).

По комплексу признаков, преимущественно текстурных, образец сформировался в условиях полуизолированного мало подвижного бассейнового мелководья – фация алеврито-песчаных осадков активных участков (БПА) [2].

Важно отметить, что 7 интервал делится на 5 пачек со сложным внутренним строением, каждая из которых соответствует 3 интервалу. Этим подчеркивается иной характер косо волнистой сильносрезанной слоистости. Пачки слоев в интервале 3, а также в сериях a_1 и a_2 интервала 7, возможно, сформировались в течение сезона каждая. При их толщинах около 3 мм скорость накопления будет соответствовать 3000 Б (м/млн. лет = мм/тыс. лет). Это свидетельствует о весьма высокой скорости формирования, что не противоречит современным значениям [1]. Для всего образца время осадконакопления составит несколько большую величину, нежели можно было бы рассчитать простым умножением. Существенная потеря времени заключена в границах серий, а также на эрозионном контакте (рис., А).

Литература

1. Алексеев В.П. Литологические этюды. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 149 с.
2. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
3. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. – М.: Недра, 1980. – 640 с.
4. Барабошкин Е.Ю., Веймарн А.Б., Копаевич Л.Ф., Найдин Д.П. Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: Методические рекомендации. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 169 с.
5. Berg, J.H. van den, Boersma, J.R., Gelder, A. van. Diagnostic sedimentary structures of the fluvial-tidal transition zone – Evidence from deposits of the Rhine and Meuse // Netherlands Journal of Geosciences, 2007. – P. 287 – 306.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**А.М. Горшков, О.С. Ли-Ван-Хе**

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в связи с истощением традиционных запасов углеводородов нефтяные компании все чаще обращают внимание на нетрадиционные ресурсы. В России самым крупным нетрадиционным резервуаром нефти является баженовская свита, расположенная в Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне (ЗС НГБ). Залежи нефти в отложениях этой свиты рассматриваются как один из самых важных объектов для восполнения ресурсов углеводородов в России (оценка ресурсов по пласту Ю₀ колеблется от 600 млн. до 30 млрд. т.) [2]. Уникальность баженовской свиты заключается в том, что она с одной стороны, является одним из основных реперов Западной Сибири, основной нефтематеринской породой ЗС НГБ, а с другой стороны, способна (при создании определенных условий) формировать заполненные нефтью коллекторы, обеспечивающие дебиты в сотни кубометров нефти в сутки. Таким образом, отложения баженовской свиты являются источником, как существующей нефти, так и потенциальной, что естественно необходимо учитывать при разработке технологий добычи нефти из таких сложных коллекторов.

В Томской области одним из наиболее перспективных участков для разработки отложений пласта Ю₀ является восточная часть Каймысовского свода. Эта структура была долгое время погружена при трансгрессии морского бассейна в позднеюрско-раннемеловое время, что позволило сформировать большую толщину отложений баженовской свиты (порядка нескольких десятков метров). В восточной части Каймысовского свода было открыто множество крупных нефтяных месторождений, которые находятся в промышленной разработке долгое время (Олень, Герасимовское, Крапивинское, Двуреченское и др.). На данной территории пробурены сотни скважин, вскрывших отложения баженовской свиты. Кроме того, в пределах Нюрольской впадины рядом с юго-восточной частью Каймысовского свода был получен приток нефти из пласта Ю₀ (Федюшкинское месторождение). Все это в совокупности с развитой инфраструктурой нефтяного промысла на данной территории позволит значительно уменьшить затраты на разработку баженовской свиты в восточной части Каймысовского свода.

Однако, несмотря на доказанную нефтеносность баженовской свиты, существует ряд проблем при добыче углеводородов из нее. Во-первых, запасы УВ относятся к трудноизвлекаемым и требуют индивидуального подхода при разработке. Во-вторых, в настоящее время отложения свиты малоизучены. Так, основная проблема геолого-геофизического изучения отложений баженовской свиты на большинстве месторождений Томской области связана с отсутствием проведения полного комплекса методов ГИС (а именно АК, БК, МБК) и низким выносом керна.

Кроме того, для однозначной локализации зон с улучшенными коллекторскими свойствами в баженовской свите нет достаточного количества лабораторных исследований керна. В связи со сверхнизкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) кремнисто-глинисто-карбонатных отложений баженовской свиты определение петрофизических свойств данных пород невозможно сделать на стандартном лабораторном оборудовании с применением общепринятых методик.

В настоящее время большой прогресс в развитии методов определения петрофизических свойств сланцевых формаций достигнут институтом Gas Research Institute (GRI) в г. Чикаго, который разработал методику оценки сланцевых коллекторов «Development of laboratory and petrophysical techniques for evaluating shale reservoirs» [1]. Основной подход для определения пористости и проницаемости сланцевых формаций в данной методике заключается в дроблении керна на фракции одинакового размера и определение параметров на дезинтегрированном керне. Данный метод позволяет значительно сократить продолжительность экспериментов по определению проницаемости, а также исключить влияние естественной трещиноватости на значения исследуемого параметра. Однако основным недостатком этого метода является проведение всех экспериментов в атмосферных условиях (без создания горного давления).

Цель данной работы заключалась в изучении петрофизических свойств пород баженовской свиты юго-восточной части Каймысовского свода методом GRI.

В качестве объекта исследования были выбраны образцы горных пород отложений баженовской свиты (пласт Ю₀) одного из месторождений юго-восточной части Каймысовского свода. На данном месторождении баженовская свита вскрыта и пройдена с отбором керна в поисковой скважине. Свита согласно перекрывается пачкой морских, преимущественно глинистых отложений куломзинской свиты, баженовская свита согласно залегают на глубоководно-морских темно-серых глинах георгиевской свиты.

Все эксперименты по определению петрофизических свойств отложений баженовской свиты (минералогическая плотность, открытая пористость, матричная проницаемость) на образцах с естественной насыщенностью были проведены на сланцевом пермеатре SMP-200, в основе которого лежит метод GRI. Сущность эксперимента по определению ФЕС заключается в определении искомых величин по кривой падения давления при проникновении газа (гелия) в микропоры отдельных частиц горной породы [1]. Перед началом исследования полноразмерный керн дробился и просеивался на ситах с размером ячеек 2 и 1 мм для получения однородной по размеру фракции. Масса одной навески образца составляла 30±0,01 г.

Результаты сравнения петрофизического изучения образцов пород баженовской свиты с результатами геолого-геофизического изучения на исследуемой поисковой скважине представлены на рисунке.

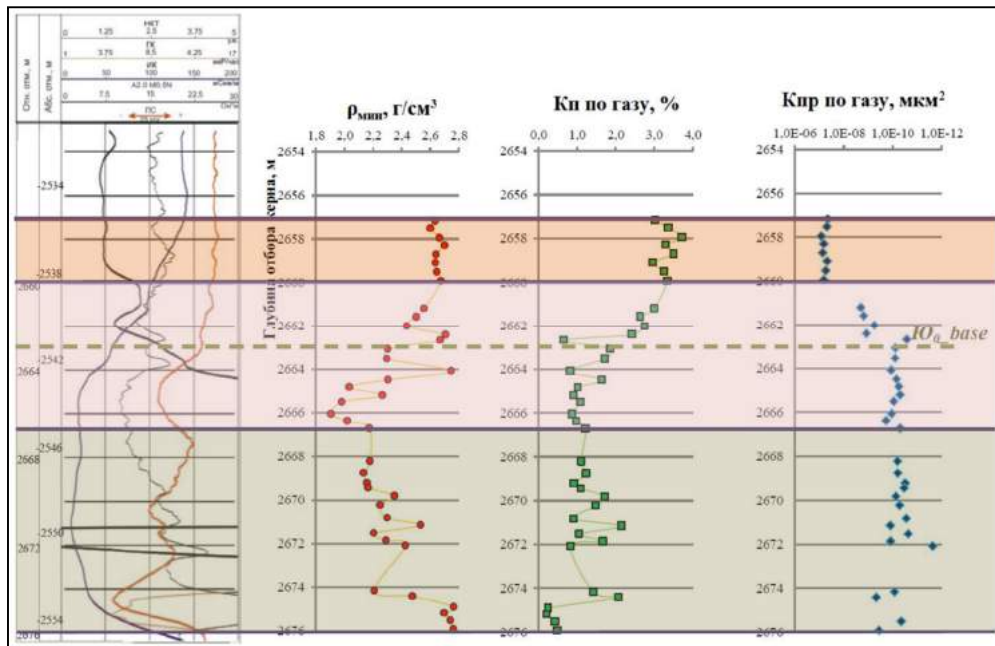


Рис. Результаты геолого-геофизического и петрофизического изучения пород баженовской свиты юго-восточной части Каймысовского свода

График зависимости значений петрофизических свойств пород от глубины залегания построен по данным обработки 41-го образца из баженовской и куломзинской свит (интервал 2657,2-2675,9 м). Кровля баженовской свиты на исследуемом месторождении залегает на глубине 2663,0 м и перекрывается куломзинской свитой. Толщина баженовской свиты составляет 13 м.

По данным петрофизических исследований (рис.) и описанию керна, весь разрез можно разделить предположительно на три интервала, каждый из которых характеризуется разными условиями формирования отложений.

Первый интервал (2657,2-2659,9 м) по данным описания керна представлен темно-серыми алевритистыми, иногда плитчатыми аргиллитами однородного состава. Однородность состава подтверждается незначительным изменением минералогической плотности пород от $2,60 \text{ г/см}^3$ до $2,70 \text{ г/см}^3$ и близкими значениями коэффициента открытой пористости (от 3,00 % до 3,73 %). Незначительные изменения минералогической плотности и коэффициента открытой пористости связаны с горизонтальной микрослоистостью отложений. Также данный интервал характеризуется высокими значениями коэффициента матричной проницаемости – порядка $6 \cdot 10^{-8} \text{ мкм}^2$. Для первого интервала можно сделать вывод, что отложения сформированы в относительно спокойной обстановке осадконакопления (куломзинская свита).

Второй интервал (2659,9-2666,7 м) литологически представлен аргиллитами с коричневым оттенком. В образцах отмечено большое количество пирита в виде микроскопических включений, что указывает на глубоководные условия осадконакопления. Для интервала характерны значительные изменения минералогического состава пород: изменение плотности от $1,91 \text{ г/см}^3$ (на глубине 2666,1 м) до $2,75 \text{ г/см}^3$ (на глубине 2664,1 м). Низкие значения плотности пород связаны, вероятно, с высоким содержанием керогена и битума в аргиллитах, а высокие – с наличием обломков крупных толстостенных раковин, сложенных белым кальцитом. Кроме того, в данном интервале присутствуют два плотных пропластка: один в кровле баженовской свиты, другой в подошве куломзинской свиты. Эти пропластки можно выделить по высокой плотности пород ($2,71 \text{ г/см}^3$ и $2,75 \text{ г/см}^3$ соответственно) и низким значениям коэффициента открытой пористости (0,66 % и 0,82 %). Все это указывает на неоднородность и изменчивость процесса осадконакопления в юго-восточной части Каймысовского свода. Форма кривой на графике распределения коэффициента открытой пористости в данном интервале повторяет форму кривой минералогической плотности пород с глубиной, однако имеет более сглаженный вид. Пористость образцов постепенно уменьшается от значения 3,35 % (на глубине 2659,9 м) и достигает среднего значения порядка 0,88 % к концу исследуемого интервала. Аналогичное поведение наблюдается и для матричной проницаемости образцов. Матричная проницаемость пород уменьшается с глубиной, достигая значения порядка $6 \cdot 10^{-11} \text{ мкм}^2$, и остается практически неизменной до подошвы баженовской свиты.

Результаты исследования свидетельствуют, что второй интервал соответствует переходному режиму осадконакопления от трансгрессии морского бассейна к регрессии. Глубоководные аргиллиты баженовской свиты постепенно начинают перекрываться более мелководными отложениями куломзинской свиты.

На графике распределения плотности и пористости переход от баженовской свиты к куломзинской свите неявный, поэтому невозможно четко определить кровлю баженовской свиты, как на диаграмме ГИС, так и по данным петрофизических исследований.

Третий интервал (2666,7-2675,9 м) с литологической точки зрения представлен однородными темно-коричневыми до черных аргиллитами. Плотность пород в среднем составляет $2,17 \text{ г/см}^3$, что указывает на относительно спокойную обстановку осадконакопления отложений баженовской свиты. Начиная с глубины 2669,8 м, появляются пропластки карбонатизированных аргиллитов, характеризующихся значениями плотности до $2,53 \text{ г/см}^3$ и значениями коэффициента открытой пористости до 2,16 %. В подошве баженовской свиты с глубины 2674,2 м выделяется глинисто-карбонатный пропласток, характеризующийся почти одинаковыми высокими значениями минералогической плотности до $2,76 \text{ г/см}^3$ и низкими значениями коэффициента открытой пористости – менее 0,43 %. Карбонатные породы, выделенные в данном интервале, имеют нулевую матричную проницаемость, в то время как, по данным описания керна, в этом глинисто-карбонатном интервале порода трещиноватая и керн раздроблен на отдельные куски.

Анализируя комплекс методов ГИС в поисковой скважине исследуемого месторождения, можно сделать вывод, что отложения баженовской свиты фиксируются на разрезах по аномально высокому электрическому сопротивлению и высоким показаниям ГК. Кроме того, по разрезу выделяются несколько отрицательных аномалий кривой ПС, которые указывают на наличие в горной породе карбонатных пропластков. Стоит отметить, что интервалы, выделенные по данным петрофизических исследований и описанию керна, по диаграммам ГИС не прослеживаются. Однако график зависимости изменения плотности пород с глубиной очень хорошо коррелируется с кривой НКТ на диаграммах ГИС. Подобную закономерность можно использовать при интерпретации коротажных диаграмм для выделения литотипов в баженовской свите Томской области.

Таким образом, проведенные исследования показали, что метод GRI, реализованный в сланцевом пермеатре SMP-200, позволяет более детально расчленить отложения баженовской свиты в зависимости от распределения плотности пород. Подобное расчленение позволяет определить неоднородность условий осадконакопления.

Литература

1. Горшков А.М. Некоторые аспекты разработки методики лабораторной оценки петрофизических свойств ультранизкопроницаемых коллекторов отложений баженовской свиты // 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. 66 – 70.
2. Калмыков Г.А., Балушкина Н.С., Афанасьев И.С. и др. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы // Российские нефтегазовые технологии, 2011. – № 25. – С. 24 – 36.

АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН (НА ПРИМЕРЕ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО БОРТА ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА)

А.М. Григорьев, И.В. Ширяева

Научный руководитель доцент М.А. Григорьев

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Особый интерес к термобарическим условиям миоценовых отложений западной и центральной частей Западно-Кубанского прогиба к началу 70-х годов был предопределен активизацией геологоразведочных работ, ориентированных на изучение высокоперспективных горизонтов. По результатам исследований, в пределах центральной части прогиба были получены новые данные относительно флюидодинамической обстановки чокракских отложений, свидетельствующие о том, что при близких к гидростатическим значениям пластовых давлений, а также слабой дислоцированности пород, существует контрастный перепад приведенных к уровню моря напоров (90-130 м на Новотитаровской площади). Также установлено, что степень флюидодинамической напряженности чокракских резервуаров возрастает в западном направлении. Доказательством этому служит величина приведенного напора на соседней Федоровской площади, которая составляет уже 936 м над уровнем моря, а также на Южно-Андреевской, где показатели колеблются в пределах 2640-2730 м.

В начале 80-х годов главным объектом поисков месторождений нефти и газа в западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба становятся чокракские отложения, где впоследствии открыт ряд месторождений: Восточно-Прибрежное, Прибрежное, Терноватое, Сладковское, Варавенское и другие. Залежи приурочены к сложнопостроенным ловушкам литологически, структурно и тектонически экранированным. В тектоническом отношении представлены в виде полосы блоков, ступенчато погружающихся в субширотном направлении с севера на юг.

В пределах северного борта прогиба геологические условия отличаются сложностью, обусловленной резкой гидравлической дифференцированностью вскрываемого разреза и наличием зон, несовместимых по условиям бурения. Так, в верхней части разреза (антропоген-верхний сармат) получили развитие пластовые давления, по величине близкие к гидростатическим (градиент 1,00-1,07).

Средняя часть разреза (начиная со среднего сармата) практически повсеместно литологически представлена глинами, со спорадическим развитием единичных тонких проницаемых разностей, что соответственно предопределяет возрастание градиентов пластового давления в средне- и верхнемиоценовых горизонтах.

Средний и нижний сармат характеризуются показателями от 1,47 до 1,60, а караган и чокрак – от 2,00 до 2,05. Следует отметить, что понятие порового давления отражает степень пластичности (устойчивости) глин, а так как прямых инструментальных методов замеров порового давления не существует [3], определение этого параметра носит косвенный характер и не является математически точным.

Ранее в работах [2, 3] был проведен анализ условий формирования пластовой энергии в чокракских отложениях северного борта Западно-Кубанского прогиба, по результатам которого было установлено, что развитие аномально высоких пластовых давлений (АВПД) обусловлено замкнутым линзовидным характером коллекторов ограниченных флюидонепроницаемой толщей, а также нисходящими тектоническими движениями на современном этапе тектонического развития территории. Все вышеизложенное, а также отсутствие зон разгрузки в совокупности с увеличивающимся геостатическим давлением вышележащих осадочных толщ, приводит к развитию АВПД, которые в 2,03-2,05 раза превышают гидростатические.

Следует обратить внимание на литолого-фациальную изменчивость горизонтов в пределах конкретных площадей. Так, в разрезе чокрака по номенклатуре Прибрежного месторождения выделяется до одиннадцати песчаных пачек, которые не всегда коррелируются между собой, а также в разрезах между соседними промышленными участками. Промышленные залежи выявлены в восьми верхних пачках, при этом большая часть из них приурочена к VII и VIII пачкам, то есть к нижней части зоны развития проницаемых разностей чокракских отложений.

Резкая гидравлическая дифференцированность по разрезу обуславливает повышение требований к выбору конструкции скважин. Большой объем геолого-промысловой информации, накопленный в процессе разработки месторождений на северном борту Западно-Кубанского прогиба, способствовал выработке оптимальных конструкторских решений, позволяющих осуществлять безаварийную проводку вертикальных и наклонно-направленных скважин.

Наиболее типичные геологические проблемы, возникающие при бурении на рассматриваемой территории и меры по их предупреждению, были рассмотрены в работе [1].

Направление устанавливается на глубине 30 м для обеспечения циркуляции бурового раствора по желобной системе при бурении под кондуктор. В свою очередь, кондуктор устанавливается на глубину 900-1050 м с целью перекрытия горизонтов, насыщения пресной водой и верхних неустойчивых отложений антропогена, кузальника, киммерия, а также для установки противовыбросного оборудования.

При вертикальном бурении первая техническая колонна спускается ниже кровли карагана с целью отделения отложений понта, меотиса и сармата от нижележащих отложений, в которых наблюдается развитие АВПД, и цементируется до устья.

Эксплуатационная колонна опускается на глубину проектных забоев для разобщения продуктивных горизонтов, их опробования и эксплуатации.

В связи с широким распространением лиманов и болот, в рассматриваемом регионе широко применяется бурение наклонно-направленных скважин, конструкции которых имеют некоторые отличия.

В том случае, если выбирается S-образный профиль ствола, первая промежуточная колонна спускается в подошву верхнего сармата.

Для разобщения глинистых отложений среднего, нижнего сармата и карагана от продуктивных чокракских отложений, устанавливается потайная колонна диаметром 194 мм.

Если же выбирается тангенциальный профиль, то первая техническая колонна спускается в среднюю часть среднего сармата, а вторая техническая – ниже кровли карагана.

Сложные поверхностные условия замедляют вовлечение залежей углеводородов в чокракских отложениях западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба в промышленное освоение. В целях упреждения этого, широкое распространение получил метод опережающего ввода выявленных залежей в эксплуатацию до полного завершения разведочного этапа, с использованием продуктивных поисковых и разведочных скважин в качестве эксплуатационных.

В период, когда залежи еще не вовлечены в промышленную разработку, весь чокракский комплекс характеризуется близкими флюидодинамическими параметрами, с градиентами пластового давления для всех пачек 2,03, а порового – 2,05. Однако, как только месторождения, находящиеся в стадии доразведки, вводят в эксплуатацию, флюидодинамическая картина претерпевает изменения [4].

Промышленный отбор флюидов из изолированных чокракских коллекторов приводит к быстрому падению пластовых давлений в продуктивных пачках, в результате чего к началу стадии эксплуатационного бурения в верхних водонасыщенных пачках сохраняется первоначальный градиент пластовых давлений, а в нижележащих продуктивных – происходит его снижение. Это делает невозможным совместное разбуривание всего чокракского разреза одним стволом [5] и обуславливает необходимость раздельного вскрытия верхних водонасыщенных и нижней целевой продуктивной пачек.

Способ разобщения пачек будет зависеть от конструкции и профиля ствола скважин.

Выводы, сделанные по результатам работы, свидетельствуют о том, что, несмотря на сложность геологических условий, соблюдение проектных решений, заложенных в регламентирующих документах, в совокупности со своевременной корректировкой последних на стадии эксплуатационного бурения, позволяет эффективно осуществлять безаварийную проводку скважин на чокракские отложения в пределах северного борта Западно-Кубанского прогиба.

Литература

1. Григорьев М.А. Геологические условия проводки скважин, бурящихся на чокракские отложения в пределах северного борта Западно-Кубанского прогиба // Геология, география и глобальная энергия: научно-технический журнал. – Астрахань: Изд-во «Астраханский университет», 2011. – № 3 (43). – С. 44 – 47.
2. Григорьев М.А., Ширяева И.В. Условия формирования пластовой энергии в чокракских отложениях западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: материалы II Всероссийской научно-технической конференции Академии наук ЧР. – Грозный: Изд-во КНИИ РАН, 2012. – С. 302 – 307.
3. Григорьев М.А., Ширяева И.В. Флюидодинамические условия и фазовое состояние залежей УВ в чокракских отложениях западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС): научно-образовательный и прикладной журнал. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2012. – № 4. – С. 56 – 62.
4. Григорьев М.А., Ширяева И.В., Григорьев А.М. Количественная оценка и геологические факторы флюидодинамической напряженности глубоководных резервуаров // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС): научно-образовательный и прикладной журнал. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2013. – №4. – Т.1. – С. 47 – 53.
5. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 299 с.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

А.А. Гринько, Е.В. Панова, А.С. Рубан, С.С. Новиков

Научные руководители профессор И.В. Гончаров, профессор Н.Е. Шахова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Происходящие в настоящее время климатические изменения наиболее интенсивно проявляются в Арктике. Распространенные здесь многолетнемерзлые породы представляют собой огромный резервуар законсервированного реликтового органического вещества (ОВ). В последнее время возрастающий интерес вызывает подводная мерзлота, пул ОВ в которой значительно превосходит пул ОВ в наземной мерзлоте [5]. Разрушение берегового ледового комплекса сопровождается вовлечением ОВ в современный биогеохимический цикл и играет важную роль в экспорте наземного ОВ в моря Восточной Арктики (МВА) [2, 10]. Продукты деградации этого ОВ, наряду с продуктами деградации морского и речного ОВ, дают основной вклад в эмиссию CO₂ [2]. Основным источником метана в МВА являются донные осадки, причем скорости эмиссии метана (CH₄) определяются степенью деградации подводной мерзлоты и вовлечением глубинных источников ОВ, включая гидраты и свободный газ [6, 7]. Информацию о природе ОВ можно получить только на основе его молекулярного состава. Однако вопрос этот применительно к донным отложениям моря Лаптевых до сих пор остается малоизученным. Проведенный анализ компонентного состава позволяет идентифицировать комплекс биомаркеров – сложных молекулярных «отпечатков пальцев» исходного органического вещества.

Данная работа направлена на выявление специфических биомаркеров ОВ в районах МВА, характеризующихся массивным выбросом метана и подтвержденных влиянию береговой эрозии, и за их пределами – фоновые районы. Пробы современных донных осадков, положенных в основу данных исследований, были отобраны в северной части моря Лаптевых в рамках морской научно-исследовательской экспедиции в 2011 г. (научно-исследовательское судно «Академик М.А. Лаврентьев»). В образцах донных осадков определяли содержание общего органического углерода и содержание легколетучих органических соединений на пиролизаторе «Rock-Eval 6 Turbo» фирмы VINCI Technologies. Экстрагирование проводили хлороформом в аппарате Сокслета в течение 12 ч. Полученные экстракты исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на приборе SCIION 436 GC TQ фирмы «Bruker». Идентификация компонентов осуществлялась по масс-спектрометрическим библиотекам NIST 14, а также по детальному изучению масс-спектра осколочных и молекулярных ионов с использованием справочной литературы по масс-спектрометрии [3]. Относительные концентрации компонентов определяли методом внутренней нормализации.

По геохимическому составу поверхностные пробы характеризуются в целом невысокими содержаниями ТОС (total organic carbon), превышавшими 1% лишь в 2 образцах.

Основную долю в экстрактах составляют насыщенные алканы. Кроме них обнаружены сера, кислоты, ненасыщенные и ароматические соединения

Максимальное содержание серы наблюдается в западной части полигона, где значения меняются в диапазоне 24,5-38,8 % отн. Повышенные значения указывают на формирование осадков в более восстановительной обстановке седиментогенеза [3]. Восточная часть территории характеризуется относительно низкими значениями серы.

Также стоит отметить, что среднее отношение Pr/Ph для западной области ниже, чем для восточной (2,41 против 2,91).

Сквален является промежуточным изопреноидным соединением в биосинтезе стероидов из уксусной кислоты, характерным для всех форм жизни [3]. Повышенное его содержание (до 30,69) также характерно в большей степени для западной части. Восточная часть отмечается либо минимальными значениями (0-10,68), либо полным отсутствием в пробах.

В ароматической фракции УВ обнаружены бифенил, фенантрен и пирен, не являющиеся типичными продуктами донных отложений. С другой стороны, совсем не обязательно они должны быть продуктами техногенного загрязнения. Они вполне могут иметь природный генезис.

Следует отметить, что повышенные концентрации указанных полициклических ароматических углеводородов отмечаются в восточной части исследуемого региона.

Также была проведена оценка доли «нефтяных» углеводородов в общем количестве. Она определялась как отношение суммы площадей пиков n-алканов по четной огибающей к сумме площадей высокомолекулярных нечетных n-алканов – маркеров высшей наземной растительности (A/B) [3]. В распределении не прослеживается четкой приуроченности, однако повышенные концентрации также можно отметить преимущественно в восточной части территории.

Особый интерес представляет 22(29)-Гопен ($C_{30}H_{50}$) или A'-Неогамацер-22(29)-ен, идентифицированный с вероятностью более 80%. Гаммацерен представляет собой ненасыщенный терпеноид, образование которого происходит только в сверхсолёной, часто эвапоритовой обстановке осадконакопления [8]. Такие обстановки в этом регионе существовали в кембрии и девоне [1]. Повышенные концентрации данной молекулярной характеристики в целом соотносятся с областью распространения «газовых факелов» – с очевидным преобладанием в западной части.

Таким образом, распределение молекулярного состава донных отложений позволяет отметить некоторые характерные геохимические особенности в западной и восточной частях исследуемого района. Повышенные концентрации полициклических ароматических соединений фиксируются преимущественно в восточной части, то же можно сказать и о доле «нефтяных» (A/B) углеводородов. Наиболее вероятной причиной их появления является размыв пород, слагающих береговую линию континента и близко расположенных островов. Там часто наблюдаются выходы древних пород с многочисленными следами нефтенасыщения. Западная область характеризуется в большей степени восстановительной обстановкой по сравнению с восточной, на что указывает относительно более высокие концентрации серы, сквалена и гаммацерена. Следует также отметить приуроченность повышенных содержаний гаммацерена к зонам «газовых факелов» – полей интенсивных выбросов метана (рис.) [4].

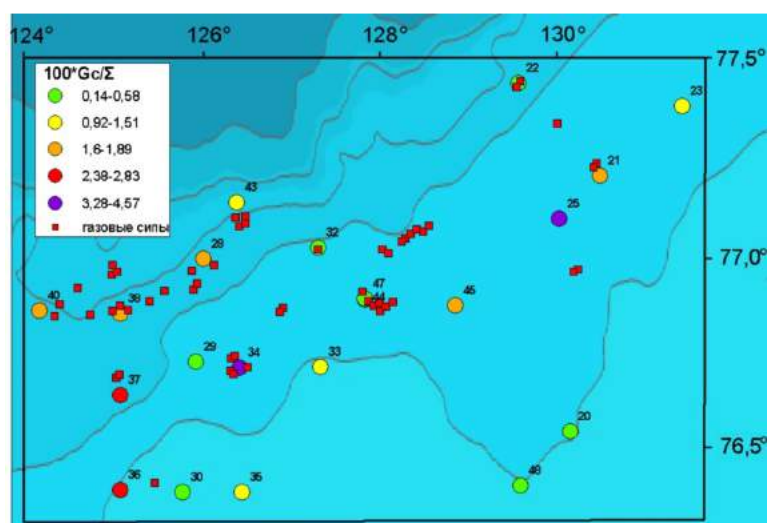


Рис. Схема распределения относительного содержания гаммацерена в соответствии с расположением «газовых сипов» [4]

Присутствие гаммацерена в донных отложениях, может быть объяснено восходящей миграцией рассолов из глубоководных горизонтов, что, предположительно, обусловлено возможным присутствием таликов в толще подводной мерзлоты и наличием в придонном слое зон с высокой минерализацией. В таких зонах могло идти восстановление тетраиманола – пентациклического спирта, заменяющего стероиды в мембранах фототрофных Protozoa [9]. Наличие таких зон, насколько нам известно, до сих пор не доказано. Поэтому для доказательства данной гипотезы требуются дополнительные исследования, которые запланированы на 2016-2017 гг.

Литература

1. Каширцев В.А. Геология и органическая геохимия осадочных бассейнов Восточной Сибири: Избранные труды // ИНГГ СО РАН – Новосибирск, 2015. – 251 с.
2. Семилетов И.П. Разрушение мерзлых пород побережья как важный фактор биогеохимии шельфовых вод Арктики // Докл. РАН, 1999. – Т. 368. – № 5. – С. 679 – 682.
3. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J. M. The Biomarker Guide. – Cambridge University Press, Cambridge, 2005. – 1132 p.

4. Shakhova N. Ebullition The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice / N. Shakhova, I. Semiletov, V. Sergienko et al. // Philosophical transactions of the Royal Society A, 2015. – Vol 373. – Issue 2052.
5. Shakhova N. Geochemical and geophysical evidence of methane release over the East Siberian Arctic Shelf / N. Shakhova, I. Semiletov, L. Leifer et al. // J. Geophys. Res., 2010. – P. 115 (C08007).
6. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., Gustafsson O. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf. – Science, 2010. – P. 1246 – 1250.
7. Shakhova N. Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf / N. Shakhova, I. Semiletov, I. Leifer et al. // Nat. Geosci, 2014. – № 7. – P. 64 – 70.
8. Sinninghe Damste J. S. Evidence for gammacerane as an indicator of water column stratification / J.S. Sinninghe Damste, F. Kenig, M. Koopmans et al. // Geochem. Cosmochim. – Acta, 1995. – Vol. 59. – No 9. – P. 1895 – 1900.
9. Ten Haven H.L. Tetrahymanol, the most likely precursor of gammacerane, occurs ubiquitously in marine sediments / H.L. Ten Haven, M. Rohmer et al. // Geochem. Cosmochim. – Acta., 1989. – Vol. 53. – No 11. – P. 3073 – 3079.
10. Vonk J.E. Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia / J.E. Vonk, L. Sanchez-Garcia, B.E. van Dongen et al. // Nature, 2012. – Vol. 489. – 137 – 140.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗДНЕБАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ГОРИЗОНТ Ю₃) В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ И ПУДИНСКОГО МЕГАВАЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Гущина, Н.М. Недоливко

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В нефтегазогеологическом отношении территория исследования находится на юго-востоке Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская область) и включает ряд месторождений Казанского и Пудинского нефтегазоносных районов: Урманское, Арчинское, Смоляное, Кулгинское, Широтное, Герасимовское, Калиновое, Нижнетабаганское, Южно-Табаганское и другие (рис. 1). В тектоническом плане территория располагается на юго-востоке Нюрольского осадочного мегабассейна в зоне сочленения Нюрольской мегавпадины и Пудинского мегавала. При испытании из пластов-коллекторов пласта Ю₃ (поздний бат) получена нефть, газ и конденсат (Нижнетабаганская, скв. 2, 6, 7, 9, 10, 16, 18, 23; Останинская, скв. 420, 421; Кулгинская, скв. 140, 141; Калиновая, скв. 6; Казанская, скв. 1). Позднебацские отложения в пределах юго-восточной части Нюрольского осадочного бассейна (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция) формировались на заключительной стадии крупного раннесреднеюрского этапа континентально седиментогенеза. Изучение их имеет большой научный и практический интерес, как с точки зрения формирования осадочных отложений в условиях снижения тектонической активности и пенеппенизации рельефа, так и в связи со сложностью прогнозирования пространственной локализации коллекторов континентального генезиса. Проведенные авторами литолого-фациальные исследования основаны на детальном послойном описании керна [2].

Путем сопоставления результатов гранулометрического анализа пород и данных геофизических исследований скважин (кривой самопроизвольной поляризации ПС стандартного каротажа) устанавливалось соответствие значений относительных амплитуд кривой ПС с породами разного состава. Так, значения $\alpha_{ПС} = 1,0-0,8$ характерны для песчаников крупно-среднезернистых и среднезернистых; $\alpha_{ПС} = 0,8-0,6$ – песчаников мелко-среднезернистых и средне-мелкозернистых; $\alpha_{ПС} = 0,6-0,4$ – алеврито-песчаных и песчано-алевритовых в различной степени глинистых пород; $\alpha_{ПС} = 0,4-0,2$ – алевролитов и глинисто-алевритовых пород; $\alpha_{ПС} = 0,2-0$ – алевритоглинистых и глинистых пород. По В.С. Муромцеву [1], они формировались соответственно в средах с очень высокой, высокой, средней, низкой и очень низкой гидродинамической активностью. По каротажу рассчитывались песчанистость разреза, т.е. отношение объема песчаников к общему объему пород, слагающих разрез (%) и кластичность, т.е. отношение толщины крупно-среднезернистых песчаников к толщине песчаников (%).

Горизонт Ю₃ выделен в составе верхнетюменской подсвиты позднего бата ($J_2bt_3tm_3$), подстилается и венчается угольными пластами ($У_4$ и $У_5$ соответственно) [3]. Разрез горизонта Ю₃ сложен чередованием песчаников, алевролитов, глинистых, углисто-глинистых пород и углей, и представляет благоприятное сочетание проницаемых пород и флюидоупоров, образующих ловушки литологического типа. Исходя из особенностей и последовательности осадконакопления в его составе выделено 4 локальных циклитов: Ю₃⁴, Ю₃³, Ю₃², Ю₃¹. За циклит принималась породно-слоевая ассоциация, главное свойство которой – связь элементов во времени и пространстве. Каждый из циклитов, как правило, в подошве содержит песчано-алевритовые отложения, в кровле – глинисто-углистые породы и угли $У_3^a$, $У_3^b$, $У_3^c$, $У_3^d$.

Установлено, что исходя из особенностей строения разрезов и генетических признаков, заключенных в керне скважин [2, 4] в строении горизонта Ю₃ принимают участие отложения русловых, пойменных, старичных, озерных и болотных фаций. Литолого-фациальные карты циклитов приведены на рисунке.

К отложениям *русловых фаций* отнесены песчанники крупно-среднезернистые, среднезернистые и средне-мелкозернистые с прослоями галечников, гравелитов и внутрiformационной галькой (глин, сидеритовых пород, угля, алевролитов, фрагментов древесины), несогласно залегающие на подстилающих породах и имеющие постепенные контакты с перекрывающимися отложениями. Строение разреза закономерное, часто ритмичное с неоднократным повторением ритмов, представленных в основании грубым материалом (базальными и внутрiformационными конгломератами с размытыми и окатанными обломками местных осадочных пород), в средней части крупно- и среднезернистыми, в кровле – мелкозернистыми песчаниками.

Породы слоистые с косой однонаправленной (диагональной) прямолинейной иногда сходящейся слоистостью: в основании крупной и круто-наклонной (часто по керну устанавливается только по одинаковой ориентировке галек), вверх по разрезу более мелкой и более пологой, часто с чередованием косых и горизонтальных серий слоев. Окатанность обломков хорошая и средняя; отсортированность от хорошей до средней.

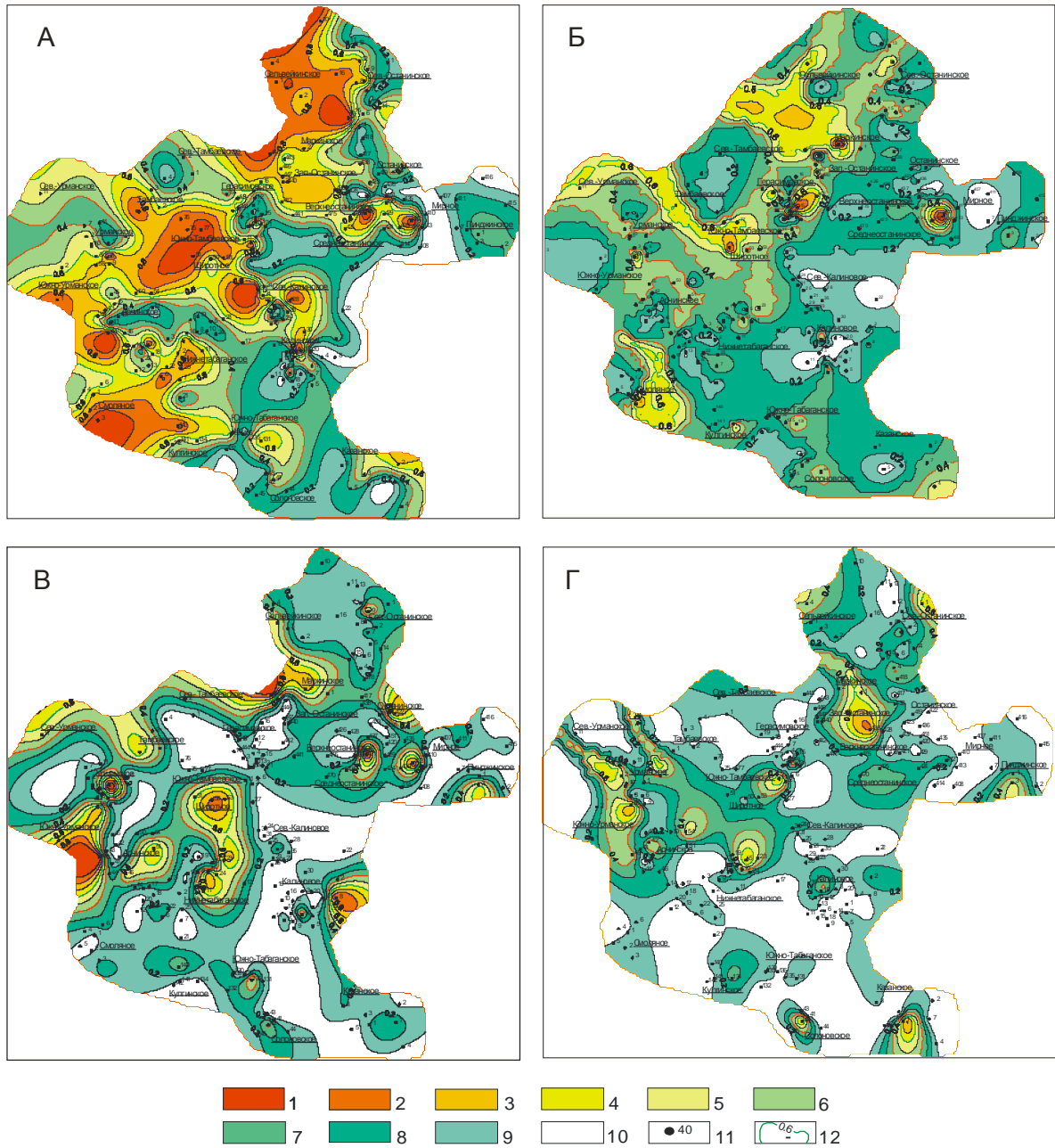


Рис. Литолого-фациальные карты циклитов: А – Ю₃⁴; Б – Ю₃³; В – Ю₃²; Г – Ю₃¹:

1 – песчаники крупно-среднезернистые стрекневых частей русел крупных равнинных рек, $a_{\text{ПС}} = 0,9-1,0$; 2 – песчаники среднезернистые русел равнинных рек, $a_{\text{ПС}} = 0,8-0,9$; 3 – песчаники мелко-среднезернистые русел меандрирующих равнинных рек, $a_{\text{ПС}} = 0,7-0,8$; 4 – песчаники мелкозернистые русел меандрирующих равнинных рек, $a_{\text{ПС}} = 0,6-0,7$; 5 – алеврито-песчаные отложения береговых валов, $a_{\text{ПС}} = 0,5-0,6$; 6 – песчано-алевритовые отложения песков разливов внешней поймы, $a_{\text{ПС}} = 0,4-0,5$; 7 – алевриты внешней поймы, $a_{\text{ПС}} = 0,3-0,4$; 8 – глинистые алевриты внутренней поймы, $a_{\text{ПС}} = 0,2-0,3$; 9 – алевритоглинистые породы внутренней поймы, $a_{\text{ПС}} = 0,1-0,2$; 10 – глины внутренней поймы, озер и болот, $a_{\text{ПС}} = 0,0-0,1$; 11 – линии равных значений $a_{\text{ПС}}$; 12 – скважина и ее номер

К осадкам пойменных фаций отнесены алевритовые и глинистые породы с прослоями мелкозернистых глинистых песчаников с очень плохой отсортированностью и почв. Разрезы пойменных отложений имеют слоистое строение со средне-тонкой перемежаемостью (от первых сантиметров до их первых десятков).

Слоистость сплошная (с резкими и четкими границами слоев) и прерывистая косо- и пологоволнистая, волнисто-линзовидная, веерообразная, горизонтальная; в песчаниках слоистость может быть косою мелкой и очень мелкой. В керне отмечаются следы размыва и заполненные песком трещины усыхания, обильный растительный детрит, крупные растительные остатки, корневые системы, прослой и линзы угля. В породах отмечается наличие тонко рассеянного послойно распределенного сидерита, мелких сидеритовых желваков и конкреционных стяжений.

К отложениям *старичных фаций* отнесены алевропелитовые осадки и тонкое переслаивание алевролитов и глин, содержащих прослой и линзы углистых и сидеритизированных глин, угля, реже мелкозернистых глинистых песчаников. С подстилающими русловыми отложениями они имеют резкий с размывом контакт, с перекрывающими пойменными осадками – постепенный. Строение разреза слоистое; слоистость мелкая и тонкая с мощностью слоев от первых миллиметров до первых десятков сантиметров, границы слоев четкие, реже постепенные и резкие, слоистость от косою пологой, разнонаправленной и клиновидной (в основании) до косоволнистой, пологоволнистой и горизонтальной (в кровле); часто мелкосерийная. Для пород характерна насыщенность растительной органикой в виде детрита, крупных (в основании) и мелких (в кровле) растительных остатков, фрагментов корневых систем.

К отложениям *озерных фаций* отнесены преимущественно глинистые, иногда мергелистые и алевритовые осадки с правильной ясной, нередко тонкой горизонтальной (ленточной), пологоволнистой и волнисто-линзовидной, иногда косою (прибрежные условия) слоичатостью. Она часто нарушена оползанием, взмучиванием, следами жизнедеятельности пресноводных организмов. В керне присутствуют послойно захороненные хорошо сохранившиеся остатки флоры (листья, муговки, фрагменты стеблей, коры) и корневых систем, отмечаются прослой и конкреции сидерита, насыщенность тонко распыленным обугленным растительным материалом, линзы и прослой угля.

Отложения *болотных фаций* в керне скважин представлены глинистыми горизонтально-слоистыми и комковатыми породами и углями в ассоциации с сидерит-глинистыми, сидеритовыми и углисто-глинистыми породами. Последние имеют темно-серые и черные окраски из-за повышенного содержания тонко рассеянного углефицированного органического вещества, содержат обильные корневые остатки и послойные скопления обугленной флоры. В углях отмечается каолинитовая и пиритовая минерализация.

Циклит Ю₃⁴ характеризуется широким распространением русловых осадков тяготеющих к западной части территории и трассирующихся в виде трех полос северо-западного простирания, в пределах которых отмечаются разрезы с высокой степенью песчаности (до 91,3–96,2 %) и кластичности (до 94 %). Они сложены крупно-средне- и среднезернистыми (в стрежневой части русла), мелко-средне- и средне-мелкозернистыми песчаниками толщиной до 9–26,8 м, сформированными в очень активной и активной гидродинамической среде. Повсеместно (особенно тяготея к восточной части территории) русловые осадки обрамляются пойменными песчано-алевритоглинистыми (внешние участки пойм, примыкающие к руслу) и алевритоглинистыми, а на крайнем востоке – и глинистыми (внутренние участки пойм) отложениями толщиной более 2,4 м.

Циклит Ю₃³ характеризуется унаследованным характером развития русловых (тяготеют к западной части территории и трассируются в виде полос северо-западного простирания), пойменных (распространены восточнее) и болотных (на востоке) отложений. Но отличительной его особенностью является значительное сокращение площадей русловых осадков, появление старичных (район Арчинской, Урманской, Солоновской и других площадей) и широкое развитие пойменных, болотных и озерных (район Северо-Калиновой, Калиновой, Казанской и Мирной площадей) отложений. Зернистость песчаников снижается, преимущественное развитие получили мелкозернистые, реже мелко-среднезернистые разности; среднезернистые и крупно-среднезернистые встречаются лишь периодически. Песчаность в разрезах с русловыми отложениями снижается до 85 %, кластичность – до 57–76 %.

Циклит Ю₃² отличается незначительным пространственным смещением и еще большим сокращением областей развития русловых отложений при преобладающем распространении пород, сформированных в пойменно-болотных и озерных условиях. Русловые осадки (толщиной до 15,6 м) представлены преимущественно мелко-среднезернистыми и мелкозернистыми песчаниками с подчиненным количеством крупно-среднезернистых и среднезернистых разностей. Коэффициент песчаности 60–79 %, кластичности – 52 %, в единичном случае достигая 74 % (Арчинская площадь).

Циклит Ю₃¹ отличается широким развитием алевролитов, алевритоглинистых и глинистых пород, которые резко преобладают как в разрезах, так и на территории, занимая обширные пространства и сливаясь в единое поле. Песчаные породы распространяются унаследованно узкими полосами или разрозненными участками на территории старых русел. Мощность песчаных тел сокращается до 10,4 м, по большей части измеряется 5–6 м. В составе песчаников отмечаются преимущественно средне-мелко- и мелкозернистые разности при незначительном количестве среднезернистых. Песчаность редко достигает 54–62 %, в основном измеряясь невысокими значениями, ограниченными 10–30 %. В фациальном отношении породы сформированы в руслах сильно меандрирующих рек равнинного типа, старицах, озерах, поймах и болотах.

Таким образом, формирование отложений регионального циклита Ю₃ осуществлялось в пределах обширной аккумулятивно-денудационной равнины на фоне усиления с течением времени пенепленизации рельефа, старения речных систем и снижающегося объема поступления обломочного материала. Заложение речных систем осуществлялось преимущественно по меандровому типу с формированием извилистых, пространственно перемещающихся русел, старичных озер и обширных пойменно-болотных отложений. Общий наклон территории на запад и северо-запад (от Пудинского мегавала к Нюрольской мегавпадине) предопределил заложение речных систем преимущественно западного и северо-западного стока, что и обусловило

приуроченность песчаников к западным, а алевроглинистых и глинистых пород – к восточным частям территории.

Литература

1. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
2. Недолилко Н.М. Литогенетические типы русловых фаций юры зоны сочленения Пудинского мегавала и Нюрольской впадины // Известия ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – Т. 305. – Вып. 8. – С. 48 – 58.
3. Ezhova A.V., Ostankov A.V., Panova E.V., Abramova R.N. Stratigraphy and correlation of Lower-Middle Jurassic sediments in SE West-Siberian petroleum-bearing province // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2015. – Vol. 24. – Article № 012014. – 8 p.
4. Ten T.G., Panova E.V., Abramova R.N. Litho-facies and paleotectonic background of hydrocarbon reservoirs in North Kalinov gas-condensate field (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Problems of Geology and Subsurface Development, 2015. – Vol. 27. – Article № 012018. – 6 p.

К ОБОСНОВАНИЮ ТИПОВ КЕРОГЕНА ДЛЯ НЕФТЕПРОИЗВОДЯЩИХ СВИТ ГЫДАНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Дешин

Научный руководитель доцент Л.М. Бурштейн

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
г. Новосибирск, Россия*

Изучением геохимии органического вещества северо-восточных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции занимались Болдушевская Л.Н., Ким Н.С., Конторович А.Э., Ларичев А.И., Меленевский В.Н., Родченко А.П., Рязанова Т.А., Филипцов Ю.А. и др. Последние результаты геохимических исследований органического вещества и нафтидов этой зоны представлены в работах Ким и Родченко [1, 3].

Одним из современных методов исследования нефтегазовых систем является бассейновое (историко-генетическое) моделирование. Ранее бассейновые модели для северных районов Западной Сибири строились и исследовались в работах многих ученых [6, 2, 4]. При исследованиях такого рода существенной является информация о свойствах нефтегазопроизводящих комплексов, такая как современное и начальное содержание органического углерода ($C_{орг}$), генерационный потенциал и тип органического вещества. Для выполнения моделирования также необходимы данные о стратиграфических разбивках, абсолютном возрасте выделенных горизонтов и их литологическом составе.

Нефтегазопроизводящими породами в Западной Сибири являются преимущественно глины и аргиллиты юры и мела. Основным нефтегазопроизводящим комплексом считается баженовская свита, которая на территории исследования представлена стратиграфическим аналогом – гольчихинской свитой. Отложения баженовского горизонта в этой области обладают пониженным генерационным потенциалом, по сравнению с классическими разрезами баженовской свиты, распространенными в центральной и южной частях Западно-Сибирского мегабассейна.

Также в разрезе, как потенциально нефтегазопроизводящие, разные исследователи (Ким Н.С., Конторович А.Э., Сафронов П.И., Фомин А.Н. и др.) выделяют углистые, углисто-глинистые и глинистые прослои различных свит юрского и мелового возраста: надояхской – нижней юры, малышевской, леонтьевской, вымской и лайдинской – средней юры. Потенциально нефтегазоматеринскими толщами могут быть обогащенные органическим веществом интервалы ахской и таноппинской свит мелового возраста.

По данным ИНГГ СО РАН, содержание $C_{орг}$ в меловых отложениях изменяется в пределах 0,10-10,27 %, а в юрских соответственно 0,6-11,22 %. Водородный индекс (НИ) для меловых отложений варьирует в пределах 30-320 мг УВ/г $C_{орг}$, а в юрских – 30-330 мг УВ/г $C_{орг}$. При моделировании для всех нефтегазопроизводящих свит были приняты следующие фиксированные начальные значения $C_{орг}$ и водородного индекса (табл.).

Таблица

Начальные значения $C_{орг}$ и НИ используемые при построении модели

Возраст, свита	$C_{орг0}$, % на породу	НИ ₀ , мг УВ/г $C_{орг}$
K ₁ , таноппинская	4,6	170
K ₁ , ахская	1,2	280
K ₁ -J ₂ , гольчихинская	1,6	350
J ₂ , малышевская	2,6	330
J ₂ , леонтьевская	1,9	230
J ₂ , вымская	3,8	290
J ₁ , надояхская	1,9	180

На основании данных пиролиза (рис.), биомаркерного анализа и анализа изотопного состава углерода [1] было установлено, что тип органического вещества нефтегазопроизводящих свит на исследуемой территории

является смешанным, с преобладанием аквагенных либо террагенных примесей в своем составе (исследования проводились в западной части Енисей-Хатангского прогиба). При моделировании были использованы стандартные кинетические спектры керогенов из нефтегазопроизводящих толщ других бассейнов мира, с уточненными значениями исходного генерационного потенциала на основе результатов калибровки по одномерным моделям.

В качестве базовых типов керогенов были приняты условный кинетический тип А, соответствующий смешанному типу керогена, с преобладанием террагенной составляющей (кинетические характеристики соответствуют типу III, по Беар [5], начальный водородный индекс повышен) и тип Б, смешанный тип, с преобладанием аквагенной составляющей (кинетические характеристики соответствуют типу II, по Беар [5], начальный водородный индекс относительно понижен).

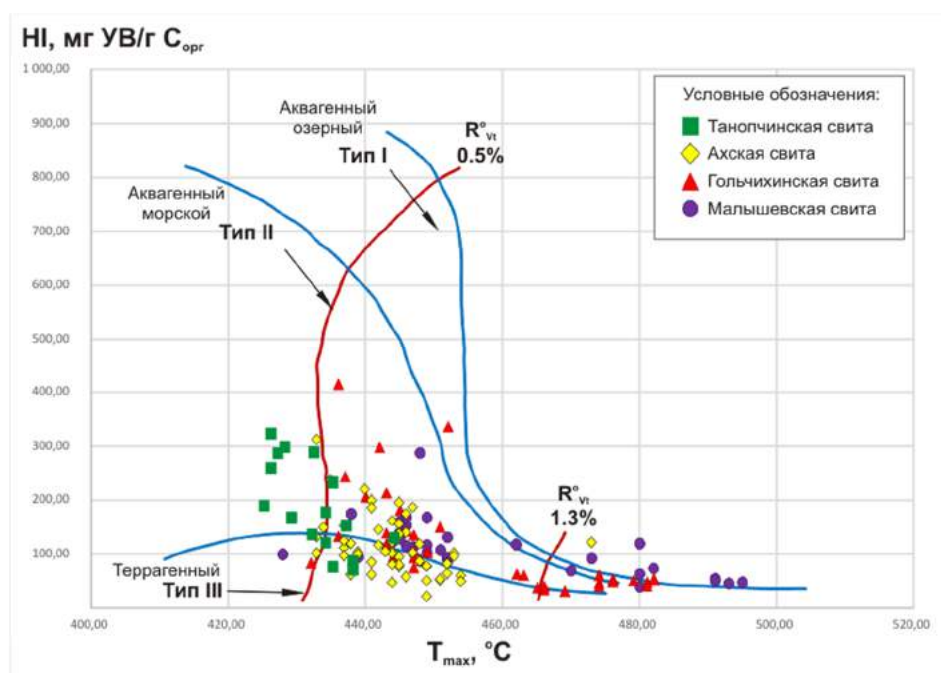


Рис. Диаграмма зависимости HI от температуры максимальной скорости выделения УВ (T_{max}) для всех потенциально нефтегазопроизводящих комплексов на территории исследования (данные ИНГГ)

На основе литературных данных [1, 3] и по результатам одномерного моделирования для танопчинской свиты был использован тип керогена А. Кероген танопчинской свиты является смешанным с заметным вкладом террагенного типа. На части площадей органическое вещество танопчинской свиты вошло в главную зону нефтеобразования.

Для ахской свиты, был использован тип керогена Б. Кероген смешанный, соотношение аквагенного и террагенного органического вещества практически равно. При этом стоит отметить, что органическое вещество ахской свиты находится преимущественно в главной зоне нефтеобразования.

Верхняя часть гольчихинской свиты – аналог баженовской свиты, главной материнской свиты Западной Сибири, обладает сравнительно высоким потенциалом и находится в главной зоне нефтеобразования, хоть и на разных её стадиях. Кероген преимущественно аквагенного происхождения, тип Б, но с примесью террагенного органического вещества.

Малышевская свита, залегающая под гольчихинской свитой, частично находится в главной зоне нефтеобразования, но некоторая часть образцов отобрана за пределами главной зоны нефтеобразования. Существенная часть керогена малышевской свиты является аквагенной (тип Б), но также присутствует примесь органического вещества террагенного генезиса [3].

Органическое вещество вымской свиты представлено смешанным органическим веществом (тип Б), существенная часть которого является террагенной. Кероген леонтьевской свиты обладает меньшим потенциалом, чем органическое вещество вымской свиты, органическое вещество леонтьевской свиты преимущественно террагенного генезиса. Органическое вещество вымской и леонтьевской свит находится в главной зоне нефтеобразования.

Органическое вещество надояхской свиты находится в самом начале или еще не вошло в главную зону нефтеобразования, кероген надояхской свиты является существенно террагенным.

Таким образом, для всех потенциально нефтегазопроизводящих свит были обоснованы кинетические типы керогена и соответствующие начальные водородные индексы. Результаты исследования позволили восстановить историю генерации жидких и газообразных углеводородов, а также выделить очаги генерации на территории Гыданской нефтегазоносной области и смежных территориях.

Литература

1. Ким Н.С., Конторович А.Э., Фомин А.Н., Меленевский В.Н. Геохимические критерии оценки перспектив нефтегазоносности ниже-среднеюрских отложений северной части Западно-Сибирского осадочного бассейна // Современное состояние наук о Земле: Материалы междунар. конференции памяти В.Е. Хаина (Москва, 1-4 февраля 2011 г.). – М.: Изд-во ГФ МГУ, 2011. – С. 854 – 858.
2. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря / А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, Н.А. Малышев, П.И. Сафронов и др. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1179 – 1226.
3. 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.
4. Моделирование процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в юрских и меловых комплексах Енисей-Хатангского бассейна / П.И. Сафронов, С.В. Ершов, Н.С. Ким, А.Н. Фомин // Геология нефти и газа, 2011. – № 5. – С. 48 – 55.
5. Behar, F., Vandenbroucke, M., Tang, Y., Marquis, F. and Espitalie, J. Thermal cracking of kerogen in open and closed systems: determination of kinetic parameters and stoichiometric coefficients for oil and gas generation // Org. Geochem, 1997. – 26(5/6). – P. 321 – 339.
6. Fjellanger E., Kontorovich A.E., Barboza S.A., Burshtein L.M., Hardy M.J., Livshits V.R. Charging the giant gas fields of the NW Siberia basin // Petroleum Geology: From Mature Basins to New Frontiers-Proceedings of the 7th Petroleum Geology Conference. Geological Society, London, Petroleum Geology Conference series, 2010. – Vol. 7. – С. 659 – 668.

**ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД СКВАЖИНЫ 191 ИНГИНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЛЕНИНСКОЙ ГРУППЫ**

О.А. Джабиев

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Красноленинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Российской Федерации в западной части Ханты-Мансийского Автономного округа Тюменской области. Центр нефтедобычи расположен в г. Нягань. В Красноленинскую группу месторождений входит несколько месторождений: Каменное, Талинское, Ем-Ёговское, Северо-Каменное, Пальяновское, Ингинское, Восточно-Ингинское, Поттымско-Ингинское, Елизаровское и Лебяжье. Буровые работы в Красноленинском районе начаты в 1959 г. В 1962 г. открыто первое нефтяное месторождение – Каменное. Вслед за ним были открыты Елизаровское в 1966 г., Ингинское и Поттымско-Ингинское в 1975 г., крупное Талинское в 1975 г., Лебяжье в 1981 г. и Пальяновское в 1982 г.

Нефтеносность Красноленинского месторождения связана с отложениями юрского возраста. Начальные запасы группы оцениваются 1,2 млрд. т. Красноленинская группа месторождений приурочена к одноименному своду, расположенному на юго-западе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основные залежи нефти здесь приурочены к осадочным породам ранне- и среднеюрского возраста. В состав группы входит 21 площадь. В настоящее время в разработке находятся три площади: Талинская, Ем-Еговская и Каменная, на которых сосредоточено 93% запасов нефти месторождения. Нефтеносность месторождения связана с отложениями юрского возраста. Начальные запасы нефти составляют 50 млн. т. Недропользователем является российская нефтяная компания ОАО "Инга".

Целью данной работы является анализ литологической характеристики разреза по скважине 191 Ингинского месторождения путем первичной интерпретации данных ГИС и анализа шлама.

Нефтегазоносность Ингинского месторождения приурочена к отложениям верхней части тюменской, абалакской и викуловской свит. В целом прогнозируемая литологическая характеристика разреза имеет высокую степень корреляции с промыслово-геофизическими данными исследования при бурении скважины.

Запись каротажа была начата с глубины 900 м уватской свиты, представленной песчаниками с маломощными пропластками алевролитов и глин (в интервале 1185-1200 м мощностью 0,3-0,5 м) с невысокими значениями ГК порядка 30-35 API. Породы свиты прослеживаются до глубины примерно 1100-1150 м и по ГИС отчетливо отделяются от нижележащих пород ханты-мансийской свиты высокими значениями гамма каротажа (порядка 70-75 API) и низкими (средними) значениями каротажа удельного электрического сопротивления (0,5-1,5 Ом*м). Свита представлена темно-серыми плотными глинами с небольшими по мощности пропластками песчаников и тонкодисперсными глинами с прослоями алевролитов.

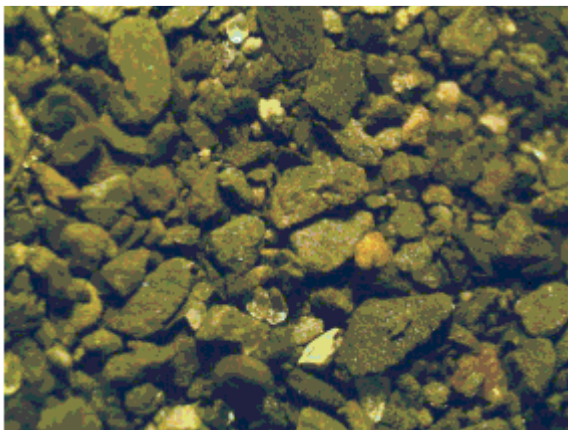
Породы нефтеносной викуловской свиты [3] представлены светло-серыми кварцевыми песчаниками с маломощными прослоями глин. Показания УЭС (удельного электрического сопротивления) имеют средние и высокие значения порядка 150-200 Ом*м. Это можно объяснить прослоями известняков мощностью от 0,5 до 1 м. Ниже по разрезу на глубине 1935-1940 м залегают породы кошайской свиты, представленные черными аргиллитоподобными глинами с пропластками алевролитов [2].

Фроловская свита представлена аргиллитами темно-серыми, тонкоплитчатыми известняками и сидеритовыми породами, плотными глинами (рис. 1). Предположительно, породы свита также являются нефтеносными по аналогии с черными битуминозными аргиллитами тутлеймской (баженовской) свиты, залегающей на глубине 2810 м (рис. 2).

Ниже по разрезу отчетливо можно проследить породы абалакской и тюменской свит, представленные, по некоторым источникам [3], региональными флюидоупорами и генераторами нефти. Абалакская свита подстилает нефтематеринскую баженовскую толщу, и особенности состава слагающих ее пород способствуют миграции флюидов. Данный вопрос в настоящее время широко изучается и обсуждается. Породы абалакской (рис. 3) и тюменской свит (рис. 4) представлены темно-серыми глинами, аргиллитоподобными глинами с пропластками угля (в интервале 4270–4500 м, мощностью до 1-2 м) и залегают на глубинах 2940–3600 м.

Уголь из тюменской свиты черный, матовый, хрупкий. Встречаются включения кальцита молочно-белого цвета и зерен глауконита. По другим источникам [1], абалакская и тюменская свиты являются продуктивным резервуаром. Ниже отложений тюменской свиты на глубине 2400 м залегают кора выветривания, сложенная выветрелыми кислыми эффузивами, туфами, диабазами, известняками и кварцевыми песчаниками.

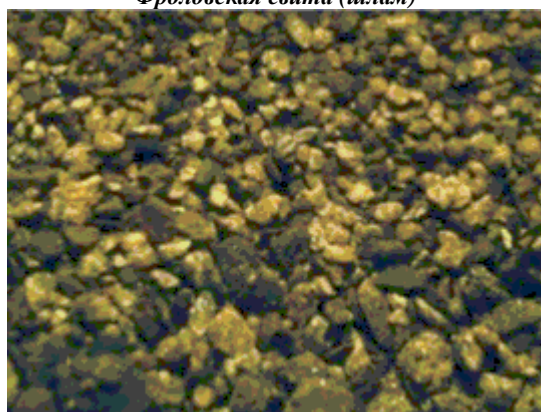
Палеозойский фундамент сложен слюдяными кварцевыми сланцами, глинистыми серицитовыми сланцами, амфиболитами и базальтами.



*Рис. 1. Темно-серые аргиллиты.
Фроловская свита (шлам)*



*Рис. 2. Битуминозные аргиллиты.
Баженовская свита (шлам)*



*Рис. 3. Алевролиты светло-серые.
Абалакская свита (шлам)*



*Рис. 4. Песчаники темно-серые кварцевые,
аргиллиты темно-серые тонкоплитчатые,
уголь черный. Тюменская свита (шлам)*

В ходе выполнения данной работы по данным ГИС и шлама было произведено расчленение разреза и охарактеризован состав пород скважины 191 Ингинского месторождения.

Литература

1. Абросимова О.О., Кулагин С.И. Применение сейсмических инверсий при изучении отложений юрского возраста в пределах восточного склона Красноленинского свода. [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://www.sibngf.ru/technology/publications/131>
2. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.
3. Мулявин К.М. Прогнозирование зон улучшенных коллекторов в отложениях абалакской свиты для оценки перспектив нефтегазоносности Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.12. – СПб., 2004. – 133 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН МЕТОДОМ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ГЛУБИН

А.О. Дмитриева, А.С. Дюндик

Научный руководитель ассистент П.С. Дозморов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Прогнозирование и количественное определение зон аномально высокого пластового давления в процессе бурения необходимо для безаварийной проводки скважин в мощных глинистых глубокозалегающих толщах.

Природа возникновения аномально высокого пластового давления в недрах различна: она может быть обусловлена тектоническими факторами; диагенетическими превращениями минералов с высвобождением воды; недоуплотнением глинистых толщ, когда темп осадконакопления был выше темпа отжатия поровых растворов под действием геостатического (горного) давления и т. д.

В процессе постепенного прогибания дна бассейна осадконакопления часто формируются мощные глинистые толщи, которые в начальной стадии образования имеют высокую пористость (около 60 %). Попадая на большие глубины, эти глинистые породы испытывают геостатическое давление вышележащих слоев. Это приводит к уплотнению глинистых пород, уменьшению их пористости и соответственно проницаемости, в результате чего поровый флюид не успевает вытесняться под действием геостатического давления и, оставаясь в порах, принимает на себя часть геостатической нагрузки. Таким образом, возникает превышение порового давления над нормальным гидростатическим, сопровождающееся сохранением высоких значений пористости глин. Если в глинистой толще имеются линзовидные пропластки коллекторов, то пластовое давление в них приближается к поровому давлению во вмещающих глинах. Определяя поровые давления в глинах, можно прогнозировать величину пластовых давлений в нижележащих толщах.

На основании обобщения большого количества определений пористости и плотности глин для различных регионов страны построены зависимости изменения этих параметров с глубиной для случаев с нормальным поровым давлением и для условий, предполагающих отсутствие эрозии (размыва) верхней части разреза, приводящей к попаданию уплотненных до определенной степени осадков на меньшие глубины [3].

Количественное определение величины порового давления возможно по так называемому методу эквивалентных глубин. Сущность которого заключается в том, что для значения параметра (плотности, пористости и т. д.) на данной глубине H находится эквивалентная глубина $H_э$, т. е. глубина, на которой значение исследуемого параметра (на линии нормального уплотнения) имеет такую же величину, что и на глубине H .

Техника определения аномально высоких пластовых давлений методом эквивалентных глубин заключается в следующем: в процессе бурения отбираются пробы шлама, одним из основных критериев выбора образцов для анализа является максимальная его глинистость.

Главным прибором для конечных расчетов являются торсионные весы, при помощи которых через взвешивание образцов шлама определяется $\rho_{н.п.}$ – плотность естественно-насыщенной породы, а также пористость, с помощью метода эквивалентных глубин оценивается поровое давление, а также его градиент. На рисунке представлена аппаратура, предназначенная для определения внешнего объема, объемной, минералогической плотности и открытой пористости образцов шлама и фрагментов керна.



Рис. Аппаратура для определения плотности и пористости образцов

В процессе проведения геолого-технологических исследований, определение открытой пористости осуществляется по шламу путем нахождения массы сухой породы на воздухе m_c , массы $m_{нас.в.}$ породы, насыщенной известной рабочей жидкостью с плотностью $\rho_{ж.}$, и массы $m_{нас.ж.}$ насыщенной породы, погруженной в рабочую жидкость. Расчет коэффициента пористости K_p , равно отношению объема пор $V_{пор}$ к общему объему породы $V_{общ.}$, ведется по формуле:

$$K_n = (m_{\text{нас.в}} - m_c) \div (m_{\text{нас.в}} - m_{\text{нас.ж}}); \quad (1)$$

После расчета коэффициента пористости породы, вычисляется поровое давление на заданной глубине по формуле:

$$P_a = g \times \rho_{\text{в.ср}} \times H + \left(\ln \frac{(k_{\text{п.а}} \div k_{\text{п.н}})}{0,434 \times \beta_n} \right); \quad (2)$$

где P_a – поровое давление в зоне аномально высокого пластового давления, Па; g – ускорение свободного падения 9,8, м/с²; $\rho_{\text{в.ср}}$ – средневзвешенная плотность воды, кг/м³; H – глубина, м; $k_{\text{п.а}}$, $k_{\text{п.н}}$ – коэффициенты пористости глин при нормальном поровом давлении и при аномально-высоком пластовом давлении, в долях единицы [1].

Заключительным этапом является вычисление коэффициента аномальности, который характеризует отношение измеренного порового давления к нормальному гидростатическому давлению.

$$K_{\text{ан}} = \frac{P_a}{P_n}; \quad (3)$$

где, $K_{\text{ан}}$ – коэффициент аномальности, в долях единицы; P_a – измеренное значение порового давления, Па; P_n – нормальное поровое давление флюида, Па.

По этому коэффициенту судят об аномальности порового (пластового) давления. Пластовое давление классифицируют по коэффициенту их аномальности K_a : $K_a < 0,8$ – аномально низкое; $K_a = 0,8 \div 1$ – пониженное, $K_a = 1 \div 1,05$ – нормальное, $K_a = 1,05 \div 1,3$ – повышенное, $K_a = 1,3 \div 2$ – высокое, $K_a > 2$ – сверхвысокое.

При этом высокие и сверхвысокие давления объединяют под общим термином «аномально-высокие» (аномально высокие пластовые давления) [1].

При бурении скважин таким образом производится экспресс-анализ определения аномально высоких пластовых давлений, где в процессе бурения на каждые 50 м ниже по вертикали разбуриваемых отложений дается прогноз о поровом давлении и коэффициенте аномальности. С помощью этого прогноза корректируются и приводятся к оптимальным технологические параметры при бурении, такие как механическая скорость бурения, а также плотность промывочной жидкости.

После проведения всех замеров и вычислений строится график-планшет, по которому отслеживается изменение с глубиной порового давления и коэффициента аномальности.

Определение зон аномально высоких пластовых давлений особенно необходимо при поисково-разведочном бурении, когда разбуриваемые толщи мало изучены и представляют собой высокую опасность при строительстве скважин, так как возможны проявления флюидов, приводящие к выбросам, открытому фонтанированию, потере скважин и человеческим жертвам.

На территории Российской Федерации находится множество отложений, характеризующихся аномально высокими пластовыми давлениями, в том числе месторождений углеводородного сырья. Одним из таких месторождений является Уренгойское газоконденсатное месторождение, расположенное в Ямало-Ненецком автономном округе.

На данном месторождении в процессе бурения разведочных и эксплуатационных скважин проводился экспресс-анализ по определению аномально высоких пластовых давлений методом эквивалентных глубин по шламу в глинистых породах.

При вскрытии ачимовских отложений было выявлено, что отложения характеризуются аномально высоким пластовым давлением до 56 МПа с коэффициентом аномальности до 1,45. При проведении анализа и прогноза отслеживалась общая тенденция увеличения пористости пород в продуктивных толщах, а, следовательно, пластового давления и коэффициента аномальности с глубиной.

Но по факту бурения некоторые расчеты не совпадали с действительностью, где на самом деле фактическое пластовое давление было намного больше расчетного, и приходилось применять меры по оптимизации плотности бурового раствора, несмотря на то, что расчет коэффициента аномальности соответствовал высокому пластовому давлению. Проводимые исследования и расчеты показали лишь общую тенденцию увеличения пластового давления в продуктивной толще, но не выявили его точного конкретного значения.

Это говорит о том, что метод является не точным, при котором нужно принимать во внимание индивидуальные особенности отложений, учитывать возможные погрешности при измерениях и расчетах, а также используемую технику с определенной точностью измерений (торсионные весы). Данный метод необходимо использовать в совокупности с другими методами определения аномально высоких пластовых давлений, например, определения D -экспоненты (нормализованная скорость проходки), этот метод является наиболее надежным для обнаружения недоуплотненных зон.

Расчет d -экспоненты (нормализованной скорости проходки) учитывает влияние режима бурения и степень износа долота на скорость проходки, рассчитывает линию нормального уплотнения и градиент пластового давления [2].

На сегодняшний день, несмотря на бесспорный прогресс в понимании особенностей аномально высокого пластового давления, нет никаких фундаментальных изменений в способах выявления и решения возникающих в процессе бурения проблем, связанных с аномально высокими пластовыми давлениями.

Наряду с различными методами определения АВГД, метод d -экспоненты и метод эквивалентных глубин являются наиболее информативными, но необходимо уделять должное внимание при соблюдении всех требований, предъявляемых к измерениям, расчетам, учитывая возможные погрешности, а также к применяемому оборудованию.

Достоверность информации будет главным образом зависеть от этих факторов.

Кроме того, метод эквивалентных глубин определения аномально высоких пластовых давлений по шламу глинистых пород может производиться на территориях, содержащих глинистые отложения.

Литература

1. Александров Б.Л. Аномально-высокие пластовые давления в нефтегазовых бассейнах. – М.: Недра, 1987. – 216 с.
2. Муше Ж.-П., Митчелл А. Аномальные пластовые давления в процессе бурения: Происхождение – прогнозирование – выявление-оценка: Техн. руководство: Пер. с англ. – М.: Недра, 1991. – 287 с.
3. Петров А.Н. Определение зон АВПД по петрофизическим параметрам шлама. Руководство пользователя. – Саратов, 2001. – 58 с.

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ (НА ПРИМЕРЕ
СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ СРЕДНЕВИЛЮЙСКАЯ-27)**

К.В. Долженко

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Н. Фомин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

В связи со сравнительно хорошей изученностью верхней части осадочного чехла Вилюйской синеклизы весьма актуальны поиски залежей углеводородов в его глубоких горизонтах. Для изучения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных толщ этого района в 1984-1986 гг. была пробурена самая глубокая на тот момент в Сибири скважина – Средневилюйская-27, которая вскрыла мощный разрез перми и остановлена в каменноугольных отложениях на глубине 6519 м [3]. В 80-х годах были опубликованы первые результаты исследования рассеянного органического вещества верхнепалеозойских отложений Вилюйской синеклизы на больших глубинах [1, 2, 4, 5]: содержания органического углерода в породах; отражательная способность витринита и границы катагенетических зон; коэффициент битуминозности; характер генерации и деструкции углеводородов с ростом катагенеза; генетическая природа органического вещества.

В настоящей работе на основе изучения 70 образцов керн из скв. Средневилюйская-27 в интервале глубин 3370-6458 м показано распределение органического углерода ($C_{орг}$) в различных литологических типах пород, уточнены границы градаций катагенеза по отражательной способности витринита (R_{vt}^0), изменение пиролитических характеристик органического вещества (S_1 , S_2 , HI , T_{max}) вниз по разрезу для каждой из свит.

Для рассмотрения геохимических критериев органического вещества исследуемого разреза необходимо прежде всего знать содержание органического углерода в породах. Распределение этого параметра в верхнепалеозойских толщах достаточно неравномерно по разрезу, но в целом выдержано по литологическим типам пород. В отложениях верхнего карбона-нижней перми установлены следующие средние содержания $C_{орг}$: аргиллиты (2,0 %), алевроаргиллиты (1,37 %) и песчаники (0,15 %). Близкие значения получены и для верхней перми: аргиллиты (2,27 %), алевролиты (2,0 %), алевроаргиллиты (1,9 %) и песчаники (0,2 %).

Рассмотрим теперь содержания органического углерода для каждой толщи (свиты) в скв. Средневилюйская-27. В кюндейской толще отмечаются довольно высокие значения $C_{орг}$ (среднее 2,68 %, минимальное – 0,84 %, максимальное – 3,9 %), поскольку почти все образцы приурочены к ее глинистой части. Харыйасская толща – среднее значение $C_{орг}$ равно 1,6 % (вариации 0,45-3,44 %). Наибольшие содержания отмечаются в ее середине, где, судя по литологической колонке, преобладают глинистые разности, а низкие значения $C_{орг}$ приурочены к песчаникам.

В хомустахской толще среднее содержание $C_{орг}$ равно 1,56 % (вариации 1,15-1,88 %). Следует отметить, что из толщи мощностью порядка 400 м исследованы всего 4 образца. Поэтому достоверно судить о содержании $C_{орг}$ в породах свиты сложно, поскольку в наиболее глинистой ее части пробы не удалось отобрать. Судя по материалам геофизического исследования скважин, мощности глинистых пластов довольно значительны (в них обычно значения $C_{орг}$ высокие).

В кубалангдинской толще среднее содержание $C_{орг}$ составляет 3,05 %, подсчитанная из 3-х образцов в верхних горизонтах (значения 6,51, 1,44 и 1,22 %). Поэтому характеристика среднего содержания $C_{орг}$ в толще лишь вероятностная. Харбалахская толща – среднее значение $C_{орг}$ 1,65 % (0,16-2,22 %). Минимальное содержание установлено в песчанике. Отмечается выдержанность параметра (в средней части толщи $C_{орг}$ порядка 2,0 %, в нижней – 1,5 %), связанная с изменением литологического состава. Чочосская свита – среднее значение $C_{орг}$ 1,6 % (0,6-3,0 %). Наблюдается снижение содержания органического вещества от ее верхней части (1,5-3,0 %) к подошве (~1,0 %), обусловленное, судя по литологической колонке, последовательной сменой состава пород. В юнкюрской толще из-за преобладания песчаников концентрации $C_{орг}$ довольно низкие (среднее 0,5 %, вариации 0,1-1,4 %). Юрэнская толща – среднее значение $C_{орг}$ 1,4 % (0,1-2,5 %), но эти данные получены всего по 4 образцам.

При оценке перспектив нефтегазоносности седиментационных бассейнов и выяснении условий образования и сохранения залежей углеводородов, важное значение имеет оценка уровня катагенеза органического вещества во вмещающих толщах. Для этого автором по отражательной способности витринита (данные А.Н. Фомина) уточнены на более обширном материале выделенные ранее [1, 2, 4, 5] границы возможной нефтегазоносности верхнепалеозойских отложений Вилюйской синеклизы, на примере сверхглубокой скважины Средневилюйская-27 (рис.). В кюндейской толще отражательная способность витринита составляет 1,03-1,05 %,

что соответствует середине градации МК₂. Это переходная стадия генерации, на которой прекращается формирование жидких углеводородов и начинается генерация жирного газа.

В харыйасской толще R_{vt}^0 изменяется от 1,05 до 1,32 % (середина градации МК₂ – середина МК₃¹). Оценка степени преобразованности органического вещества хомустанской толщи носит вероятностный характер, так как имеется только два замера отражательной способности витринита в кровле толщи (1,42 и 1,37 %, градация МК₃¹). Но, учитывая тот факт, что в кровле нижележащей толщи R_{vt}^0 равен 1,51%, следовательно, органическое вещество данной толщи не выходит за рамки градации МК₃¹. Оценка степени преобразованности кубалангдинской толщи проводится аналогично вышележащей, так как здесь имеются только два одинаковых по значению замера отражательной способности витринита в кровле толщи (1,51 %, конец градации МК₃¹).

Учитывая, что в кровле нижележащей толщи R_{vt}^0 равен 2,21 %, следовательно, органическое вещество данной толщи соответствует градациям МК₃² – АК₁. В харбалахской толще отражательная способность витринита изменяется от 2,21 до 3,36 %, что соответствует середине градации АК₁ – концу АК₂.

Начиная с чочосской свиты, включая юнкюрскую толщу, и вплоть до нижних горизонтов юрэнской отражательная способность витринита составляет 3,78-4,8 %, что соответствует градации АК₃. Эти толщи объединены в одну группу, так как в отложениях с $R_{vt}^0 > 3,5\%$ (градация АК₃) отсутствуют скопления углеводородов.

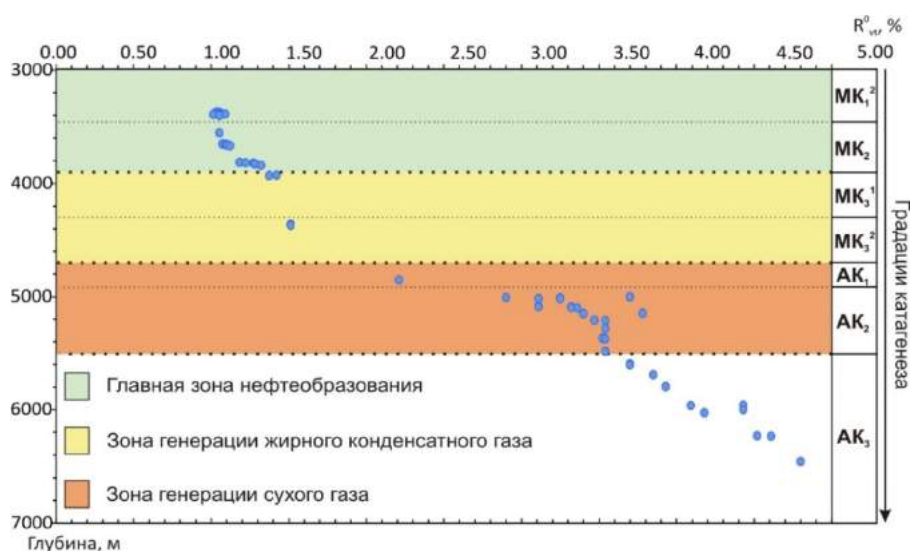


Рис. Изменение отражательной способности витринита (R_{vt}^0) с глубиной в верхнепалеозойских отложениях скв. Средневилюйская-27

В работе использованы также пиролитические данные: водородный индекс (НИ) для оценки нефтегенерационного потенциала органического вещества и температура максимальной скорости выделения углеводородов (T_{max}) для диагностики уровня его зрелости (данные В.Н.Меленевского). В кюндейской, харыйасской, хомустанской, кубалангдинской, харбалахской толщах остаточный генерационный потенциал (НИ) изменяется в пределах 50-200 мгУВ/гС_{орг} и характеризует исходное органическое вещество как террагенное. Из сравнения показателя НИ со стадиями катагенеза по R_{vt}^0 видно, что относительно высокий остаточный генерационный потенциал приурочен к толщам с уровнем зрелости органического вещества градаций МК₂-МК₃¹. Для нижележащих толщ (чочосская, юнкюрская, юрэнская) НИ приближается к нулю. Известно, что с ростом катагенеза наблюдается постепенное увеличение значений T_{max} . Сравнение этого параметра с R_{vt}^0 показало высокую степень корреляции и значения T_{max} предполагают стадии катагенеза аналогичные установленным по отражательной способности витринита.

Судя по отражательной способности витринита (R_{vt}^0) и остаточному генерационному потенциалу (НИ), органическое вещество кюндейской, харыйасской, хомустанской, кубалангдинской и харбалахской толщ на глубинах 3370-4853 м способно к генерации углеводородов. Остаточный генерационный потенциал здесь изменяется в пределах 50-200 мгУВ/гС_{орг} и характеризует исходное органическое вещество как террагенное. Нижнюю границу главной зоны нефтеобразования можно предположить на глубине порядка 3,6 км (R_{vt}^0 -1,1 %, НИ в среднем 150 мгУВ/гС_{орг} на зону) в кровле харыйасской толщи, а глубинной зоны газогенерации – 4,9 км (R_{vt}^0 -2,5 %, НИ в среднем 60 мгУВ/гС_{орг} на зону) в кровле харбалахской толщи.

В нижележащих отложениях генерационный потенциал практически исчерпан (НИ порядка 10 мгУВ/гС_{орг} на весь интервал). Судя по изотопному составу органического углерода ($\delta^{13}C$ -21,8-24,7 ‰), верхнепалеозойские толщи содержат террагенное (гумусовое) органическое вещество, способное генерировать преимущественно газообразные углеводороды. К тому же при таком довольно высоком катагенезе органического вещества (градации МК₂-АК₂) в этих отложениях могли сохраниться в основном скопления газа.

1. Бодунов Е.И., Зуева И.Н., Каширцев В.А., Уткина Н.А., и др. Преобразование органического вещества пермских и каменноугольных отложений Вилюйской синеклизы на больших глубинах // Нефтегазоносность и вопросы освоения месторождений нефти и газа Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990. – С. 58 – 69.
2. Конторович А.Э., Полякова И.Д., Колганова М.М., Соболева Е.И. Превращения органического вещества в мезо- и апокатагенезе // Советская геология. – 1988. – №7. – С. 26 – 36.
3. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири: Лено–Вилюйский бассейн / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск, 1994. – 107 с.
4. Перозиио Г.Н., Полякова И.Д., Богородская Л.И., Соболева Е.И. Закономерности катагенеза органического вещества и вмещающих пород // Геология и геофизика, 1981. – № 9. – С. 11 – 16.
5. Фролов В.И., Сюндюков Ш.А., Бакин В.Е. О катагенезе органического вещества глубоких горизонтов центральной части Вилюйской синеклизы // Доклады АН СССР. Сер. геол., 1987. – Т. 297. – № 2. – С. 442 – 444.

ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ЛУГИНЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

С.А. Доржиев

Научный руководитель старший преподаватель Е.Н. Жилина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наиболее сложным для разработки типом скоплений углеводородов являются нефтегазоконденсатные месторождения. В них продуктом разработки могут служить как нефть с растворенным в ней газом, так и газ с конденсатом, составляющие в пластовых условиях единую взаимосвязанную систему. К числу подобных типов скоплений УВ относится и одно из крупнейших по запасам в Томской области, введенное в разработку в начале 80-х годов 20 века, Лугинецкое газоконденсатно-нефтяное месторождение, расположенное в пределах северо-западной части Пудинского мегавала (Лугинецкое куполовидное поднятие).

Согласно современным представлениям о внутреннем строении природных резервуаров, каждый из них представляет собой целостную геологическую систему, поэтому исследовать их необходимо с позиций системного геологического подхода. При системном подходе в структуре резервуара можно выделить три иерархических уровня: породный, породно-слоевой и надпородный, различающиеся размерами составляющих элементов, масштабами и методами исследований. Элементами первого породного уровня является: фактический материал: керн скважин, геофизические характеристики разрезов скважин и данные аналитических исследований обработки керна. На втором – породно-слоевом уровне основным элементом служит электрометрическая модель фаций. На третьем – надпородном уровне рассматриваются ассоциации породнослоевых тел, слагающих часть резервуара, содержащего залежь [3]. По итогам изучения составляется седиментологическая модель резервуара, отражающая условия формирования продуктивных отложений, с учетом постседиментационных преобразований. Такая модель необходима для выбора стратегии при промышленной разработке залежей [3].

Целью исследований являлось применение системного подхода при изучении отложений продуктивного горизонта Ю-I Лугинецкого газоконденсатно-нефтяного месторождения, разрез которого сложен неравномерным чередованием пачек и пластов песчаников, песчано-алевритоглинистых пород, углистых аргиллитов и известняков, не выдержанных по площади месторождения. Горизонт Ю-I слагают пласты-коллекторы Ю₁⁴⁺⁵, Ю₁³, Ю₁², Ю₁¹ и Ю₁⁰.

Пласты Ю₁⁴⁺⁵ и Ю₁³ насыщены нефтью, характеризуются покровным типом развития, в основном имеют песчаный состав и наибольшие общие мощности и слагают подугольную толщу. Пласты Ю₁², Ю₁¹ – насыщены газом, имеют преимущественно алевритовый состав и слагают надугольную толщу.

Предметом детального исследования являлись наиболее выдержанные по площади и разрезу пласты Ю₁⁴ и Ю₁³, вмещающие около 70 % суммарных запасов углеводородов месторождения и представляющие наибольший интерес с точки зрения разработки.

Пласт Ю₁⁴⁺⁵ вскрыт всеми пробуренными скважинами на глубинах 2298-2413 м. В восточной части Лугинецкой структуры пласт либо отсутствует, либо представлен непроницаемыми разностями. Локальные зоны отсутствия пласта отмечаются на западе и юго-востоке структуры [1]. Покрышкой для пласта служит перемишка, сложенная аргиллитами и алевролитами толщиной от 0,8 м (скв. 170) до 16,8 м (скв. 567). Пласт представлен преимущественно мелкозернистыми песчаниками с небольшими прослоями крупнозернистых алевролитов. Общая его толщина составляет от 2,2 м (скв. 715) до 22 м (скв. 1214).

Пласт Ю₁³ имеет повсеместное распространение в пределах Лугинецкой структуры и вскрыт на глубинах 2278,8-2386,4 м. В разрезе большинства скважин пласт состоит из двух пачек, разделенных между собой маломощными прослоями алевролитов и аргиллитов. Общая его толщина достаточно выдержана по площади и составляет 18-26 м. Количество пропластков, выделяемое в разрезе скважин, от 1 до 8.

Пласты Ю₁² и Ю₁¹ надугольной толщи имеют пятнистый характер распределения по площади, состоят из множества мелких пропластков мощностью от 1 до 5 м, и отличаются ухудшенными коллекторскими свойствами.

Проведенный анализ вещественного состава пород горизонта Ю-I позволил установить доминирующий кальцит-сидерит-пиритовый комплекс аутигенных минералов и турмалин-гранат-циркон-апатит-рутиловую минеральную ассоциацию [2]. Породы обогащены конкрециями, мелкими вкраплениями пирита, карбонатов, многочисленными биотурбационными текстурами, обломками раковин моллюсков, водорослевыми формами, являющимися показателями формирования отложений в прибрежно-морских условиях.

Литература

1. Жилина Е.Н. Вещественно-структурные особенности средне-верхнеюрских отложений Лугинецкого месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле, 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 143 – 148.
2. Жилина Е.Н. Условия формирования и геометризация келловей-волжских природных резервуаров Лугинецкой зоны нефтегазоаккумуляции (Томская область) // Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук: 25.00.16 / Е.Н. Жилина. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2015. – 23 с.
3. Жилина Е.Н., Чернова О.С. Комплексный седиментологический подход к изучению сложнопостроенных природных резервуаров // Высокие технологии, образование, промышленность: Сборник статей одиннадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» / Под ред. А.П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2011. – Т. 4. – С. 272 – 278.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРИЗОНТА Ю-IVБ-1 САРЫБУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.П. Дубинин

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Выбор наиболее рационального способа разработки месторождений углеводородов зависит от многих факторов, в том числе от энергетического режима залежи, меняющегося по мере эксплуатации залежи, геологического строения и размеров площади, физико-химических свойств пластового флюида, физико-механических свойств пород-коллекторов и др. Выявление особенностей распределения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта является одним из наиболее значимых этапов изучения каждого месторождения [2].

Цель работы – изучить особенности распределения фильтрационно-емкостных свойств залежи нефти горизонта Ю-IVБ-1 Сарыбулакского нефтяного месторождения.

Сарыбулакское месторождение в административном отношении находится в Республике Казахстан Сырдарьинском районе Кызылординской области. В тектоническом отношении изучаемое месторождение расположено в южной части Бозингенской грабен-синклинали, входящей в состав Арыскумского прогиба. Месторождение имеет сложное геологическое строение и представляет собой трехсводовое поднятие, восточная периклиналь и северное крыло которого осложнено тектоническими нарушениями субширотного простирания.

Продуктивными являются юрские отложения, в том числе один из крупнейших горизонтов Ю-IVБ-1 (карагансайская и дощанская свиты). Пласт сложен песчаниками, гравелитами, алевролитами и аргиллитами. По типу природного резервуара залежь пластовая, сводовая, тектонически экранированная. В связи с наличием тектонических разломов амплитуда структуры горизонта Ю-IVБ-1 варьируется от 40 м до 70 м. Эффективная нефтенасыщенная толщина залежи составляет от 5,1 м до 36 м.

Для исследования характера распределения ФЕС были изучены и сопоставлены между собой результаты анализа керн и данные ГИС, ГДИС по шести скважинам Сарыбулакского месторождения.

По описанию керн изучаемый пласт Ю-IVБ-1 представлен песчаниками серыми разнородными (несортированными), в основном мелко-, среднезернистыми, алевролитистыми, слабосцементированными, участками рыхлыми (до песков), нефтенасыщенными (запах керосина). Содержится примесь обломков гравия и отдельных полуокатанных и полуугловатых обломков мелкогалечной размерности, а также отдельных включений углистого вещества. Текстура массивная, неясноориентированная. Структура псефитопсаммитовая.

По результатам сопоставления ФЕС, полученных разными методами, была составлена таблица. Залежь Ю-IVБ-1 имеет хорошие фильтрационные характеристики, как по керну, так по ГИС и ГДИС, с широким спектром проницаемости от единиц до $\sim 230 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$, при среднем значении выше – $90 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Средние значения пористости, несмотря на большую глубину залегания, изменяются в пределах 0,16-0,26 д. ед.

Таблица

Характеристика ФЕС пласта Ю-IVБ-1 по различным методам

№ скв	Интервал пласта, а.о., м		hэф, м	Дебит нефти, м ³ /сут	Керн		ГИС		ГДИС			
	кровля	подошва			Кпр, мД	Кпор, д.е	Кпр, мД	Кпор, д.ед.	Кпр, мД	Рпл, МПа	гидропроницаемость, мД·м/Пас	скин-фактор
1	-1296,8	-1328,8	36	126,1	6	0,16	139	0,22	5,48	14,9	62,02	-3,58
2	-1304,7	-1337,7	21,5	119,5	19	0,17	45	0,26	1,04	14,93	22,15	-3,53
3	-1275,2	-1312,2	36,6	142	101	0,16	186	0,22	4,1	14,92	182,22	0,825
4	-1329,5	-1368,5	15,7	151,9	16	0,16	145	0,19	228	14,8	2201,38	107
5	-1413,6	-1421,6	8	76	100	0,18	163	0,177	228	14,8	786,21	47,5
6	-1341,8	-1372,8	8,6	119,5	24	0,19	134	0,22	34,9	14,86	76,7	45,6

Стоит отметить, что при расчетах использовались средневзвешенные значения ФЕС, но, в связи с неоднородным переслаиванием песчаников, гравелитов, алевролитов, получились столь различные значения параметров пласта в одной и той же скважине, определенные по разным методам. Это связано с тем, что лабораторные изучения керна выполняются с высокой точностью, изучая параметры каждого пропластка в отдельности. Геофизические исследования скважин способны определять также параметры пород вдоль всей скважины. В то время как ГДИС учитывают фильтрацию флюида в пластовых условиях сразу по всей толщине залежи, усредняя тем самым параметры. Однако радиус изучения ГДИС значительно больше – может составлять более километра, тогда как керновые исследования и методы ГИС отражают свойства пласта в непосредственной близости (первые метры) от ствола скважины [1, 3]. Именно поэтому для анализа состояния разработки на месторождениях широко применяют данные, полученные с помощью ГДИС, а именно коэффициент проницаемости, пластовое давление, гидро- и пьезопроводность, скин-фактор.

В связи со сложной блоковой тектоникой изучаемого месторождения, распределение ФЕС по площади достаточно неравномерное. В северной части месторождения прослеживается уменьшение проницаемости от купольной части структуры (скв. 3) к ее периферии (скв. 2). В южном блоке наблюдается противоположная картина – увеличение проницаемости от скважины 1 к скважине 6 (купол структуры). Пористость не сильно изменяется в пределах месторождения и распределяется аналогично величине проницаемости.

При анализе давлений в скважинах, эксплуатирующих залежь горизонта Ю-IVБ-1, забойное давление составляет в среднем 13,3-13,7 МПа, а пластовое – порядка 14,9 МПа, что выше давления насыщения (12,5 МПа).

По данным исследований, проведенных на стационарных режимах фильтрации, в большинстве случаев форма индикаторных диаграмм прямолинейна, что указывает на хорошую степень очистки призабойной зоны пласта и на то, что свойства жидкости и коллекторские свойства пластов не зависели от режима работы скважин. Но при проведении ГДИС на отдельных скважинах на неуставившихся режимах фильтрации (методом КВД) отмечается очень высокое значение скин-фактора (до +107), указывающего, наоборот, на необходимость проведения мероприятий по очистке пласта.

Отмечается наиболее широкий диапазон изменения среднего коэффициента расчлененности по залежи Ю-IVБ-1 от 4 до 11 д. ед., в то время как по всем остальным залежам он изменяется от 1,8 до 7,2 д. ед. Это может быть обусловлено неоднородным переслаиванием песчаников, гравелитов, алевролитов.

Таким образом, проведенный анализ показал, что месторождение имеет довольно сложное строение, и решающим в этом является тектонический фактор – серией нарушений оно разбито на тектонические блоки. В связи с тем, что месторождение находится в пробной эксплуатации и изучено довольно неплотной сеткой опережающих скважин, нет возможности детально проследить все закономерности изменения параметров пласта. Поэтому выявленные на данном этапе направления изменения ФЕС не в полной мере отражают фактическое распределение коллекторских свойств пласта, но показывают довольно сильную их изменчивость по пласту. Таким образом, перед переводом месторождения в разработку необходимо провести на всех скважинах ГДИС, чтобы получить полную картину изменения ФЕС пласта-коллектора.

Литература

1. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 476 с.
2. Лысенко В.Д. Проектирование разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1987. – 247 с.
3. РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. – Москва, 2002. – 78 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫШЕВСКОЙ СВИТЫ НА ПОЛЯРНОЙ ПЛОЩАДИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Ю.Н. Дубовик

Научный руководитель доцент Н.М. Неволишко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучено геологическое строение, состав и особенности формирования мальшевского резервуара средней юры, вскрытой бурением на Полярной площади (Туруханский район Красноярского края) в интервале глубин 3805–3526 м. На основе детального описания керна скважины 1 и литолого-петрографических исследований охарактеризовано строение разреза, выявлены особенности состава и генетические признаки пород. В отношении нефтегазогеологического районирования площадь приурочена к Сидоровскому нефтегазоносному району Пур-Газовской нефтегазоносной области (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция). Скважина Полярная-1 пробурена на одноименном локальном поднятии в слабо изученной бурением части Сидоровского мегавыступа (рис. 1). В результате испытаний средне-верхнеюрских отложений (пласты мальшевской и сеговской свит) были получены притоки воды [4]. В связи с малой изученностью территории бурением, любая новая информация, в том числе и по литологическим особенностям и условиям образования пород, слагающих мальшевский продуктивный горизонт, в целях совершенствования критериев прогноза нефтегазоносности будет иметь большое значение.

Малышевская свита (J_2btml) относится к среднему отделу юрской системы, к позднебайос-раннебатскому ярусам. Она представлена циклическим переслаиванием песчаников, алевролитов и глинистых пород и рассматривается в качестве регионального коллектора [2], который перекрывается региональной покрывкой – глинистыми отложениями точинской свиты, и является одним из основных нефтегазоперспективных объектов региона [5]. По кровле малышевской свиты территория представляет собой огромную чашеобразную депрессию в составе северо-восточной части Пур-Газовской синеклизы площадью более 30000 км², окруженную контрастными линейными положительными структурами (рис. 1). Согласно исследованиям, проведенным Ф.Г. Гурари и др., отложения малышевского горизонта накапливались на заключительном этапе формирования «осадков нижнеплитного структурного этажа Западно-Сибирского бассейна...на фоне расширения и стабилизации бассейна седиментации и установления морского режима» [1]. По данным Ильина Ю.М. и др. [3], «море было мелким, с подводными возвышенностями и островами, низменными, заливавшимися морем, а также с подводными возвышенностями и отмелями прилегающими к островам и временами осушавшимися»

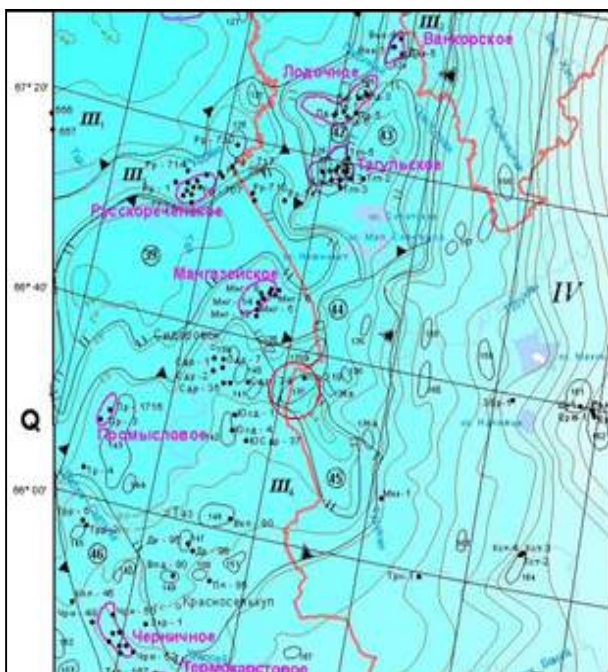


Рис. 1. Фрагмент структурно-тектонической карты западной части Сибирской платформы под редакцией В.А. Кренина, 2001 г.

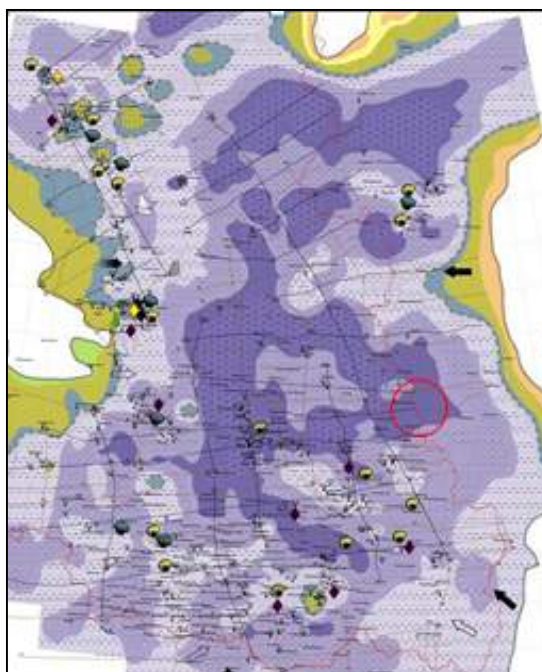


Рис. 2. Схема палеогеографии малышевского горизонта (поздний байос-ранний бат) [1]

На Полярной площади малышевская свита представлена частым переслаиванием и чередованием различных литологических разностей: песчаников, алевролитов, глинистых пород, ископаемых почв и угольных прослоев (толщиной от 0,01–0,1 м до 0,20–0,50 м).

С позиции генетических признаков свиту можно охарактеризовать следующим образом: пород, для песчаных пород характерен преимущественно средне-мелкозернистый и мелкозернистый гранулометрический состав с уменьшающейся вверх по разрезу зернистостью; в том же направлении ухудшается степень сортировки и окатанности обломков. Встречаются неоднократные следы крупных и мелких размывов (интракласты размывных подстилающих пород, неровные эрозионные контакты между слоями, нарушение последовательности напластования, размыв слойков, внутриформационные включения глинистой «галки»).

В породах практически отсутствуют однородные текстуры, доминирует сплошная и прерывистая тонкая и мелкая слоистость (рис. 3) преимущественно волнистого типа (волнисто-линзовидная, пологоволнистая, косоволнистая, перистая), иногда чередующаяся с горизонтальными прослоями.

Наблюдается сочетание разных типов слоистости: волнистой и горизонтальной, пологоволнистой и косоволнистой, косоволнистой и косой прямолинейной, иногда косые серии срезают прослои с малоамплитудной тонкой волнистой рябью. Встречаются текстуры нагрузки и складчатость оползания.

В отложениях свиты постоянно присутствуют (рис. 4) обугленные растительные остатки: детрит, хорошо сохранившиеся мелкие и крупные фрагменты травянистых растений (папоротников, хвощевых, осоководных и других), обломки древесины, корневые системы.

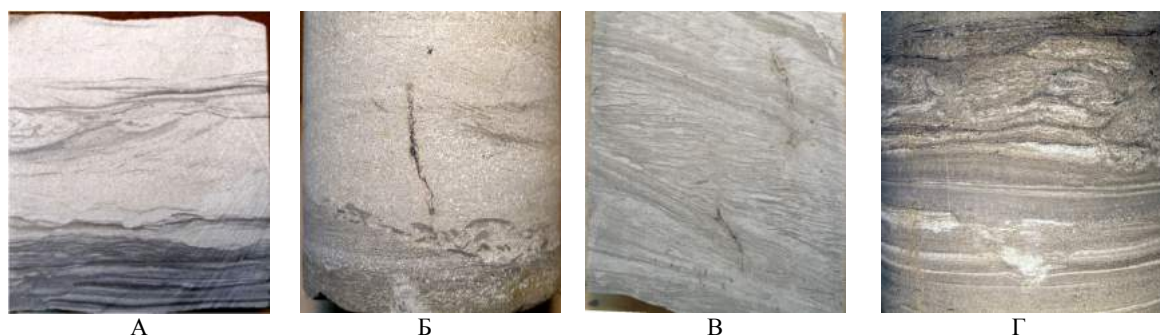


Рис. 3. Текстурные особенности пород малышевской свиты на Полярной площади: А – волнистая слоистость со следами взмучивания; Б – размыв слоев с интракластами глинистых пород; В – чередование косо-волнистой и полого-волнистой слоистости; Г – текстуры нагрузки и складчатость оползания

Наряду с остатками растений постоянно отмечаются следы жизнедеятельности мелких и крупных донных животных, в нижней части они менее разнообразные (два ведущих типа ихнофоссилий – *Skolithos* и *Chondrites*), в верхней – более разнообразные (типы *Palaeophycus*, *Terebelina*, *Teichichnus* и др.) и более интенсивно проявлены вплоть до формирования деформативно-биотурбационных текстур. К кровле свиты приурочены находки макро- (детрит и мелкие двустворчатые раковины, рostrы мелких угнетенных белемнитов) и микрофауны (фораминиферы), сложенные кальцитом и сидеритом.

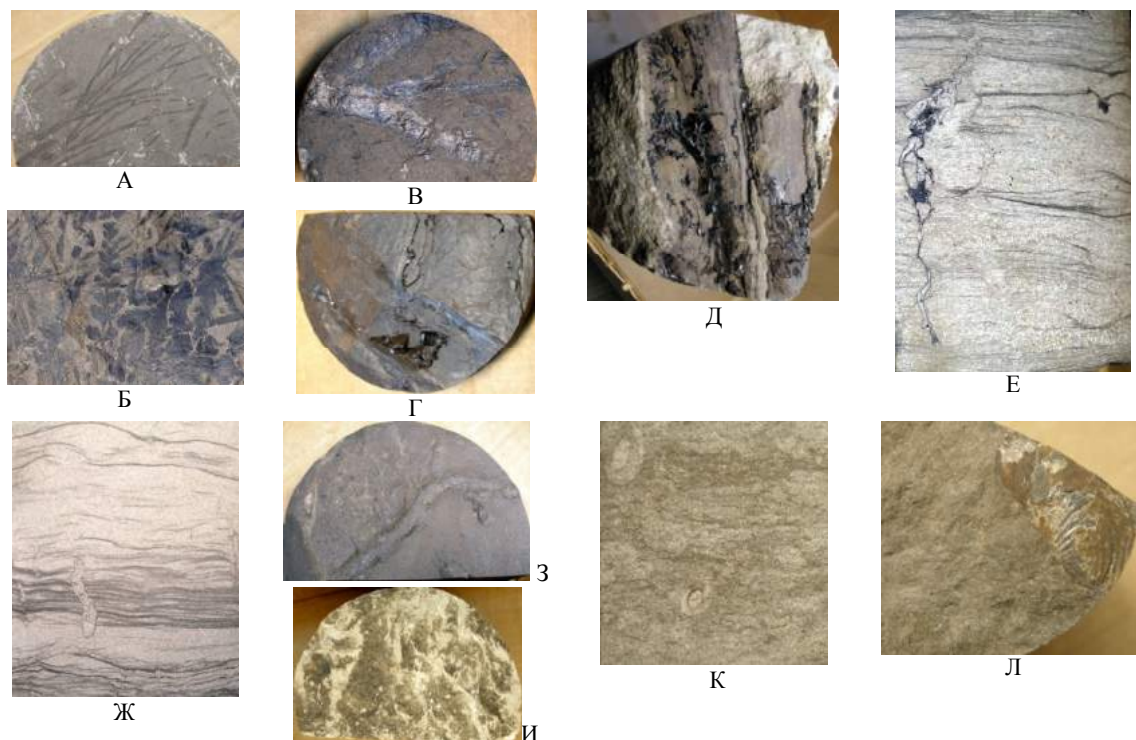


Рис. 4. Органические остатки и следы жизнедеятельности в отложениях малышевской свиты Полярной площади. Растительные остатки: А – хвощевые; Б – папоротников; В – стебли растений; Г – осоковидные листья; Д – древесина; Е – корни. Ихнофоссилии: Ж – *Skolithos*; З – *Palaeophycus*; И – *Chondrites*; Тerebelina; Л – створка раковины

Изложенный материал позволяет сделать вывод о том, что формирование отложений малышевской свиты, вскрытой на Полярной площади скважиной 1, связано с трансгрессивным этапом осадконакопления и осуществлялось на ранних стадиях в условиях периодической смены прибрежно-морских и континентальных обстановок, на более поздних – на фоне постоянного погружения морского дна. На прибрежный характер осадконакопления и на близость континента указывает наличие остатков корней и фрагменты растений (папоротников, хвощей и др.), прослойки угля и сидеритизированных глин. О морском режиме свидетельствуют преимущественно волнистый тип слоистости, следы жизнедеятельности типа *Skolithos*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Palaeophycus*, *Terebelina* (широко распространенные в пределах сублиторали), остатки фауны: двустворок, белемнитов и фораминифер (приуроченные к углубленным участкам морского дна). Морской обстановкой

обусловлено и повышенное содержание хлорита и наличие тонко дисперсного пирита, генетически связанного с участками скопления органики.

Литература

1. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф.Г. Гулари, В.П. Девятков, В.И. Демин, А.Е. Еханин, А.М. Козаков и др. – Новосибирск: Наука, 2005. – 156 с.
2. Головинов С.В. Классификация нефтегазоносных комплексов мезозоя Енисей-Хатангского прогиба. Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2009. – №4. – С. 1 – 21.
3. Ильин Ю.М., Сапьяник В.В., Найденев Л.Ф. Западная Сибирь. Палеогеографические схемы стратиграфических горизонтов юры. Малышевский горизонт. – Тюмень: Тюменский нефтяной научный центр, 2005. – 84 с.
4. Карпунин С.М. Перспективные объекты Сидоровского нефтегазоносного района // Нефтегазовая геология, 2012. – № 1 (9). – С. 32 – 38.
5. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности малышевского резервуара на северо-востоке Западной Сибири / Н.А. Малышев, А.А. Поляков, В.Н. Колосков, А.В. Исаев // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2013. – Т. 8. – №4. – С. 1 – 13.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.В. Евдокимова, Е.В. Панова

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Литонологические исследования широко используются на всех этапах геологоразведочных работ для расчленения, сопоставления и корреляции разрезов, установления особенностей распространения отложений во времени и пространстве, выделения наиболее перспективных, с точки зрения локализации природных полезных ископаемых, участков. Осадочные породы, заключенные в них остатки животных организмов и растений – источник важной геологической информации. Классические методы литолого-фациального анализа позволяют реконструировать обстановку осадконакопления, наметить зоны распространения пород-коллекторов, выявить участки развития наилучших из них. Выбор методов литологических исследований приобретает особое значение в условиях незначительного выноса керна, а иногда и его полного отсутствия, а также наличия фаунистически не охарактеризованных участков. Невозможно переоценить практическое значение литологии. Без умения грамотно определять и изучать осадочные породы, интерпретировать особенности происхождения и распространения осадочных толщ немислима современная нефтяная геология. Информация о вещественном составе и условиях образования осадочных пород, позволяет целенаправленно проводить поисково-разведочные работы. Выводы, полученные в результате литологических исследований, становятся важными предпосылками при поисках месторождений различных полезных ископаемых, в том числе и углеводородов.

Проведение литологических исследований и спрос на их результаты со стороны добывающих предприятий – неперемное условие развития методологической базы изучения единиц ландшафтов территорий для понимания хода осадконакопления, образования осадочных пород, для расширения представлений об особенностях их строения и состава. Детальное представление о напластовании осадочных толщ, особенностях их строения, условиях залегания дают бесценную информацию о сочетании пород-коллекторов и пород-флюидоупоров. Установленные при этом закономерности служат основой для поисков месторождений нефти и газа, заключенных в осадочной оболочке.

Накопление осадков, в которых возможно возникновение углеводородов, происходило в определенных физико-географических условиях. Особенности распространения осадочных пород во времени и пространстве в значительной мере определяют размеры и форму природных резервуаров нефти и газа, а, следовательно, и запасы этих полезных ископаемых. В связи с этим, знание общих и частных закономерностей образования осадочных толщ имеет существенное практическое значение.

Основным методом изучения осадочных толщ является фациальный анализ, опирающийся на принципы актуализма. Это метод научного познания геологической истории Земли, реконструкции процессов и обстановок прошлого путем использования закономерностей, выявленных при изучении современных геологических процессов [1]. Наиболее применим и эффективен актуалистический метод в области осадконакопления. Поэтому, чем полнее изучены современные отложения того или иного генезиса, тем детальнее могут быть установлены их ископаемые аналоги. При этом, как в современных осадках, так и в древних породах сохраняются некоторые наиболее устойчивые первоначальные признаки, которые не изменились в течение длительного геологического времени. Первоначальные генетические признаки осадочных пород могут быть объединены в следующие группы: литолого-геохимическая характеристика пород; остатки древних организмов и следы их жизнедеятельности; форма залегания осадочных толщ.

Минеральный состав имеет значение для определения источников питания исследуемого бассейна обломочным материалом и их изменения во времени. Так, описание формы, состава, распределения и условий залегания галек в песчаных породах позволяет решать вопросы об источниках приноса галек, о глубине размыва, направлении течений и пр. Широко используется для тех же целей состав породообразующей части песчаников. Если в них присутствуют обломки пород, то последние уже характеризуют состав материнских пород, а при их отсутствии рассматриваются ассоциации минералов – как породообразующих, так и аксессуарных. Цемент осадочных пород может дать указание на условия осадкообразования, если он формировался в седиментогенезе

или в раннюю диагенетическую стадию. Структурно-текстурный анализ дает возможность получить представление об активности и направленности движения среды переноса и бассейна седиментации (рис. 1).

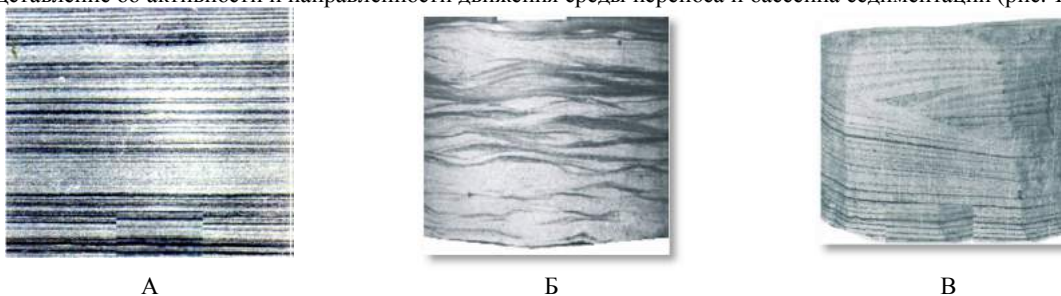


Рис. 1. Виды слоистости: А – горизонтальная; Б – волнистая; В – косая

Минеральные новообразования, например конкреции, являясь диагенетическими образованиями, дают указание не только на характер диагенетических процессов, но и на некоторые черты условий отложения осадков, в которых они заключены (рис. 2). Диагенез в осадках происходит в каждом конкретном случае по-своему в зависимости от состава иловых вод, компонентов осадков, количества и характера органического вещества.

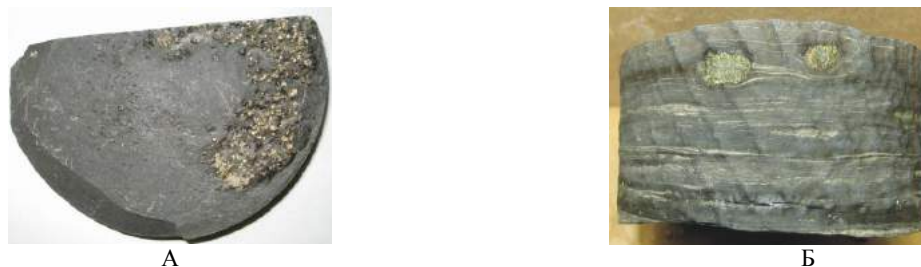


Рис. 2. Зерна (А) и конкреции пирита в алевроитоглинистой породе, деформирующие слоистость (Б)

Необходимым условием проведения фациального анализа является изучение состава и условий захоронения остатков фауны и флоры. Основными условиями обитания организмов в море являются: соленость, температура, свет, газовый режим, глубина, движение воды, состав грунта. Каждый из этих факторов отражается в морфологии организма (размеры раковины, её скульптура, толщина и т.п.), в многообразии видов, влияет на расселение организмов по площади водоёма. Остатки растительного происхождения встречаются в осадочных породах в четырех формах: в виде твердых горючих ископаемых (горючие сланцы, угли); скопления остатков колониальных известковых водорослей; скопления известковых и кремневых панцирей одноклеточных планктонных водорослей; обугленных и литифицированных обрывков растительных тканей (рис. 3). По облику ископаемых остатков можно с определенной степенью достоверности определить палеогеографические условия на определенный период времени [3, 4].

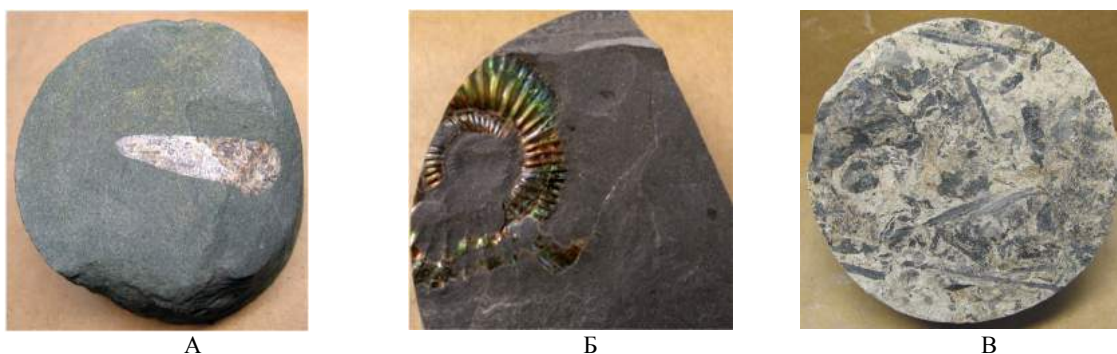


Рис. 3. Органические остатки: А – окаменелые ростры белемнитов; Б – раковины аммонитов; В – обугленные растительные остатки

Большое значение в фациальном анализе придается изучению формы осадочных тел, изменению мощности, взаимоотношению с окружающими образованиями, характеру распространения по площади. Полученные результаты, в совокупности с информацией о вещественном составе, наличии органических остатков, их вида и сохранности лягут в основу построения литолого-фациальных карт изучаемых территорий.

К сожалению, в практике нефтепоисковых работ возможности литологических и палеоэкологических методов для фациального анализа ограничены. Известно, что выход керна очень невелик, а в ряде скважин и вовсе отсутствует. Однако практически во всех скважинах проводится широкий комплекс промыслово-

геофизических исследований. По некоторым из них, в частности, по данным электрокаротажа скважин, можно получить информацию о гранулометрическом составе пород и проводить фаціальную диагностику осадочных образований (рис. 4). Фации в данном случае рассматриваются с позиций выявления механизма формирования слагающих их осадков, в основу которого положен седиментологический фактор изменения палеогеодинамики среды [2].



Рис. 4. Электрометрические модели продуктивного пласта N

Только комплексное и разностороннее изучение кернового (содержание песчаной и глинистой фракций, размер зерен, степень однородности обломочного материала, текстурные особенности, наличие и характер органических остатков и пр.) и промыслово-геофизического материала позволяет определять фаціальную принадлежность терригенных отложений (рис. 5).



Рис. 5. Фаціальная карта продуктивного пласта N

Литолого-фаціальное моделирование является основой локального прогноза размещения залежей углеводородов, создание таких моделей делает возможным более корректное планирование поисково-разведочных работ. Дальнейшее повышение надежности методики прогнозирования и поисков залежей углеводородов связано с комплексированием литолого-фациальных, палеогеоморфологических и палеотектонических методов с методами разведочной геофизики, и в первую очередь с сейсморазведкой.

Литература

1. Ежова А.В., Тен Т.Г. Литолого-фаціальный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 112 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т. / Под ред. Х. Рединга. – М.: Мир, 1990. – Т.1. – 352 с.
4. Недоливко Н.М. Генетические (диагностические) признаки пород и последовательность их выделения по керну скважин // Современные тенденции в образовании и науке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 ноября 2014 г.: в 14 частях. – Тамбов: ОО Консалтинговая компания «Юком», 2014. – Ч. 10. – С. 83 – 84.

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТА АВ₁
РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА НА СОВЕТСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

А.Б. Жамсаранова

Научные руководители доцент Т.А. Гайдукова, ассистент Е.Н. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие нефтяной промышленности в Томской области началось в 1962 г. с открытием Советского месторождения, которое в 1966 г. введено в опытно-промышленную разработку. Месторождение многопластовое, нефтегазоносность доказана 18 залежами и 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 АВ₁ содержит более 70,9% остаточных извлекаемых запасов от первоначально утвержденных по категории С₁ (01.01.2006). Нефтенасыщенный горизонт АВ₁ на Советском месторождении характеризуется ярко выраженными низкими фильтрационно-емкостными свойствами, повышенной неоднородностью строения, а значит низкими дебитами и низким коэффициентом продуктивности. Горизонт АВ₁ 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 АВ₁ выделено пять нефтенасыщенных песчаных пропластков: АВ₁¹, АВ₁^{2а}, АВ₁^{2б}, АВ₁³ и АВ₁⁴ (рис. 1). Залежь нефти пластовая сводовая [3].

Горизонт АВ₁ часто геологи-производственники называют «рябчик» за счет своего характерного внешнего облика и линзовидного строения. Исследованиями в лаборатории физики пласта установлены его низкие значения фильтрационно-емкостные свойства: проницаемость от 0 до 107 мД, пористость от 0 до 10%; что практически характеризует пласт как неколлектор, и 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 объяснен с позиции их текстурных особенностей. «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 распространенных элементов песчаной составляющей шельфовой зоны. Их формирование связано с участками побережий, подверженных воздействию штормов (рис. 2). Разрушение вдольбереговых баровых построек в условиях высокой гидродинамической активности, способствует транспортировке грубообломочного материала на значительное расстояние в удаленные шельфовые участки морского бассейна.

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 текстуру. 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 песчаники 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 внутривезеруарные флюидоупоры, разделяющие коллектор на гидродинамически обособленные системы.

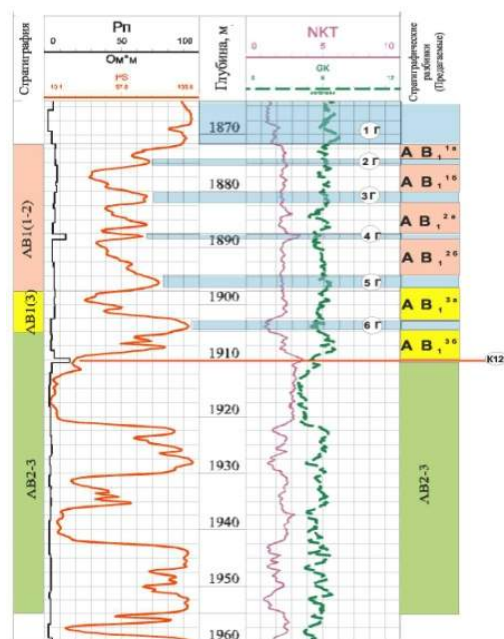


Рис. 1. Стратиграфические разбивки горизонта АВ₁, скважина-стратотип Советской площади

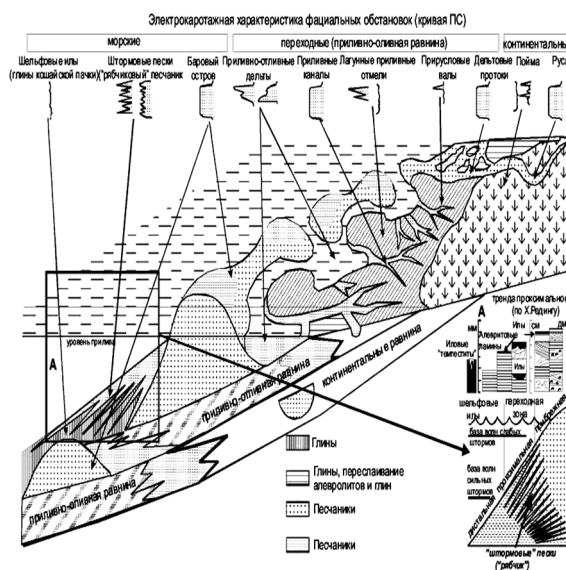


Рис. 2. Палеогеографические условия формирования «рябчиковых» песчаников

Множественная 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, он преимущественно песчаный и имеет градиционную 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 глинистых 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 АВ₁, можно сделать вывод, что выделяемые межрезервуарные покрывки, представленные как глинистыми пропластками, так и прослоями карбонатизированного песчаника, могут служить локальными гидродинамическими разделами для пластов АВ₁¹, АВ₁^{2а} и АВ₁^{2б}. В этой связи каждый из выделенных пластов следует рассматривать как самостоятельную гидродинамическую систему.

На примере Советского месторождения Томской области рассмотрен пласт АВ₁, его литология и фациальные условия формирования.

Проведенный анализ условий седиментации пласта АВ₁, 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. – М.: Недра, 1975. – 561 с.

2. Нежданов А.А. Типы карбонатных конкреций и их роль в изучении нефтегазоносных формаций Западной Сибири // Труды ЗапСибНИГНИ, 1985. – Вып. 201. – С. 95 – 103.
3. Реддинг Х. Обстановки накопления и фации. – М.: Изд-во «Мир», 1977. – Т. 1. – 245 с.

ВОЗМОЖНОСТИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ИЗОТОПНЫХ ОТНОШЕНИЙ (IRMS) ДЛЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Жердева, М.А. Веклич

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

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

Возможности современной масс-спектрометрии изотопных отношений (IRMS – Isotope Ratio Mass Spectrometry) позволяют решать широкий спектр задач в рамках геохимических исследований. К настоящему моменту разработано множество методик по исследованию различных типов флюидов и пород с целью получения информации об изотопном составе. Одним из направлений исследований является так называемый изотопный каротаж газа дегазации бурового раствора [1]. Помимо информации, получаемой при традиционном газовом каротаже, результаты изотопных исследований позволяют также ответить на вопросы о природе происхождения газа (газ ранней генерации, биогенный, термогенный, смешанный), протекании процессов биodeградации в залежи, межпластовых перетоках и др. Подобные исследования за рубежом начали проводиться еще в конце прошлого столетия.

К сожалению, в России такие работы практически не ведутся, в первую очередь ввиду малой распространенности современных изотопных масс-спектрометров с сопутствующими системами ввода проб.

В рамках настоящей работы представлены возможности масс-спектрометрии изотопных отношений при исследовании газов дегазации бурового раствора.

В процессе бурения скважины газ, полученный при дегазации бурового раствора, отбирался в специальные контейнеры Isotube, которые затем были направлены на исследования. Отбор был произведен из 2-х интервалов: 290-580 м (верхний) и 2200-3000 м (нижний).

В ходе работ определяли компонентный состав, изотопный состав углерода (ИСУ) углеводородных компонентов C_1 - C_3 и CO_2 , а также изотопный состав водорода CH_4 . Газохроматографический анализ выполняли на хроматографе Кристалл 5000, оборудованном модулем ПИД-ДТП. Определение изотопных составов углерода и водорода проводили методом GC-C-IRMS на изотопном масс-спектрометре DELTA V ADVANTAGE, к которому через интерфейсный блок ConFlo IV присоединялся газовый хроматограф TRACE GC ULTRA, оборудованный блоком GC Isolink (Thermo Fisher Scientific). Разделение компонентов в хроматографе происходило на капиллярной колонке Poraplot Q (50 м·0,32 мм·10 мкм). Температурный режим зависел от определяемого компонента.

Для минорных компонентов (C_2 , C_3) в случае низких концентраций (менее 0,1 % об.) применяли концентрирование с использованием криоловушки (охлаждение жидким азотом). Для каждого анализируемого компонента проводилось не менее 3 параллельных измерений. Результаты считались корректными, если расхождение между параллельными измерениями не превышало 0,3 % для углерода и 5 % для водорода.

Результаты газохроматографического анализа (рис. 1) показали наличие зон с повышенным содержанием углеводородов, как в верхнем, так и в нижнем интервалах. Однако, если в верхнем интервале повышенные концентрации характерны только для метана, то для нижнего это характерно для УВ C_1 - C_5 .

Результаты изотопных исследований свидетельствуют о том, что ИСУ CH_4 изменяется в достаточно широких пределах: от -36 – -37 до -66 – -67 ‰. Таким образом, диапазон изменения ИСУ CH_4 по разрезу скважины составляет ~ 30 ‰, что говорит о различных источниках происхождения газа.

Наиболее изотопно-тяжелый метан (-36 – -37 ‰) приурочен к самой нижней части разреза (2960-3000 м). Как было сказано, для этого интервала отмечается повышенное содержание углеводородов C_2 - C_5 . Средние значения ИСУ компонентов C_2 и C_3 составляют -26,9 и -25,7 ‰ соответственно. Можно утверждать, что в указанном интервале типичный термогенный газ, полученный из термически зрелого органического вещества [1].

Выше отметки 2960 м отмечается постепенное обогащение C^{12} ИСУ CH_4 до -44,5 ‰. Параллельно происходит утяжеление ИСУ C_3H_8 с -25,4 до -14,4 ‰. ИСУ C_2H_6 при этом изменяется незначительно. Подобное изменение ИСУ углеводородов C_1 , C_3 свидетельствует о протекающих процессах биodeградации.

Начиная с 2400 м вверх по разрезу скважины до 2200 м, происходит обогащение легким изотопом ИСУ метана, этана и пропана.

Аналогичная ситуация наблюдается и в верхнем интервале, в диапазоне глубин 368 – 580 м. Однако, облегчение ИСУ происходит не стандартно – вверх по разрезу, а вниз.

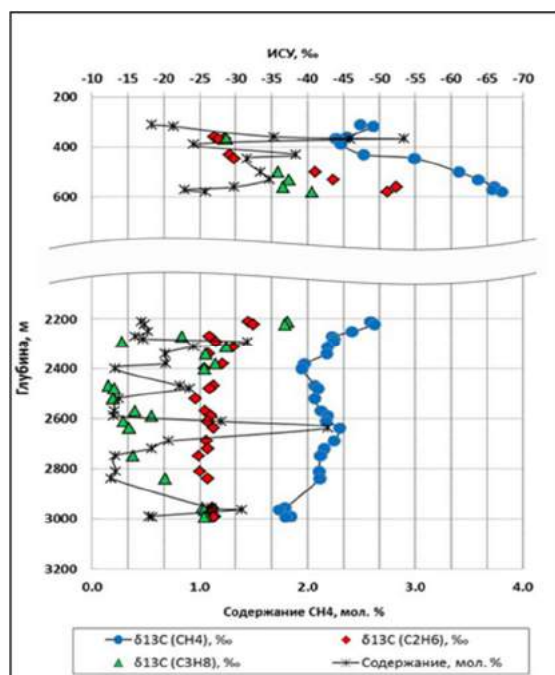


Рис. 1. Изменение содержания CH_4 и ИСУ $УВ\ C_1-C_3$ по разрезу скважины

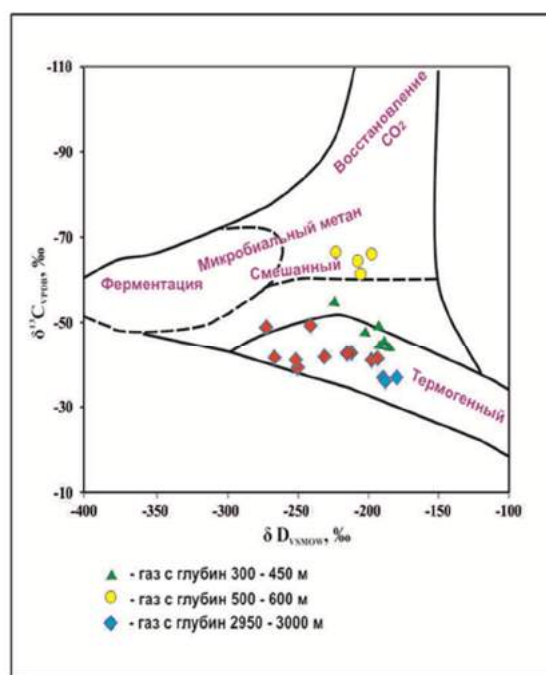


Рис. 2. Диаграмма Витикара

При этом ИСУ этана и пропана достигает аномально низких значений: $-52,4$ и $-40,6$ ‰ соответственно. Обогащение в таком количестве легким изотопом углерода этана и пропана, для газов термогенной природы нехарактерно. Таким образом, C_2 и C_3 , скорее всего, имеют микробальную природу, либо получены в результате смешения компонентов термогенной и микробальной природы. Значение ИСУ этана микробального происхождения может достигать -55 ‰ [2]. Согласно [2, 3], образование этана может происходить в результате деятельности некоторых видов бактерий метаногенов, т.е. имеют место быть процессы метаногенеза, этаногенеза и даже пропаногенеза.

Для установления природы газов достаточно часто используют комбинации установленных геохимических параметров – $\delta^{13}C$ (CH_4) от отношения C_1/C_{2+} и $\delta^{13}C$ (CH_4) от δD (CH_4). Диаграмма Витикара (рис. 2) – зависимость $\delta^{13}C$ (CH_4) от δD (CH_4) – показывает, что газы из интервала 2200–3000 м попадают в поле термогенных газов. Однако наблюдается некоторая дифференциация и смещение к области смешанных газов при движении вверх по разрезу скважины.

Что касается верхнего интервала, то газ с глубин 500–600 м имеет микробальную природу и образуется по гидрогенотрофному пути [4]. Газы с глубин 300–450 м имеют смешанную природу.

В заключение нужно отметить, что полученные результаты изотопного состава газа необходимо сопоставлять с другими геохимическими параметрами. Таким образом, отработка методик применения данных об изотопных вариациях вещества скважин и дальнейшее их внедрение в геохимическую практику исследований уменьшит не только время работ, но и затраты, вкладываемые в разработку, и, что немаловажно, значительно увеличит достоверность результатов.

Литература

1. Ellis L., Brown A., Schoell M., Uchytel S. Mud gas isotope logging (MGIL) assists in oil and gas drilling operations//Oil & Gas Journal, 2003. – V. 101. – № 21. – P. 1 – 8.
2. Oremland R.S, Whiticar M. J. et al Bacterial ethane formation from reduced, ethylated sulfur compounds in anoxic sediments//Geochimica et Cosmochimica Acta, 1988. – V. 52. – P. 1895 – 1904.
3. Oremland R.S. Microbial Formation of Ethane in Anoxic Estuarine Sediments//Applied and Environmental Microbiology, 1981. – V. 42. – P. 122 – 129.
4. Whiticar M. J. Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane//Chemical Geology, 1999. – V. 161. – P. 291 – 314.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА КОЛЛЕКТОРОВ НИЖНЕМЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КAVKAZA**

Е.Ю. Журба

Научный руководитель доцент Ф.И. Фатуллаев

*Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия*

В данной работе рассматриваются возможности рентгеноструктурного анализа при изучении вещественного состава коллекторов в нижнемеловых отложениях Северного Кавказа. Образцы, по данным полевых определений, представлены песчаниками. Во всех случаях это керн буровых скважин, отобранный в интервале глубин от 1000 до 1220 м.

Рентгеновский фазовый анализ был использован как основной метод исследований. Для дифрактометрических исследований препараты готовились методом осаждения из водных суспензий на стеклянную подложку. Отдельно исследовались тонкие фракции ввиду присутствия в составе пород глинистой составляющей.

Съемка производилась на фильтрованном медном излучении Cu K α со скоростью поворота счетчика 1 градус в минуту.

Во всех исследованных образцах в их минеральном составе присутствует кальцит [1] с характерными для него рефлексами 3,86; 3,04; 2,84; 2,50; 2,28; 2,08; 1,910; 1,876 Å и др. (табл. 1).

В количественном отношении на долю кальцита приходится от 40 до 50 % объема пород [3]. Рефлексы на 3,34; 3,56, 4,24; 7,2; 10,2 Å и другие принадлежат кварцу, каолиниту, иллиту, полевым шпатам (табл. 2 и 3).

Другие образцы пород отличаются от описанных выше количеством кальцитовой составляющей и образуют единый комплекс осадочных пород [2, 4].

Для выяснения природы и причин высокого содержания кальцита в составе изучаемого комплекса пород были выполнены детальные литолого-микроскопические исследования образцов с максимально высоким содержанием карбоната.

По данным этих исследований, описываемые породы являются карбонатными породами различного гранулометрического состава, часто смешанного типа с небольшой примесью терригенного материала.

Кальцит – основная составляющая породы, является детритом кальцитовых скелетов беспозвоночных. Детритовые частицы по размеру соответствуют разнoзернистому песку (от мелкого до грубого), редко мелкому гравиию. Они, как правило, хорошо или умеренно окатаны.

Среди детритовых частиц распознаются: обломки раковин двустворок (преобладают) и гастропод (очень редки), фрагменты панцирей и иглы морских ежей, обрывки колоний мшанок и кораллов, неполные раковины и обломки раковин фораминифер (окатанные со всех сторон).

Полости раковин фораминифер заполнены кальцитом, железистым минералом, либо их смесью.

Таблица 1

Результаты рентгенофазового анализа.

Объект исследования: полевое определение – песчаник

Угол отражения, 2 θ max	Интенсивность сигнала, I max	Межплоскостные расстояния кристаллической решетки, d (Å)	Фаза
20.8	4	4.27	Кварц
23.4	1.2	3.86	Кальцит
26.68	10	3.34	Кварц
29.38	10	3.04	Кальцит
35.92	1.4	2.5	Кальцит
39.52	1.8	2.28	Кальцит
43.5	1.8	2.08	Кальцит
47.62	1.7	1.91	Кальцит
48.52	1.7	1.876	Кальцит

Заключение по результатам исследований. Кварц-карбонатная порода (до 50% CaCO₃).

Одновременно в большом количестве присутствуют и органические остатки без признаков окатанности: иглы морских ежей, целые раковины фораминифер с сохранившейся скульптурой и такие же единичные раковинки остракод.

Таблица 2

Результаты рентгенофазового анализа
Объект исследования: полевое определение – песчаник

Угол отражения, 2Θ max	Интенсивность сигнала, I max	Межплоскостные расстояния кристаллической решетки, d (Å)	Фаза
8.84		10,2	Иллит
12.62	8	7.2	Каолинит
26.68	10	3.34	Кварц
29.62	10	3.02	Кальцит
31.06	3	2.88	Кальцит
36.08	1.4	2.49	Кальцит
39.52	1.8	2.28	Кальцит
43.5	1.8	2.08	Кальцит
47.62	1.7	1.91	Кальцит
48.7	1.7	1.87	Кальцит

Заключение по результатам исследований. Кварц карбонатная порода (до 40% CaCO_3).

Терригенный материал – алеврит и мелкий песок, состоящие преимущественно из бесцветного кварца, в меньшей мере – из желтовато-красного халцедона. Зерна этих минералов угловатые, часто острые с «режущими» краями. Как акцессории присутствуют зеленый глауконит, а также отдельные неопределенные зерна темных и темно-зеленых минералов или обломки пород.

Роль цемента соприкосновения играет мелоподобный кальцит. В рыхлой части породы такой же кальцит рассеян между детритовыми частицами.

Отдельно отмечается присутствие лимонита в виде единичных зерен или выполнения ядер раковин фораминифер. Присутствие гидроокислов железа придает желтоватую окраску породе.

На дифрактограммах не проявляется ввиду низкого содержания [4].

Таблица 3

Результаты рентгенофазового анализа
Объект исследования: полевое определение – песчаник

2Θ max	I max	d	Фаза
12.3	8	7.2	Каолинит
23.22	3	3.83	Кальцит
25.46	8	3.5	Каолинит
26.6	10	3.35	Кварц
27.98	8	3.19	Полевой шпат
29.38	10	3.04	Кальцит
31.06	3	2.88	Кальцит
36.08	1.4	2.49	Кальцит
39.52	1.8	2.28	Кальцит
41.22	3	2.19	Кальцит
43.3	1.8	2.09	Кальцит
47.5	1.7	1.914	Кальцит
48.7	1.7	1.87	Кальцит

Заключение по результатам исследований. Кварц-карбонатная порода (до 40% CaCO_3).

Литература

1. Васильев Е.К., Васильева Н.П. Рентгенографический определитель карбонатов. – Новосибирск: Наука, 1960. – 144 с.
2. Лодочников В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. – М.: «Недра», 1990. – 283 с.
3. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. Т. 1. – М.: «Недра», 1957. – 870 с.
4. Реддинг Х.Г., Коллинсон Дж.Д. Обстановки осадконакопления. – М.: Изд-во «МИР», 1990. – 351 с.

ПРИВЕДЕННЫЕ ДАВЛЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ВАХШКОМ НЕФТЕГАЗОВОДОНОСНОМ БАССЕЙНЕ

Д.Ш. Зияев, Н.С. Сафаралиев

Научный руководитель доцент Н.С. Сафаралиев

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Представления о гидродинамических условиях водонапорных систем базируются на фактическом материале, полученном в процессе опробования водонапорных пластов в скважинах. Основными исходными данными для оценки масштаба и направления движения пластовых вод являются замеры статических уровней в скважинах, пластовые давления и температура, плотность и газонасыщенность вод.

Нами были подсчитаны приведенные давления по методике А.И. Силина-Бекчурина для ряда нефтегазоносных структур Вахшского нефтегазоводоносного бассейна [1]. Приведенные данные о давлениях, рассчитанные для кампан-маастрихтского яруса нефтяного месторождения Кичик-Бель (табл.), показывают, что самыми низкими значениями характеризуется скважина 39 (1611 м, плотность воды 1,142 г/см³), а самыми высокими – скважина 31 (1709,38 м, плотность воды 1,095). Плоскость сравнения выбрана по самой глубокой скважине с абсолютной отметкой минус 1140 м.

По приведенным давлениям, направление движения вод в кампан-маастрихтских отложениях месторождения Кичик-Бель возможно от скважины 39 к скважине 31 и от скважины 39 к скважине 34; так как скважина 39 находится в сводовой части структуры Кичик-Бель, движение идет от свода к крыльям структуры (рис.).

На месторождении Акбаш-Адыр приведенные давления рассчитаны для II-горизонта бухарских слоев (Pbh). Плоскость сравнения выбрана на глубине 1220 м. Абсолютная отметка минус 868 м (табл.). Из таблицы видно, что максимальное значение приведенного давления приурочено к скважине 47 на западном крыле структуры. Далее оно понижается в направлении скважин 48 и 52 и минимально в сводовой части структур (скважина 2, столб воды 1099,6 м) (рис.).

На месторождении Кызыл-Тумшук приведенные давления рассчитаны для II-горизонта (бухарские слои), IV-горизонта (акджарские слои-Рак) и V-горизонта (кампан-маастрихтский ярус).

Изменение приведенных давлений в метрах водяного столба по V-горизонту месторождения Кызыл-Тумшук дает противоположную схему (рис.), по сравнению с другими горизонтами (II, IV) этого месторождения.

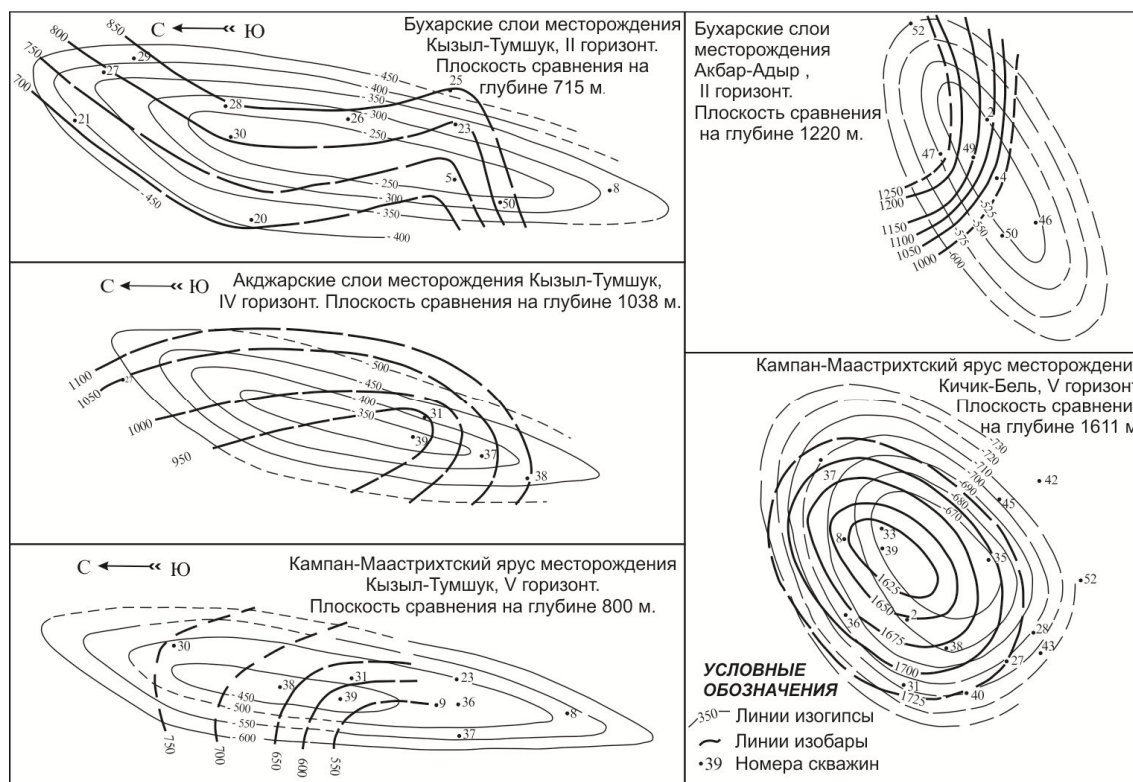


Рис. Направление движение подземных вод нефтегазоносных структур Вахшского бассейна

Таблица

Приведенные давления, рассчитанные для Вахшского нефтегазоносного бассейна

Возраст	№ скважин	Рпл, атм.	ρ воды, г/см ³	Абсолютная отметка точки замера, м	Разность между замерами, м	Р приведенные, м. водяного столба	Примечание	
Бухарские слои месторождения Акбаи-Адыр								
P ₂	bh, II-горизонт	2	79,74	1,0575	-585	-	1099,6	Плоскость сравнения на глубине 1220 м.
	«-»	47	99,5	1,070	-592	7	1289,9	
	«-»	48	108	1,090	-709	117	1248,5	
	«-»	52	122	1,040	-868	159	1220	
Кампан-маастрихтский ярус месторождения Кичик-Бель								
K ₂	Km-м, V-горизонт	31	158,6	1,095	-1029	-	1709,38	Плоскость сравнения на глубине 1611 м.
	«-»	34	159	1,102	-1014	12	1700,88	
	«-»	39	161,1	1,142	-1140	99	1611,0	
II, IV и V горизонты месторождения Кызыл-Тумшук								
Палеоген ₂	bh, II-горизонт	20	76,5	1,081	-350,3	-	813,76	Плоскость сравнения на глубине 715 м.
	«-»	18	77,8	1,034	-361,0	11,3	812,8	
	«-»	23	75,8	1,065	-365,1	3,5	789,1	
	«-»	17	76,9	1,058	-370,8	5,7	794	
	«-»	10	71,5	1,075	-394,5	23,7	715	
	ak, IV-горизонт	18	97,2	1,085	-458,6	-	1071,37	Плоскость сравнения на глубине 1038 м.
	«-»	31	85,2	1,150	-493,8	35,2	914,3	
	«-»	35	86,01	1,105	-522,8	29,0	890,3	
	«-»	23	100,5	1,102	-550,0	27,0	1006,1	
	«-»	21	103,8	1,132	-551,0	1,0	1038,0	
K ₂	Km-м, V-горизонт	38	78,9	1,114	-533	-	881,3	Плоскость сравнения на глубине 804 м.
	«-»	39	69,9	1,127	-549	16,0	773,5	
	«-»	30	89,0	1,113	-580,3	31,5	929,2	
	«-»	31	80,4	1,142	-618,8	35,3	804	
Разведочная площадь Кичик-Донгуз								
K ₂	Km-м, V-горизонт	112	113	1,083	-633,0	-	1649,00	Плоскость сравнения на глубине 1783 м.
	«-»	113	99	1,06	-593,3	39,5	1649,00	
	«-»	114	123	1,084	-778,0	145	1591,88	
	«-»	115	178,3	1,10	-1110	132	1783,0	

Максимальные давления приурочены к скважине 30 (табл.), с приведенным давлением 929,23 м столба воды (абсолютная отметка равна минус 580,5 м). Плоскость сравнения для пятого горизонта выбрана на глубине 804 м с абсолютной отметкой минус 618,8 м (скважина 31).

Направление движения подземных вод в рассматриваемых структурах возможно со стороны западной переклинали к сводовой части структуры.

На разведочной площади Кичик-Донгуз, где приведенные давления рассчитаны в скважинах 112, 113, 114 и 115 (кампан-маастрихтский надярус), все скважины находятся в сводовой части структуры и очень близки друг к другу. Поэтому трудно судить об общем движении вод по площади. Тем не менее, следует отметить, что по имеющимся данным направление движения воды возможно от скважины 115 к 113, т.е. от свода – к западной переклинали.

На площади Кичик-Донгуз самые высокие приведенные давления приурочены к скважинам 115 (1783 м, абсолютная отметка минус 1110 м). В пределах Вахшской группы структур по кампан-маастрихтским отложениям высокие градиенты давления получены на площади Кичик-Донгуз. По-видимому, здесь имеет место вертикальное движение воды [2].

По приведенным давлениям видно, что в региональном плане для Вахшского нефтегазоводносного бассейна движение вод по палеоценовым отложениям направлено с севера и северо-востока к югу.

Таким образом, установлено, что в Вахшском бассейне движение подземных вод направлено от центральных структур месторождения Кичик-Бель к северу, от месторождений Акбаи-Адыр и Кызыл-Тумшук – на юг, к площадям Кара-Дум и Кара-Бура. При благоприятных геологических условиях это приводит к накоплению углеводородов в ловушках.

Литература

1. Зияев Ж. Начальные приведенные давления и направления движения подземных вод в нефтегазоносных районах Юго-Западного Таджикистана // Тезисы докладов и сообщений научно-производственной конференции (22-24 апреля 1974г.). – Джаркюркан, 1974. – С. 38.
2. Сулин-Бекчурин А.И. Динамика подземных вод. – М.: Изд-во Московского Университета, 1958. – 259 с.

**МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И
РАЗВЕДОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ТАДЖИКИСТАНА**

Д.Ш. Зияев, Н.С. Сафаралиев

Научный руководитель доцент Н.С. Сафаралиев

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Изучение химического состава (микроэлементов) вод нефтегазовых месторождений Таджикистана ранее проводилось с учетом общего солевого состава, но мало обращалось внимание на поведение и роли отдельных химических элементов как показателей нефтегазопоискового значения. Распределение химических элементов (микроэлементов) по разрезам, так известно, зависит главным образом от гидрохимической особенности водовмещающих пород, структурно-тектонических условий и гидродинамической обстановки как локальных структур, так и всего бассейна. С целью сравнительного анализа и установления распределения микроэлементов по разрезам месторождений нефти и газа, а также разведочных структур рассмотрим особенности каждого из них в отдельности.

Распределение микрохимических элементов по вертикальным гидрохимическим разрезам нефтегазовых месторождений Таджикистана. Нами изучалось содержание таких микроэлементов как бром, йод, аммоний и нафтеновых кислот в пластовых водах всех нефтегазовых месторождений Вахшского нефтегазоносного бассейна. На месторождении Кичик-Бель изучено поведение брома, йода, аммония и бора в пластовых водах от отложений алая до турона. Здесь продуктивными являются отложения бухары. Следует отметить, что месторождение Кичик-Бель имеет нормальный гидрохимический разрез, а также обладает застойностью пластовых вод. На месторождении Кичик-Бель по разрезу с глубиной наблюдается общее увеличение брома, которое доходит до 779 мг/л (акджар+кампан-маастрихт) и 669,4 мг/л (турон), коэффициент отношения Cl/Br колеблется от 41 до 290, в некоторых анализах концентрация брома превышает значение 300. Максимальное содержание йода приурочено к водам кампан-маастрихтских отложений (скважина 41, интервал 1176-1741 м). На месторождении Кичик-Бель минимальное содержание йода приурочено к водам сульфатно-натриевого и гидрокарбонатно-натриевого типа (в скважинах 42, 39, 31). Повышенная концентрация аммония приурочена к высокоминерализованным водам алая, бухары и кампан-маастрихта. В водах, контактирующих с продуктивными горизонтами месторождения Кичик-Бель, содержание бора незначительно, а в некоторых пробах ниже предела чувствительности. Бор появляется в пластовых водах глубоких горизонтов (кампан-маастрихт и турон). Максимальное содержание бора, равное 40 мг/л, наблюдается в скважине 34, в интервале 1556-1596 м.

На месторождении Акбаш-Адыр низкое содержание аммония наблюдается в водах Ханабада и Риштанских слоев, где имеется сульфатно-натриевый тип воды. Содержание аммония, начиная из низов алайских слоев палеогенового отложения, повышается до кампан-маастрихта и доходит до 300 мг/л (скважина 50, интервал 1184-1186 м). Можно сказать, что на месторождении Акбаш-Адыр повышенное значение аммония связано с залежами нефти в палеогеновых отложениях (бухарские слои). Наблюдается определенная закономерность в распределении брома: с глубиной его содержание повышается и в туронских водах доходит до 691,6 мг/л (скважина 41, интервал 1940-1960 м). Повышенные концентрации бора в разрезе Акбаша-Адыр приурочены к водам, контактирующим с нефтяными залежами (в скважинах 52, 47, 50).

В разрезе газового месторождения Кызыл-Тумшук от неогена до палеогена (бухарские слои) содержание микроэлементов (бора, брома, йода и аммония) незначительно; тип воды – сульфатно-натриевый.

На месторождении Шаамбары в гидрогеологическом разрезе от неогена до сеномана наблюдается равномерное нарастание химических элементов. Самый высокий пик брома по разрезу наблюдается в отложениях сеномана и юры и доходит до 529 мг/л, а минимальные – связаны с водами неогеновых отложений.

В разрезе месторождения Комсомольское повышенное содержание бора, брома, йода и др. наблюдается в пластовых водах палеогена (бухара), мела (турон, сеноман) и юры, в остальных (неогеновых и нижнемеловых) водах содержание микрокомпонентов незначительно. Максимальное содержание аммония отмечено в пластовых водах бухары (скважина 90, интервал 597-622 м) и равно 300 мг/л и в интервале 1230-1211 м (скважина 89) в сеномане – 200 мг/л [1]. Выявлено, что повышенная концентрация бора, брома, йода и др. в разрезе газового месторождения Комсомольское связана с метаморфизованными водами хлоридно-кальциевого типа, а низкое значение концентрации – с сульфатно-натриевым и гидрокарбонатно-натриевым типами вод.

На нефтяном месторождении Курганча исследовались пластовые воды от палеогена (алая) до мела (кампан-маастрихт). Содержание аммония в акджарских слоях доходит до 125 мг/л (скважина 4, интервал 1290-1264 м).

На газонефтяном месторождении Рават повышенное значение аммония, брома и бора приурочено к водам VII-го пласта алайских слоев. Здесь содержание бора и брома в скважине 3 в интервале 3310-3290 м соответственно равно 159,9 мг/л и 639,9 мг/л, а содержание аммония в интервале 3279-3256 м VII-го пласта доходит до 225 мг/л.

На месторождении Айритан высокая концентрация аммония, брома, йода и бора отмечается в пластовых водах V, VI, VII, IXa пластов (скважина 10, интервал 1461-1455 м, туркестанские слои), аммоний содержится до 147 мг/л. В этом интервале концентрация йода доходит до 68,5 мг/л (скважина 9, интервал 1516-1507 м), бора до 114,6 мг/л.

Распределение микроэлементов в подземных водах разведочных структур Таджикистана. На разведочной площади Кичик-Донгуз (Вахшский бассейн) по разрезу площади отмечено общее увеличение йода, брома, бора, аммония в пластовых водах палеогеновых отложений (бахара+акджарские слои) и верхнего кампан-маастрихта. В интервале 840-845 м в скважине 111 содержатся нефтяные кислоты в количестве 3,4 мг/л (среднее). В водах отложений сеномана содержание брома в среднем равно 785 мг/л. Из разведочных структур повышенная концентрация брома (до 500 мг/л) наблюдается на площадях Кичик-Донгуз, Кара-Бура, Кара-Дум и др. [2]. Нефтяные кислоты, являясь продуктами разрушения нефтей, широко распространены в подземных водах нефтегазоносных структур исследуемых районов. Нефтяные кислоты являются весьма малоизученными, хотя они и представляют собой характерный компонент нефтяных вод. Наши исследования подтвердили высказывания Е.А. Барса (1959) о том, что повышенное содержание в водах нефтяных кислот свидетельствует об интенсивно идущих процессах разрушения нефтяных залежей.

Таблица

Перспективы нефтегазоносности в соответствии с содержанием аммония в подземных водах Юго-Западного Таджикистана

Возраст		А				В					С
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р	Алай		▲				▲	▲			
	Бухара					▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Акджар				▲		▲	▲	▲		
K ₂	Кампан-маастрихт	▲			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Турон						▲				
	Сеноман			▲	▲						
K ₁	Алб		▲		▲						
	Апт			▲							
	Баррем										
	Готерив			▲	▲						
	Валанжин										
J ₃	Верхняя юра	▲	▲								

Примечание: А – Душанбинский бассейн: 1–4 – Рохаты, Шаамбары, Андыген и Комсомольское; В – Вахшский бассейн: 5–9 – Кара-Дум, Кичик-Бель, Акбаш-Адыр, Кызыл-Гумшук, Кичик-Донгуз; С – Кафарниганская зона: 10 – Курганча

Установлено, что нефтяные залежи месторождения Акбаш-Адыр (II горизонт), Кичик-Бель (II горизонт), Шаамбары (горизонт Ia) и др. в настоящее время разрушаются инфильтрационными водами, откуда повышенные концентрации нефтяных кислот обнаружены в гидрокарбонатно-натриевых и сульфатно-натриевых водах вышеназванных горизонтов. В связи с этим обнаружение здесь фоновых значений нефтяных кислот (более 10 мг/л) в водах является показателем залежей углеводородов преимущественно нефтяных.

В пределах исследуемых месторождений и разведочных площадей установлена связь нефтяных кислот с залежами углеводородов. В целом по данным исследований микрокомпонентов нами выделены в разрезе осадочных отложений нефтегазовых месторождений новые перспективные горизонты и площади – Кичик-Донгуз, Кара-Дум, Кара-Бура и др. Перечень выявленных перспективных площадей показан в таблице.

Таким образом, авторы, исследуя пластовые воды нефтегазоносных структур Таджикистана, пришли к выводу, что повышенное содержание брома и пониженный коэффициент отношения Cl/Vg менее 300 указывают на хорошую закрытость недр, а также на возможность сохранения залежей углеводородов в этих горизонтах.

Литература

1. Зияев Ж. Гидрогеологическая оценка перспектив нефтегазоносности Вахшской впадины // Материалы республиканской конференции «Геология и геоэкологические проблемы использования горючих полезных ископаемых Таджикистана», ТНУ. – Душанбе, 2011. – С. 59
2. Зияев Ж. Содержание аммония в подземных водах Юго-Западного Таджикистана и его связь с нефтегазоносностью // Проблемы нефтяной и инженерной геологии Таджикистана. // Труды кафедры геологии нефти и газа. – Душанбе: Изд-во МПЦ ТаджикИНТИ, 1971. – С. 118 – 123.

**ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

М.З. Кажумуханова

Научный руководитель доцент Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время Арктический шельф представляет огромный интерес, как с научной, так и с практической точки зрения. Однако освоение минеральных ресурсов арктических акваторий связано с большими рисками, такими как специфические природные условия, отсутствие инфраструктуры и опыта ликвидации влияния разливов нефти на арктическую систему, слабая изученность шельфа. Также серьёзный риск при постановке и проведении морских буровых работ представляют газогидраты [3], которые мало изучены в наших арктических морях. Особый интерес с позиций гидратоносности вызывает шельф моря Лаптевых, представляющий собой субмаринную криолитозону [2], в которой были обнаружены [3, 5] мощные и множественные прорывы метана (с концентрацией до 700 нМ) в виде фонтана пузырьков (так называемые факелы), поднимающихся со дна моря через толщу воды с глубин 60–110 м, а местами уходящие в атмосферу. Именно в этом глубинном интервале ранее предполагалось наиболее значительное протаивание подводной мерзлоты [2], что способствует формированию сквозных газовыводящих путей [5].

Зарегистрированные на Арктическом шельфе факты резкого повышения температуры, по сравнению с прошлым веком (около 5°C [4]), высочайшая скорость береговых эрозионных процессов, ежегодный сброс CH₄ [3], несоизмеримо больший по сравнению с другими объектами, найденные океанические аномалии растворенного метана, в том числе в виде больших (до 500 м в диаметре) факелов, обусловили необходимость проведения более детальных работ.

Данная работа выполнена в ТПУ в рамках договора № 14.Z50.31.0012 от «19» мая 2014 г. с Министерством науки и образования Российской Федерации «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий».

Целью работы является изучение минералогического и гранулометрического составов донных отложений и закономерности распределения в них органического вещества (C_{орг}).

Предметом исследования послужили 24 поверхностные пробы (0-5 см) донных осадков, отобранные в северной части моря Лаптевых с использованием колонкового бурения, в ходе экспедиции 2011 г. на борту флагмана научно-исследовательского флота ДВО РАН НИС «Академик М.А. Лаврентьев».

Гранулометрический анализ проводился методом лазерной дифракции. Минералогический состав изучался под бинокулярным микроскопом отдельно по песчаной и алевритовой фракциям. Содержание C_{орг} определялось на приборе Rock-Eval в Международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей Томского Политехнического Университета.

По гранулометрическому составу выделены фракции размерностью от 0,01 мкм до 3,08 мм. В их составе преобладает пелитовая (<0,01 мм), содержание которой составляет от 24 до 77%, менее распространены алевритовая (от 22 до 45%) и псаммитовая (от 0,3 до 47%) фракции. Согласно классификации осадочных обломочных горных пород образцы представлены преимущественно алевритовыми глинами, реже алевритистыми глинами и песками. По данным гранулометрии построены кумулятивные кривые, рассчитан коэффициент отсортированности, изменяющийся в пределах 1,18-3,65, что свидетельствует о средней степени сортировки обломочного материала у алевритов и хорошей – у песков.

По минералогическому составу пески и алевриты относятся к полевошпат-кварцевым с содержанием обломков пород от 5 до 20% . Кварц резко преобладает над другими минералами и присутствует в количестве 30-60 %. Доминируют прозрачные хорошо окатанные обломки, также отмечаются редкие, угловатые разности, иногда отмечаются прожилки гематита (рис. 1, А).

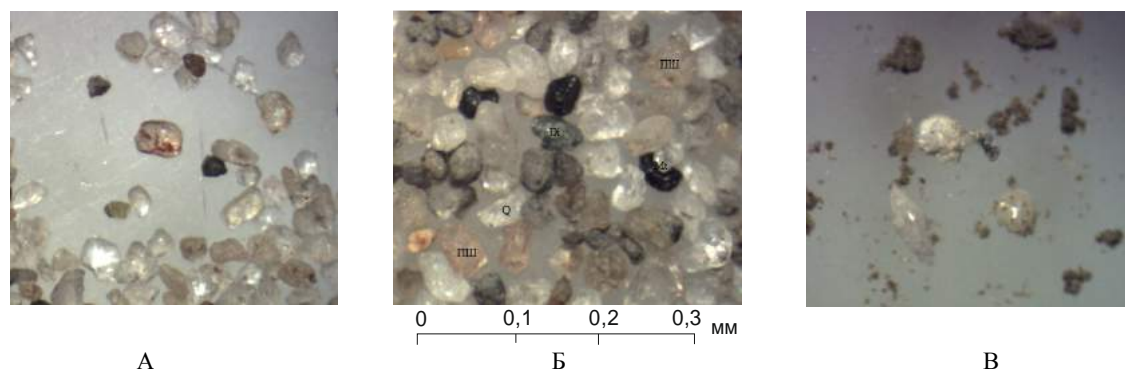


Рис. 1. Особенности минералогического состава песков: А – прожилки гематита в зерне кварца; Б – зерна кварца (Q), полевых шпатов (ПШ), диопсида (Dl) и магнетита (Mt); В – раковины моллюсков

Полевые шпаты (25-35 %) представлены удлиненными полупрозрачными бесцветно-серыми, розовыми и светло-желтыми угловатыми и угловато-окатанными обломками (рис. 1, Б). Повсеместно присутствуют слюды (мусковит, биотит), их содержание колеблется в пределах 5-15%. Карбонатные минералы представлены кальцитом и бурым сидеритом и наблюдаются в образцах № 21, 22, 28, 30 в количестве 10-15%. Из рудных минералов повсеместно распространен магнетит (до 10%), обладающий характерным железо-черным цветом и сильными магнитными свойствами. Акцессорные минералы (до 5 %) представлены эпидотом, диопсидом, апатитом, хлоритом и гранатами. Также отмечается присутствие углефицированных растительных обломков и остатков раковин моллюсков различной формы (рис. 1, В).

Изучение органического вещества является важным аспектом гидрохимических, гидробиологических и геологических исследований и наиболее презентабельным его показателем является органический углерод. Содержание $C_{орг}$ в исследованных пробах варьируется от 0,03 до 1,61%. Для выявления закономерностей содержания и распределения $C_{орг}$ в поверхностном слое донных осадков севера моря Лаптевых (0-5 см) были построены карты распределения органического углерода (рис. 2), совмещенные с картами распределения гранулометрического состава (содержания пелитовой, алевритовой и песчаной фракций).

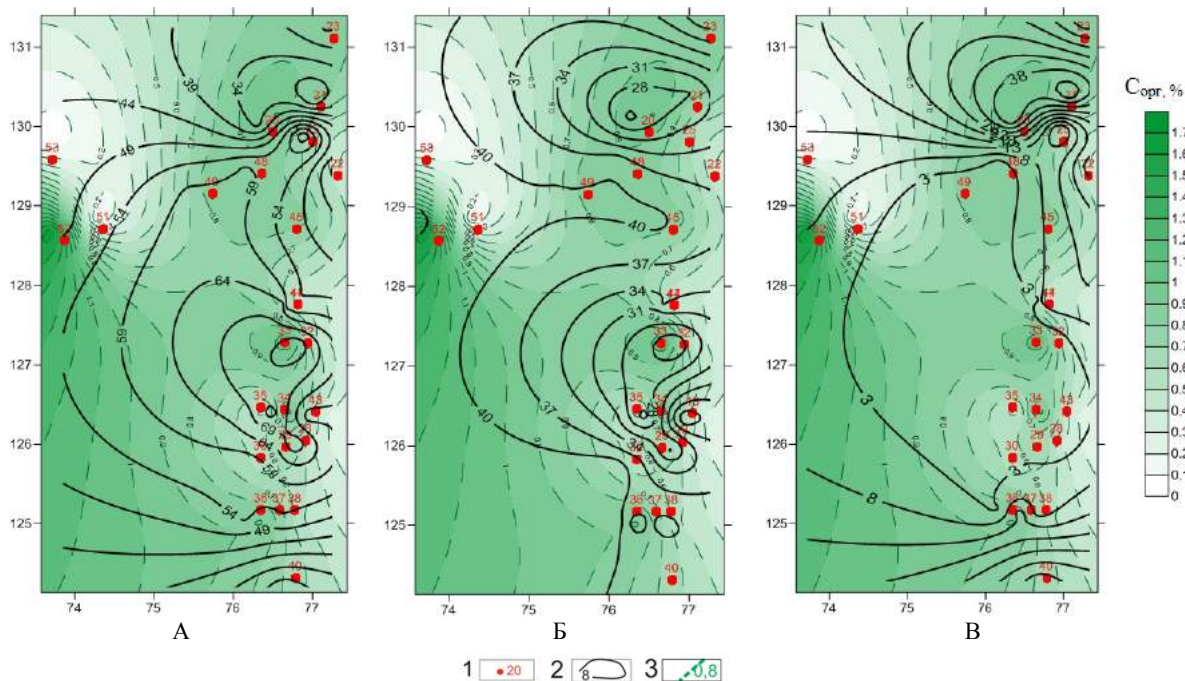


Рис. 2. Карты распределения гранулометрического состава и содержания $C_{орг}$: А – содержание пелитовой фракции; Б – содержание алевритовой фракции; В – содержание псаммитовой фракции. 1 – номера проб; 2 – изолинии содержания гранулометрических фракций (%); 3 – содержание $C_{орг}$ (%)

Вывод:

Согласно полученным данным, установлено, что отложения пелитовых осадков тяготеют к наиболее пониженным участкам, а псаммитовые, наоборот, приурочены к мелководным частям.

Выявлено относительное обогащение пелитовых осадков северной части моря Лаптевых органическим углеродом. Причиной этого, возможно, является повышенная сорбция $C_{орг}$ тонкой пелитовой фракцией.

Литература

1. Колебания уровня моря и формирование ледового комплекса пород на побережье моря Лаптевых в позднем плейстоцене / Д.Ю. Большианов, М.Н. Григорьев, А.С. Шнайдер и др. // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009. – С. 349 – 356.
2. Романовский Н.Н., Хуббертен Х.В. Формирование и эволюция криолитозоны шельфа и приморских низменностей (на примере региона моря Лаптевых) // Изв. РАН. Сер.геогр., 2001. – № 3. – С. 15 – 28.
3. Шахова Н.Е., Сергиенко В.И., Семилетов И.П. Вклад Восточно-Сибирского шельфа в современный цикл метана // Вестник РАН, 2009. – Т. 79. – № 6. – С. 507 – 518.
4. Rachold V. Near-shore arctic subsea permafrost in transition / D.Y. Bolshiyonov [et al.] // Eos., 2007. – V. 88. – №. 13. – P. 149 – 156.
5. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., and O. Gustafsson, Extensive Methane Venting to the Atmosphere from Sediments of the East Siberian Arctic Shelf // SCIENCE, 2010. – Vol. 327. – P. 1246 – 1250.

**ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ ОСИНСКОГО
 ГОРИЗОНТА БИЛИРСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНЕБОТУОБИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)**

А.А. Карих

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучались отложения осинского горизонта билирской свиты, вскрытые бурением на Среднеботуобинском месторождении. Несмотря на то, что изучению особенностей строения осинского горизонта посвящены многие исследования, в том числе, проводимые авторами в Томском политехническом университете [1 – 3], многие вопросы до сих пор остаются открытыми и требуют доизучения.

В административном отношении Среднеботуобинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено на территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия). Месторождение относится к Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области, которая является наиболее изученным и перспективным районом Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В настоящее время осинский горизонт является одним из основных нефтегазопромысловых объектов изучаемой территории [4].

Осинский горизонт билирской свиты мощностью 40,2 м залегает в кровле подсолевого венд-нижнекебрийского карбонатного комплекса и представлен известняками разной степени доломитизации. Снизу вверх по разрезу выделено пять пачек пород, различных по литолого-петрографическим особенностям.

Пачка № 1 мощностью 5,6 м представлена известняками, в разной степени доломитизированными, часто сильно насыщенными нефтью. Породы сложены водорослевыми образованиями различных форм, среди которых преобладают колонии преимущественно мелкокомковатого и сгустково-микритового строения с фиброзными каемками обрастания. Пустоты между колониями в водорослевой постройке выполнены слабоизвестковистым битуминозным долмикритом. Битуминозное вещество присутствует в стилолитах и доломитовом заполнении в виде мелких включений. В породах пачки наблюдаются чередование участков перекристаллизации доломита и послойные выделения вытянутой формы известкового микрита. Пустотное пространство представлено мелкими порами, в нижней части пачки отмечаются хорошо развитые субгоризонтальные и наклонные довольно крупные стилолитовые поверхности и трещины, по которым происходит дробление пород на крупные блоки.

Пачка № 2 мощностью 8 м характеризуется несколько повышенной глинистостью и сложена известняками серыми, светло-серыми, в разной степени доломитизированными, с многочисленными прерывистыми примазками аргиллитов и прослоями (до 6 см) глинистых доломитов. Вдоль примазок и прослоев развивается микростилолитизация. На некоторых интервалах фиксируются многочисленные включения ангидрита. Породы сложены водорослевыми образованиями, среди которых преобладают колонии ренальцисов. Присутствует ангидрит в виде отдельных макровключений, а также развивается по некоторым слойкам долмикрита.

Пачка № 3 мощностью 19 м сложена известняками водорослевыми, иногда переходящими в прослойки известковистых доломитов. Породы пористые и кавернозные, иногда фиксируются каверны, заполненные кальцитом или ангидритом, крупнопятнистые за счет неравномерной пропитки нефтью.

По всему разрезу наблюдаются многочисленные микростилолиты за счет волнисто-спутанных глинистых микрослойков и примазок аргиллитов. Доломит, совместно с битумом, развивается в пространстве между колониями водорослей, постепенно захватывая водорослевые образования и образуя крупные пятнисто-прожилковые участки. На доломитизированных участках наблюдаются многочисленные открытые поры, в которых иногда фиксируются разрозненные шпатовидные выделения ангидрита (рис. 1).

Кроме того, в этих же участках изредка встречаются мелкие поры, выполненные глинисто-битуминозным веществом. В кровле пачки наблюдается сильно ангидритизированный прослой (около 5 см), в котором ангидрит выступает в роли порово-базального цемента для известково-доломитовых образований водорослевого генезиса.

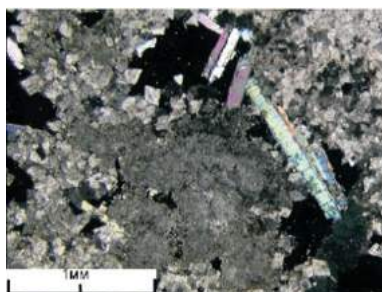


Рис. 1. Шпатовидные выделения ангидрита в поре на доломитизированном участке; Николи X

Пачка № 4 мощностью 7,6 м представлена водорослевыми известняками с пятнистой окраской за счет неравномерной пропитки нефтью, с многочисленными порами и кавернами (до 1-2 см). В порах и кавернах часто отмечается галит. В средней части и в основании разреза фиксируются интервалы с многочисленными неравномерными прослоями аргиллитов. В породах данной пачки уже не наблюдается такое достаточно плотное

наслоение водорослевых колоний, как в нижележащей пачке. Для них характерно совместное присутствие многочисленных комков и оолитоподобных водорослевых образований, а также субсферических форм с радиальным строением и более редких субшаровидных колоний ренальцисов. Преобладание оолито-комковатых образований предопределило более пористое строение этой пачки. Часто фиксируются первичные пустоты, выполненные янокристаллическим кальцитом, наиболее крупные из которых имеют открытые центральные части. В шлифах видны все стадии доломитизации вплоть до практически полного замещения доломитом. Доломитизированные участки характеризуются микропористым строением за счет образования межкристаллических пор (рис. 2).



Рис. 2. Известняк водорослевый, доломитовый, пористый (белое – открытые поры).
Билрская свита, пачка №4; Николи //

Пачка № 5 имеет мощность 6,3 м и характеризуется двучленным строением. В верхней части преобладают доломиты в разной степени известковые, прослоями глинистые до аргиллитов доломитовых. Нижняя часть сложена преимущественно известняками доломитовыми и доломитистыми. В целом породы серые, участками до темно-серых из-за пропитки нефтью, массивные и со слабоволнистой и субгоризонтальной слоистостью за счет многочисленных слоев аргиллитов, с примесью ангидрита и галита. В кровле пачки наблюдается более интенсивная ангидритизация, а вниз по разрезу количество ангидрита резко снижается. Доломиты и доломитовые известняки в основном микритовые, редко микритово-зернистые с неяснокомковатой структурой. В середине пачки фиксируются два сближенных прослоя (толщиной 5 и 10 см) сильно окремененных оолито-пизолито-интракlastических карбонатных пород, с многочисленными порами и кавернами, которые выполнены кварцем или доломитом, а в центральных частях часто открыты. В целом рассматриваемые карбонатные породы характеризуются низкими значениями проницаемости (< 2 мД) и относительно невысокой пористостью (в среднем около 5 %). Наилучшими коллекторскими свойствами обладают водорослевые, в разной степени доломитизированные известняки пачек № 3 и № 4. Причем наиболее высокие значения пористости (от 7 до 12%) и проницаемости (от 2 до 65 мД) фиксируются преимущественно в породах с большим содержанием (> 30%) доломита.

Интенсивная доломитизация повышает пористость за счет того, что новообразованные ромбоэдрические кристаллы доломита создают неплотную упаковку, соприкасаясь либо ребрами, либо вершинами граней. Наряду с доломитизацией, важную роль в формировании коллектора играет стилолитизация. Полости многочисленных микростилолитов, развивающихся, главным образом, по поверхностям наложения водорослевых колоний, выполнены нефтяным веществом. Именно по стилолитам, как по наиболее ослабленным зонам, проходило перемещение нефти и насыщение ею доломитизированных микропористых участков.

Необходимо отметить, что в целом пористость и проницаемость в карбонатных породах этих пачек невысокие, хотя при макрокопическом изучении в них наблюдаются многочисленные каверны. Однако, все наиболее крупные поры и каверны, в настоящий момент заполнены галитом или ангидритом, а основная емкость коллектора, связана, как и отмечалось выше, с новообразованными в результате доломитизации микропорами и стилолитами.

Литература

1. Недоливко Н.М. Условия образования и вторичные изменения пород-коллекторов осинского горизонта на Восточно-Сугдинской площади (Иркутская область) // Горный журнал. Цветные металлы. Черные металлы. Специальный выпуск. – М., 2012. – С. 44 – 48.
2. Недоливко Н.М. Генетические признаки и условия образования отложений усольской свиты Непско-Ботубинской антеклизы // Издательство ООО «Экспозиция Нефть Газ» Республика Татарстан, 2012. – Нефть Газ – № 2 (20). – С. 30 – 33.
3. Карих А.А., Недоливко Н.М. Литолого-петрографические особенности коллекторов осинского горизонта усольской свиты (Верхнеконское месторождение) Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, 16–20 февраля 2015 г., С.-П., ФГУП «ВСЕГЕИ». – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2015. – С. 341 – 343.
4. Шемин Г.Г. Литолого-фациальная основа прогноза нефтегазоносности карбонатных продуктивных горизонтов подсолового вендско-нижнекембрийского комплекса Непско-Ботубинской НГО (Лено-Тунгусская НГП) // Труды VII Всероссийского литологического совещания. – Новосибирск, 2013. – Т. 3. – С. 281 – 283.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В МЕКСИКАНСКОМ
 БАССЕЙНЕ И КАРИБСКОМ МОРЕ**

Т.С. Кастильо

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время по мере истощения месторождений на суше происходит смещение интереса нефтедобывающих компаний в область шельфа и глубоководных окраин континентов. Они рассматриваются как новый источник добычи углеводородного сырья. Одними из наиболее и перспективных являются бассейны, расположенные на Атлантическом побережье Северной и Южной Америк [3].

Латинская Америка является регионом, богатым энергетическими ресурсами. На её долю приходится 10% мировых запасов нефти. Для сравнения в Северной Америке (без Мексики) всего 2,5%, в Африке – 9,3%, в странах Восточной Европы – 8%, в Азии – 4% и в Западной Европе – 1,6% [10, 11].

Мексика, наряду с Венесуэлой, обладает наибольшими резервами среди стран Латинской Америки, однако большая часть нефтяных запасов Мексики находится в Мексиканском заливе [9].

Мексиканский залив (Gulf of Mexico) – это самый крупный залив в мире, внутреннее море Атлантического океана. Этот бассейн занимает лидирующую позицию и по использованию нефтяных платформ в глубоководных областях и по достигнутым глубинам. Здесь выявлено свыше 2000 нефтяных и газовых месторождений, в том числе более 200 – в субаквальной части. Бассейн ограничен с северо-запада, севера и востока побережьем США (штаты Флорида, Алабама, Миссисипи, Луизиана и Техас), на юге и юго-западе – побережьем Мексики (штаты Тамаулипас, Веракрус, Табаско, Кампече, Юкатан) и острова Куба [1, 2, 5, 7].

Мексиканский залив обладает значительными запасами нефти и газа. Здесь располагаются такие крупные бассейны, как Кампече, Макуспана и Тампико-Тукспан. Группа месторождений Кантаоелл в бассейне Кампече в настоящее время дает примерно 70% всей нефтедобычи Мексики. При этом перспективы всей площади еще до конца не раскрыты. В целом Мексика обладает громадным еще нераскрытым нефтегазовым потенциалом. Высокие перспективы нефтегазоносности и у шельфов п-ов Юкатан и Флорида. Общие начальные потенциальные извлекаемые ресурсы Мексиканского залива оцениваются в 6,3 млрд. т нефти и 4,8 трлн. м³ газа. В пересчете на нефть это составит более 10 млрд. т условных углеводородов, в том числе 4,5 млрд. т в акватории США и 5,6 млрд. т в акватории Мексики. Перспективной считается антиклинальная зона Пердидо, расположенная в глубоководной впадине Сигсби на континентальном склоне Техаса. Таким образом, район Мексиканского залива является наиболее перспективным в Северной Америке [2, 4, 5, 6, 8, 13].

Венесуэла – одна из самых богатых нефтью стран в мире. На территории и в 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 (Маракайбский нефтегазоносный бассейн, нефтегазоносный бассейн Баринас-Апуре, нефтегазоносный бассейн Бонаире-Кариако и Оринокский нефтегазоносный бассейн). Если считать стандартную по своим характеристикам нефть, Венесуэла обладает 6,8% от мировых доказанных запасов, т.е. 80 млрд. баррелей, что ставит ее на шестое место в мире после Саудовской Аравии, России, Ирана, Ирака и Кувейта. Если добавить запасы сверхтяжелой нефти, показатель возрастает до 270 млрд. баррелей, что сразу выдвигает Венесуэлу на первое место в мире по нефтяным резервам [5, 12, 14].

Однако это не означает, что все месторождения нефти в Венесуэле уже открыты. Акватория Карибского море практически не изучена бурением. Но разведка и добыча углеводородов на море очень дорогой процесс. Поэтому, чтобы снизить риски при разведке, необходимо понять механизм формирования нефтегазоносности региона. Для этого следует выявить основные факторы, контролирующие генерацию углеводородов, их аккумуляцию и сохранность в ловушках. Существенную помощь в этом может оказать использование методов современной геохимии.

Литература

1. Аникеев К.А. Геологические, нефтегазовые и флюидодинамические особенности // Природа, 2011, – № 3. – С. 20 – 22.
2. Антуан Д., Мартин мл. Р., Пайл Т., Брайант У. Континентальные окраины Мексиканского залива // Геология континентальных окраин / Под. ред. К. Берка и Ч. Дрейка. – М.: Изд-во Мир, 1979. – 356 с.
3. Бакиров А.А., Варенцов М.И., Бакиров Э.А. Нефтегазоносные провинции и области зарубежных стран. – М.: Недра, 1971. – 268 с.
4. Высоцкий И.В., Оленин В.В. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. – М.: Недра, 1990. – 405 с.
5. Гаврилов В.П. Геология и минеральные ресурсы мирового океана. – М.: Недра, 1990. – 323 с.
6. Забанбарк А. Структурные черты и перспективы нефтегазоносности континентальных склонов бассейна Мексиканского залива (акватория США) // Океанология, 2006. – Т. 46. – № 4. – С. 596 – 602.
7. Запывалов Н.П. Нефтегазоносность акваторий мира: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2009. – 260 с.
8. Колюхов А.И. Геологическое строение, этапы развития и нефтегазоносные комплексы бассейна Мексиканского залива // Литология и пол. ископ., 2008. – №4. – С. 425 – 440.
9. Нефтяная и газовая промышленность Мексики. – М.: ЦНИИТЭНефтегаз, 1965. – 130 с.
<http://www.cdu.ru/articles/detail.php?ID=304672>

10. Справочник по нефтяным и газовым месторождениям зарубежных стран. Европа. Центральная и Северная Америка. – М.: Недра, 1976. – 600 с.
11. Официальный сайт программы «ПЕТРОКАРИБЕ». – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.petrocaribe.org/interface.sp/database/fichero/publicacion/961/80.PDF>
12. Официальный сайт государственной корпорации «ПДВСА». – [Электронный ресурс]. URL: http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenu.tpl.html&newsid_obj_id=527&newsid_temas=16
13. Официальный сайт государственной корпорации «РЕМЕХ». – [Электронный ресурс]. URL: http://www.pemex.com/acerca/informes_publicaciones/Paginas/default.aspx
14. Хаин В.Е. Основные этапы геологического развития Мексикано-Карибского региона // Комплексные исследования Карибского моря, Мексиканского залива и сопредельных вод. – М.: Наука, 1975. – С. 25 – 46.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЕ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН (ГАММА КАРОТАЖА) ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

А.А. Киреева

Научный руководитель доцент Л.М. Бурштейн

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
г. Новосибирск, Россия*

В настоящее время при прогнозе нефтегазоносности и поисках скоплений углеводородов в районах разной степени изученности широкое применение нашли методы историко-геологического (бассейнового) моделирования процессов нефтидогенеза. При создании геолого-геохимической модели исследуемого объекта в рамках этого подхода одной из основных проблем является выделение нефтегазопроизводящих толщ и обоснование их генерационного потенциала. В пределах юго-восточной части территории Западно-Сибирской провинции главной нефтегазопроизводящей толщей является высокоуглеродистая баженовская свита и ее стратиграфический аналог – марьяновская свита.

Согласно Т.М. Парфеновой и др. [5], впервые связь между гамма каротажем (ГК) и содержанием органического углерода (Сорг.) была установлена в 1945 г. Beers R.F. для палеозойских формаций санбэри и антрим. Также исследования связи содержания урана и уровней естественной радиоактивности с содержанием органического углерода в породе проводились для бассейнов Брессан (Франция), Огайо, Чаттануга, Вудфорд (США), для посидониевых сланцев Германии и др. Исследователи Beers R.F., Curial Al., Moretto R. отметили, что соотношения урана и органического углерода в породе непостоянны и зависят от нескольких факторов: природы органического вещества; количества урана; диагенетических преобразований осадка.

В 1971 г. И.И. Плуман [6] впервые обратил внимание на тесную корреляционную связь между содержанием урана и органическим углеродом в баженовской свите. Он отмечает, что породы баженовской свиты характеризуются повышенной (до 0,007 %) ураноносностью, отличаясь этим от других морских образований Западно-Сибирской провинции.

И.И. Плуман и В.В. Хабаров в своих работах [6, 8] также отмечают, что основной вклад в естественную радиоактивность породы, фиксируемую на кривых гамма каротажа, дает уран, в меньшей степени, торий и калий. Сероводородная среда в полужамкнутом морском бассейне и обеспечение растворенного урана в осадке являются необходимыми условиями для обогащения ураном морских глинистых осадков с высоким содержанием органического углерода (3-18 %). Поступление урана в баженовскую свиту происходит либо в растворенном виде из морских вод (90 % массы), либо во взвешенном состоянии в составе глинистых частиц (10 % массы) вследствие разрушения уранил-карбонатных анионов. Далее происходит поглощение урана органическим веществом свиты.

В своей работе в 1989 г. В.В. Хабаров и Т.В. Первухина [9] определили, что для пород баженовской свиты повышенная радиоактивность по гамма каротажу хорошо коррелируется (коэффициент корреляции 0,87) с повышенным содержанием урана. Оценкой связи радиоактивности с органическим углеродом и построением карт содержания органического углерода для Западно-Сибирского бассейна занимались В.А. Конторович, В.В. Хабаров и др. [3, 8].

Исследования М.А. Павловой и др. [1] на примере одной из скважин Салымского месторождения показали, что существует зависимость локального содержания органического углерода в баженовской свите от значений замеров гамма и бокового каротажей. А.А. Дешина и Е.В. Пономарева [2] уточнили эту зависимость, увеличив количество скважин в исследовании.

В настоящей работе были проанализированы данные гамма каротажа в 435 скважинах, пробуренных на территории юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. С помощью методики М.А. Павловой и др. были определены средние значения содержания органического углерода. На основе этих значений была построена карта средних содержаний органического углерода в баженовской и марьяновской свитах в пределах территории исследования. Стоит отметить, что найденная М.А. Павловой и др. зависимость «кern-ГИС», была скорректирована для данной территории исследования, поскольку параметры зависимости ГК-Сорг. значительно изменяются по площади. Это связано с влиянием региональных факторов – палеогеографических обстановок осадконакопления баженовской свиты, биопродуктивности волжского морского бассейна, удаленности от источников сноса и скорости привноса терригенного материала [3, 7].

В результате были оценены содержание и распределение органического углерода в баженовской свите в пределах территории исследования (рис.). Наиболее обогащена органическим углеродом западная и центральная части территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, где средние значения достигают 13,5 %.

Восточная часть менее обогащена, и средние значения органического углерода составляют до 7,5 %, что связано с фациальным переходом отложений баженовской свиты в марьяновскую.

Настоящее исследование позволило выявить наиболее обогащенные органическим углеродом участки на исследуемой территории, что даст возможность оценить генерационный потенциал баженовской свиты.

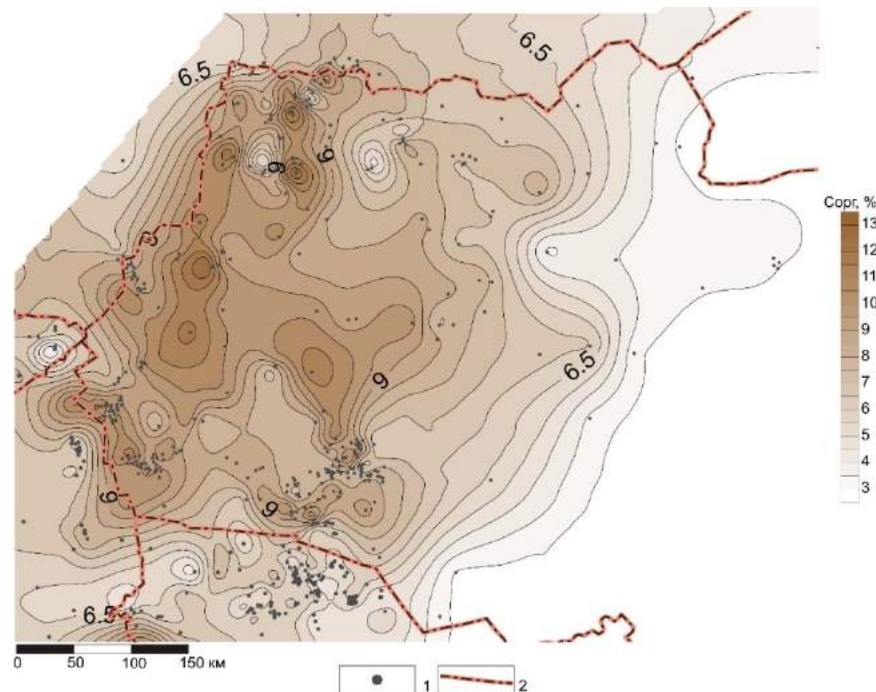


Рис. Карта средних содержаний органического углерода баженовской свиты юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: 1 – средние содержания органического углерода, вычисленные по зависимости «кern - ГИС», 2 – административные границы

Исследование выполнено в рамках проекта президиума РАН ОНЗ-1.2.

Литература

1. Глинских В.Н., Павлова М.А., Казаненков В.А., Сухорукова К.В. Интерпретация материалов геофизических исследований скважин нефтеносного разреза баженовской свиты: литотипы и их физические параметры // Сборник материалов VIII международной научной конференции «ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь – 2012». – Новосибирск, 2012. – Т. 1. – С. 127 – 131.
2. Дешин А.А., Пономарева Е.В. Распределение органического углерода в баженовской свите по данным геофизических исследований скважин (Салымский нефтегазоносный район) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – Новосибирск, 2014. – № 2с. – С. 99 – 104.
3. Конторович А.Э., Меленевский В.Н., Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Казаненков В.А., Казарбин В.В., Махнева Е.Н., Ямковая Л.С. Литология, органическая геохимия и условия формирования основных типов пород баженовской свиты (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. – Новосибирск, 1998. – № 11. – С. 1477 – 1491.
4. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 480 с.
5. Парфенова Т.М., Меленевский В.Н., Москвин В.И. Использование гамма-каротажа для определения содержания органического вещества в высокоуглеродистых осадочных формациях (на примере баженовской свиты) // Нефтяная и газовая промышленность. Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – Москва, 1999. – № 11. – С. 29 – 34.
6. Плуман И.И. Распределение урана, тория и калия в отложениях Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – М.: 1971. – № 11. – С. 1139 – 1143.
7. Пономарева Е.В., Павлова М.А. Геологические факторы, влияющие на распределение органического углерода в баженовской свите [Электронный ресурс] // Геомодель 2015: 17-я конференция по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа (г. Геленджик, Россия, 7 – 10 сентября 2015 г.): Тезисы докладов, 2015. – С. Th 00 10
8. Хабаров В.В., Нелепченко О.М., Волков Е.Н. и др. Уран, калий и торий в битуминозных породах баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология, 1980. – № 10. – С. 94 – 105.
9. Хабаров В.В., Первухина Т.В. Выделение и литостратиграфическое расчленение битуминозных пород в разрезах Западной Сибири // Литология разрезов Западной Сибири по геофизическим исследованиям. – Тюмень, 1989. – С. 82 – 89.

СИСТЕМА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В СРЕДНЕ-ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ЗАПАДНО- СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников, А.А. Меркулова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) является очень значимым источником нефти и газа для промышленности нашей страны. Перспективными, но пока недостаточно изученными в этом отношении являются палеозойские отложения. Они сложены карбонатными, карбонатно-кремнистыми и карбонатно-глинистыми породами со сложной историей формирования и преобразования вторичными процессами. Вся территория ЗСГ подразделена на 23 структурно-фациальных района (СФР) [4], каждый из которых характеризуется особенностями формирования пород палеозойского комплекса (рис. 1, 2). Породы-коллекторы в палеозойских отложениях приурочены к известнякам, преобразованным вторичными процессами гидротермальной доломитизации и гидротермального выщелачивания, в результате проявления которых сформировалось пустотное пространство. Известняки при накоплении образуют большие по площади и мощности объекты, которые именуются термином «карбонатная платформа». Для оценки перспектив палеозойского комплекса в плане обнаружения месторождений нефти и газа, приуроченных к карбонатным платформам, нами построена серия палеогеографических карт для различных возрастных уровней (рис. 2).

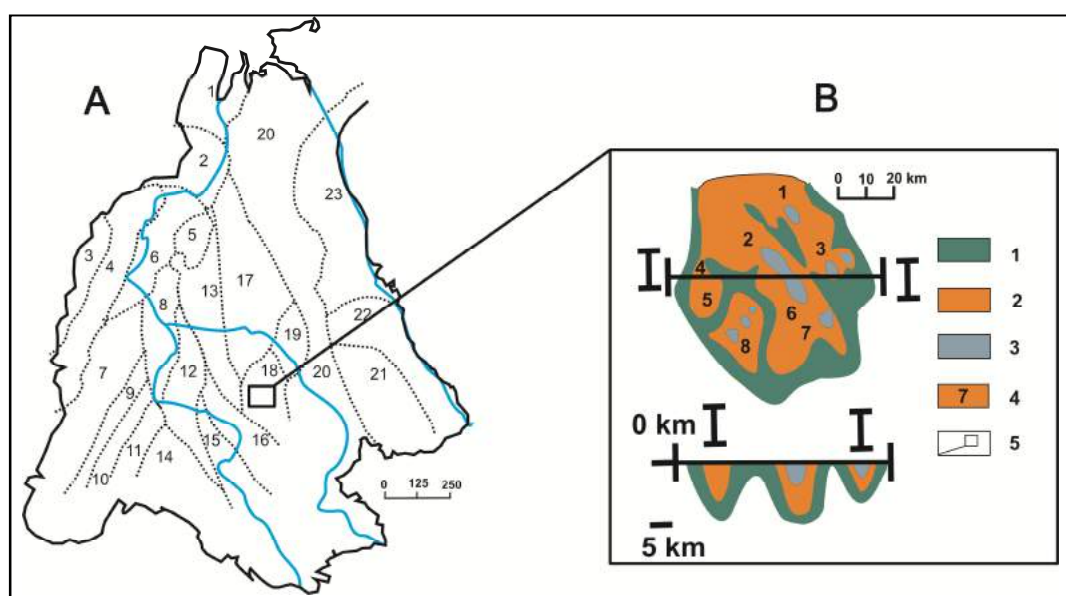


Рис. 1 Схема структурно-фациального районирования палеозойских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы [4] (А) и палеозойские отложения Межовского срединного массива Нюрольского СФР, смятые в синклиналию складку (В): А – структурно-фациальные районы (СФР): 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – 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: 1 – кембрийско-нижнедевонские; 2 – средне-верхнедевонские; 3 – нижне-среднекарбонные; 4 – месторождения нефти и газа (1 – Северо-Останинское, 2 – Герасимовское, 3 – Останинское, 4 – Урманское, 5 – Арчинское, 6 – Северо-Калиновое, 7 – Калиновое, 8 – Нижне-Табганское); 5 – местоположение Межовского срединного массива в пределах Нюрольского СФР

После завершения существования палеозойского моря, в конце карбона, территория ЗСГ при проявлении герцинской складчатости была смята в складки северо-восточного и северо-западного простирания, палеозойские отложения сформировали синклиновые складки или антиклинорные структуры (рис. 1).

В течение перми и триаса произошло интенсивное разрушение приподнятых участков, в результате чего сформировался доюрский рельеф, именуемый в литературе нефтегазоносным горизонтом зоны контакта (НГГЗК) [3] палеозойских и перекрывающих их мезозойских (юрских) отложений.

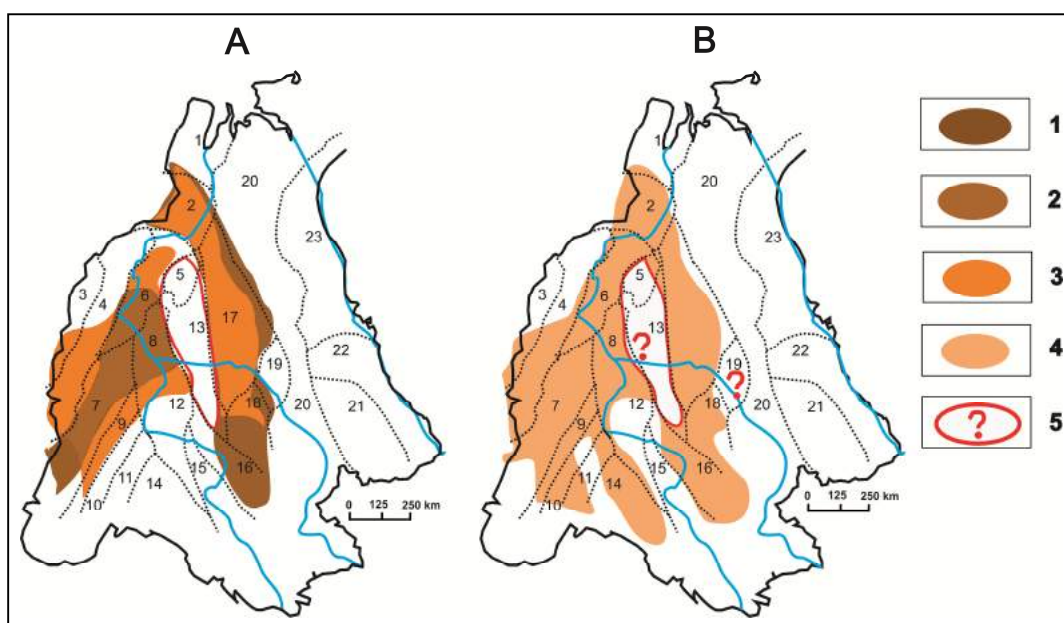


Рис. 2 Площади формирования на территории ЗСГ карбонатных платформ: А – в среднем девоне, фране; В – в фамене: карбонатные платформы: 1 – среднего девона; 2 – совмещенные среднего девона и верхнего девона-франа; 3 – верхнего девона, франа; 4 – верхнего девона, фамена; 5 – отложения бурением не установлены

В НГГЗК [3] при длительном континентальном стоянии региона в результате проявления процессов гипергенеза по останкам палеозойских пород сформировались площадные коры выветривания. Ниже НГГЗК расположена зона дезинтеграции [2], представленная системой разломов и оперяющих их трещин, при циркуляции по которым гидротермальных растворов соответствующей специализации, в карбонатных породах сформировались породы-коллекторы трещинно-порового и трещинно-каверно-порового типа гидротермально-метасоматического генезиса, с которыми и связано открытие в палеозойском комплексе ряда месторождений нефти и газа (рис. 1) [1].

Формирование карбонатных платформ в позднем девоне осуществлялось на значительной территории ЗСГ (рис. 2). Нами прослежена динамика карбонатакопления в среднем и позднем девоне (рис. 2) для Нюрольского СФР, изучен ряд площадей Межовского срединного массива (рис. 1). Здесь отложения франского и фаменского возраста представлены образованиями герасимовской и лугинецкой свит соответственно.

В образованиях средне-позднедевонского возраста при проявлении вторично-катагенетических процессов гидротермально-метасоматической доломитизации или трещинного выщелачивания сформировались породы-коллекторы с геометризацией пространства при проявлении трещинной тектоники.

Сформирована *приразломная чересполосно-трещинная (древовидная) система*, в участках между сближенными разломами сформированы чересполосно-трещинные массивные (объемноблоковые) системы пород-коллекторов.

Учитывая близкий литологический состав образований карбонатных платформ на всей территории ЗСГ, можно предположить, что и по всей территории их обнаружения породы-коллекторы в них будут сформированы по подобной же трещинной системе, а значит, мы вправе ожидать открытия в подобных отложениях новых месторождений нефти и газа.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы:

1. В среднем и позднем девоне на территории ЗСГ сформировались мощные толщи карбонатных пород. В результате проявления герцинской складчатости палеозойские отложения были смяты в складки северо-западного и северо-восточного простирания.

2. В синклиналих перегибах образовавшихся складок в результате проявления гидротермально-метасоматических преобразований сформировались системы пород-коллекторов: чересполосно-трещинная (древовидная), связанная с протяженными разломами, и чересполосно-трещинная массивная (объемноблоковая) – в участках между двумя сближенными разломами.

3. Подобные трещинные гидротермально-метасоматические зоны формирования пород-коллекторов по карбонатным породам среднего и верхнего девона может быть установлена на всей территории формирования карбонатных платформ, развитых в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы.

Литература

1. Ezhova A.V. Pore space genesis and rock-fluid properties of Paleozoic reservoirs of Tomsk area fields // *Geologiya Nefti i Gaza*, 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 Чузиковско-Чижаловской зоны нефтегазоаккумуляции) // 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.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕЩИННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В ОРДОВИКСКО-НИЖНЕДЕВОНСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников, А.С. Нестерова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время наиболее перспективными, но недостаточно изученными образованиями, перспективными для формирования пород-коллекторов и месторождений нефти и газа в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) являются палеозойские отложения, сформировавшиеся в палеозойском море комплекса вендско-карбонического 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 байкалит (структуры докембрийской стабилизации), примыкающих к ЗСГ с запада и востока.

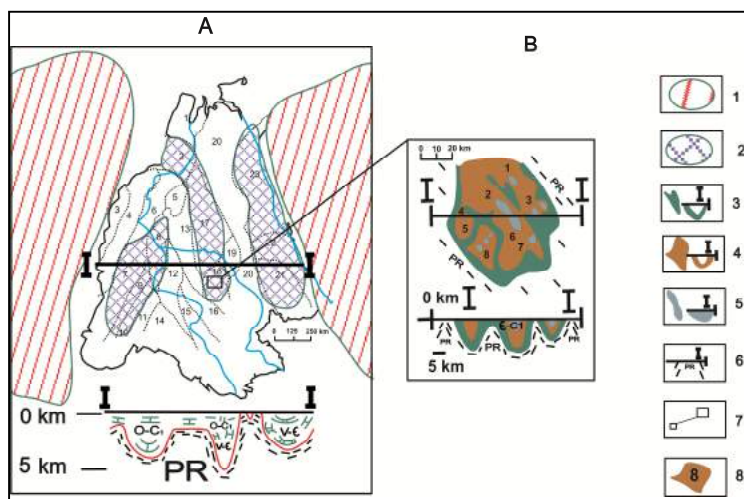


Рис. 1. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) [4], смятые в антиклинорные и синклинорные складки, и схематический геологический разрез по линии I–I (А) и палеозойские отложения Межевского срединного массива Нуральского СФР, смятые в синклиналию складку (В).

А: 1 – участки с мощностью палеозойских отложений более 500 м; 2 – участки развития байкалит.

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 – Варьганский;

18 – Нуральский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский;

23 – Ермаковский. В: 1 – области развития байкалит; 2 – синклинорные зоны герцинской складчатости.

Породы: 3 – кембрийско-нижнедевонские; 4 – средне-верхнедевонские; 5 – нижне-среднекарбонические; 6 – протерозойские; 7 – местоположения Межевского срединного массива в пределах Нуральского СФР; 8 –

месторождения (1 – Северо-Останинское, 2 – Герасимовское, 3 – Останинское, 4 – Урманское, 5 –

Арчинское, 6 – Северо-Калиновое, 7 – Калиновое, 8 – Нижне-Табанганское)

Палеозойские образования ЗСГ по комплексу критериев подразделены на 23 структурно-фациальных района (СФР) [5]. По ним, при их выходе на доюрскую поверхность, сформировался [3] нефтегазоносный горизонт зоны контакта (НГТЗК) палеозойских и мезозойских отложений, к которому приурочены открытые в палеозойском комплексе месторождения нефти и газа. По нашему мнению, НГТЗК подстилается зоной гидротермально-метасоматически измененных пород трещинной природы, сформированной при проявлении герцинской складчатости [2].

Вследствие ее проявления палеозойские отложения были смяты в синклиорные и антиклиорные зоны (рис. 1, А). В них, как это видно из геологического разреза, синклиорным зонам соответствует максимально сохранившийся палеозойский разрез, а антиклиорные структуры характеризуются его сокращением, вплоть до почти полного исчезновения пород.

Синклиорные зоны сложены палеозойскими образованиями, смятыми в синклинали, аналогичные синклиналиам Межовского срединного массива (рис. 1, В), и примыкающие к ним антиклинали, где на доюрскую поверхность выходят протерозойские отложения фундамента.

Синклиорные зоны сложены структурами более мелкого порядка, перемежающимися с подобными же антиклиорными зонами. Участки сгущения синклиорных прогибов будут соответствовать синклиориям первого порядка, участки преобладания антинальных структур будут соответствовать антиклиорным зонам, в пределах которых синклиальные складки будут уничтожены процессами денудации частично или в значительной степени (Колпашевский СФР). Все палеозойские отложения разбиты системой разломов, имеющих северо-восточное и северо-западное простирание.

В палеозойских отложениях перспективными коллекторами 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. 2, А), силуре (рис. 2, В) и нижнем девоне (рис. 2, С).

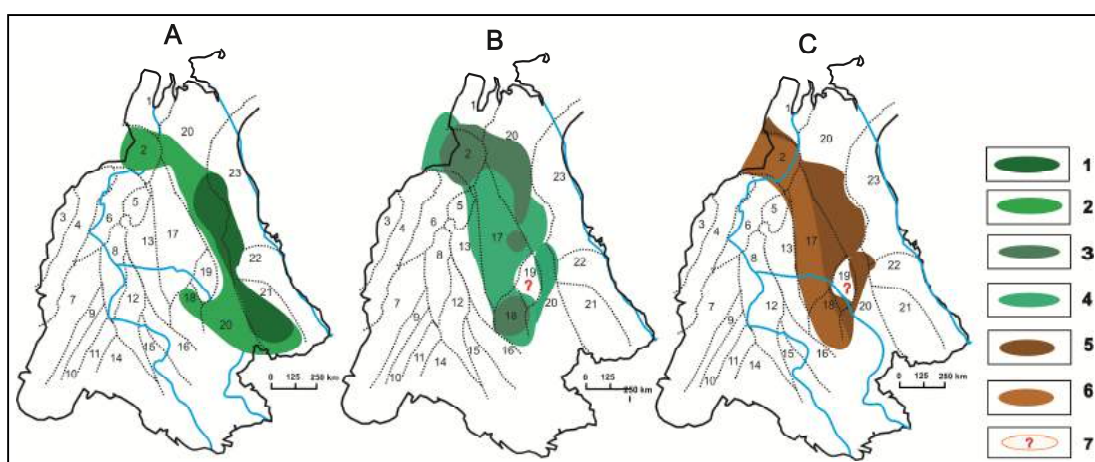


Рис. 2. Накопление образований карбонатных платформ в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы в: А – ордовике; В – силуре и С – нижнем девоне. Отложения: 1 – нижнего ордовика; 2 – среднего и верхнего ордовика; 3 – нижнего силура; 4 – верхнего силура; 5 – нижнего девона, лохкова; 6 – нижнего девона, прагиена, эмса; 7 – бурением отложения не установлены

При изучении коллекторских свойств установлено, что палеозойские образования карбонатного состава ордовика, силура и нижнего девона, развитые на территории Нюрольского СФР [1], имеют близкие петрофизические свойства, ввиду чего объединены по литологическим признакам в «доломито-известняковую» литолого-петрофизическую толщину, у которой геометризация пустотного пространства подчинена тектонической природе.

По тектоническим нарушениям происходила циркуляция гидротермальных растворов, ведущих 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)*.

При этом тектонические нарушения будут соответствовать основным направлениям проявления тектонических напряжений, которые отчетливо просматриваются на рис. 1.

Вероятно, подобная система проявлена в пределах всего синклиория (рис. 1), который начинается на юге Нюрольским и завершается на севере Новопортовским СФР (рис. 1, 2).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы:

1. 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.

2. 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 // *Geologiya Nefti i Gaza*, 2007. – № 3. – 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-Чижалпской 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.

СОСТАВ НЕФТЕЙ ПЕРМОКАРБОНОВОЙ ЗАЛЕЖИ УСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.С. Козырева¹, Д.И. Чуйкина²Научный руководитель профессор О.В. Серебренникова^{1,2}¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия²Институт химии нефти, г. Томск, Россия

В настоящее время большинство крупных месторождений России вступило в позднюю стадию разработки. В связи с чем, происходит вовлечение в разработку месторождений, характеризующихся сложным строением, а также высокой вязкостью добываемой нефти [1].

Примером является Усинское месторождение. Оно является самым крупным в Республике Коми, входит в Тимано-Печорскую нефтегазоносную провинцию.

Среди карбонатных пород выделяются следующие структурно-генетические типы: органогенные и органогенно-детритовые известняки; органогенно-водорослевые и водорослевые известняки; обломочные и органогенно-обломочные известняки; комковатые, сгустковые и комковато-сгустковые известняки; тонкозернистые известняки; доломиты. Разрез пермокарбонтовой залежи, кроме слоистых известняков, включает чистые известняки биогермного типа. Залежь отличается крайней степенью неоднородности, высокой прерывистостью продуктивных прослоев и расчлененностью разреза. Большой этап нефтеносности и высокие значения нефтенасыщенных толщин обусловили необходимость выделения в разрезе залежи 3 объектов разработки: I – нижний (НО), II – средний (СО) и III – верхний (ВО).

Для выявления характеристических особенностей нефтей из разных объектов были определены физико-химические свойства (вязкость и плотность); исследованы состав и содержание в добываемой нефти насыщенных и ароматических углеводородов, серу- (дибензотиофенов), кислород- (добензофуранов) и металлсодержащих органических соединений (металлопорфиринов). Состав насыщенных и ароматических УВ, дибензотиофенов и дибензофуранов исследовали методом ГХ-МС с использованием магнитного хромато-масс-спектрометра DFS фирмы Thermo Scientific и хроматографической колонки фирмы Thermo Scientific, неподвижная фаза – TR-5MS. Содержание металлопорфиринов определяли методом электронной спектроскопии. Содержание нафтеновых кислот определяли методом потенциометрического титрования.

Анализ группового состава углеводородов нефтей из скважин, эксплуатирующих один объект, показывает различие верхнего, среднего и нижнего объектов и изменение состава.

Для нефтей Усинского месторождения характерна высокая плотность и вязкость. Плотность нефтей варьирует в пределах 918,0-986,3 кг/м³ (в среднем 950,5 кг/м³), вязкость – 829,52-16906,52 мПа·с, в среднем 6487,9 мПа·с. Средние значения плотности возрастают от верхнего к нижнему объекту. Не прослеживается какой-либо зависимости между плотностью и вязкостью нефти.

Тем не менее, средние значения этих показателей, рассчитанные для нефтей, добытых из отдельных объектов, показали закономерное увеличение плотности нефти вниз по стратиграфическому разрезу. Вязкость нефтей возрастает с увеличением относительного содержания в нефти цикланов и ароматических углеводородов и снижается по мере возрастания доли алканов.

Нефти характеризуются высоким содержанием нафтеновых кислот (1,13-2,13 % масс.), максимальные концентрации которых отмечены в нефтях верхнего и среднего объектов присводовой части месторождения.

Содержание металлопорфиринов в нефтях изменяется от 365 нмоль/г нефти до 548 нмоль/г (табл. 1).

По разрезу пермокарбонтовой залежи содержание металлопорфиринов меняется незакономерно, но в большинстве повышенное содержание металлопорфиринов фиксируется в нефтях, залегающих вне зоны распространения биогермных известняков.

На основании хромато-масс-спектрометрического исследования установлено, что в составе углеводородов всех исследованных нефтей присутствуют алканы состава C₁₂-C₂₆; цикланы, представленные би- (сесквитерпаны) три- (трициклические терпаны), тетра- (стераны и секогопаны) и пентациклическими (гопаны) структурами; моно- (триметилалкилбензолы), би- (нафталины) и трициклические (флуорантены и фенантрены) ароматические углеводороды. Идентифицированы также нафтеноароматические соединения – моно- и триароматические стераны. Дибензотиофены (соединения, содержащие в молекуле серу) и дибензофураны (кислородсодержащие соединения) включают незамещенные и метилзамещенные структуры.

Таблица 1

Физико-химические характеристики нефти Усинского месторождения

№ скв.	Вязкость динамическая, мПа·с	Плотность кг/м ³	Содержание нафтеновых кислот, % масс.		Содержание порфиринов, нмоль/г		
			COOH-гр.	Кислоты	Ni-P	VO-P	Ni-P+VO-P
2762 верх.	8499.88	943.9	0.31	2.07	111	363	474
3028 верх.	2001.19	946.6	0.17	1.13	105	284	389
1031 сред.	3342.68	973.6	0.32	2.13	109	312	421
7159 сред.	4297.02	960.0	0.20	1.33	107	258	365
574 ниж.	6922.57	950.0	0.31	2.07	104	380	484
7166 ниж.	5694.53	963.0	0.25	1.67	130	418	548

Условные обозначения: Ni-p – никелевые комплексы порфиринов, VO-p – ванадиевые комплексы порфиринов
Содержание всех этих соединений в нефтях приведено в табл. 2.

Таблица 2

Состав углеводородов, серу- и кислородсодержащих соединений нефтей

Номер скважины	2762	3028	1031	7159	574	7166
Объект	Верхний		Средний		Нижний	
Класс соединений	Содержание, % отн.					
Алканы	28.44	44.42	18.73	19.02	8.35	23.49
Гопаны	7.61	2.43	4.93	3.65	5.29	3.57
Стераны	3.06	0.96	2.18	1.66	2.54	1.50
Секогопаны	1.23	0.44	0.88	0.75	0.98	0.58
Сесквитерпаны	8.80	1.42	7.06	2.40	2.61	2.19
Трициклические терпаны	3.44	1.58	3.11	2.59	3.56	2.64
Нафталины	16.15	20.81	25.96	28.26	28.93	27.18
Фенантрены	15.91	14.11	21.40	20.26	25.68	20.32
Флуорены	7.72	3.77	4.91	5.84	6.67	5.13
Алкилбензолы	3.71	4.09	5.90	5.37	6.55	5.86
Дибензотиофены	2.69	1.73	4.01	4.74	2.50	2.04
Дибензофураны	0.59	0.32	0.45	0.09	0.42	0.45
Триароматические стераны	0.33	0.10	0.21	0.18	0.23	0.16
Моноароматические стераны	0.31	0.12	0.24	0.21	0.30	0.17

Максимальная доля приходится на содержание ароматических углеводородов. Разброс значений не так велик: 3,71-28,93 % отн., в среднем 13,8 % отн. Цикланы присутствуют в изученных нефтях в довольно близких концентрациях (0,44-8,8 % отн., в среднем 2,85 % отн.). В несколько большей степени меняется концентрация дибензотиофенов – от 1,73 % отн. до 4,74 % отн., в среднем 2,95 % отн. и дибензофуранов – 0,09-0,59 % отн., в среднем 0,38 % отн. Причем, максимальные концентрации дибензотиофенов отмечены в нефтях среднего объекта и в нефти из скважины, совместно эксплуатирующей средний и нижний объекты. Это указывает на возможность использования этого показателя для распознавания нефтей среднего объекта.

Среди нафтеновых структур в большинстве нефтей доминируют бициклические структуры (сесквитерпаны). Особенно велико их относительное содержание в нефтях нижнего объекта. Высокое содержание гопанов (петациклических цикланов) зафиксировано в двух нефтях верхнего объекта и одной – среднего. Каких-либо закономерностей изменения состава цикланов по площади месторождения не отмечено.

Сопоставление величин вязкости нефтей и относительного содержания отдельных классов идентифицированных соединений показывает, что вязкость нефтей Усинского месторождения определяется, в основном, содержанием в их смеси ароматических углеводородов и цикланов. От содержания других индивидуальных классов углеводородов вязкость не зависит. Это согласуется с физико-химическими свойствами индивидуальных углеводородов, среди которых максимальной вязкостью характеризуются циклановые и ароматические структуры.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о том, что различие в составе нефтей отдельных объектов фиксируется по составу углеводородов и серу-содержащих соединений. А также при переходе от сводовой части залежи к периферии.

Для нефтей верхнего объекта характерно повышенное содержание алканов и низкое, по сравнению с нефтями среднего и нижнего объектов, содержание ароматических углеводородов. Особенно это заметно в нефтях из присводовой части залежи.

Нефти среднего объекта отличаются высоким относительным содержанием триароматических углеводородов. Как и в случае нефтей верхнего объекта, от крыльев к присводовой части наблюдается увеличение относительного содержания в нефти алкановых структур.

Литература

1. Якуцени В.П., Петрова Ю.Э., Суханов А.А. Динамика доли относительного содержания трудноизвлекаемых запасов нефти в общем балансе // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2007. – С. 1 – 11.
2. Красноярова Н.А. Распределение вязких и парафинистых нефтей по площади и разрезу отложений юго-востока Западной Сибири / Н.А. Красноярова, И.Г. Яценко, О.В. Серебрянникова // Известия Томского политехнического университета, 2015. – Т. 326. – № 2. – С. 70 – 79.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА. ПИРОЛИЗ

М.С. Костина

Научный руководитель старший преподаватель Е.А. Кузнецова
**Пермский государственный национальный исследовательский университет,
 г. Пермь, Россия**

Геохимическими поисками называют прямой метод обнаружения нефтяных скоплений, основанный на предположении, что часть углеводородов мигрирует из нефтяных и газовых скоплений на поверхность непосредственно над природным резервуаром. Методика поисков заключается в отборе образцов с определенной глубины по сетке и анализе углеводородов или других веществ, на которые может влиять присутствие углеводородов. Этот метод предназначен для установления невидимых нефтегазопроявлений, являющихся, например, результатом диффузии углеводородов к поверхности [4].

Выделяют две большие группы геохимических поисков: поверхностные и глубинные.

Поверхностные поиски в основном представлены геохимической съемкой. Наиболее часто используемые из методов геохимической съемки, это:

- геохимическая съемка по приземному воздуху;
- геохимическая съемка по свободному газу поверхностных отложений;
- геохимическая съемка по почвам, илам, грунтам и горным породам, выходящим на поверхность (проводится изучение состава газов, находящихся в них, с помощью хроматографического анализа);
- геохимическая съемка по шламу и керну неглубоких скважин (отбор образцов/проб шлама и керна и извлечение из них газа);
- геохимическая съемка по поверхностным водотокам (применяется реже других);
- геохимическая съемка по растительному покрову.

Применение поверхностных геохимических поисков, вероятно, будет наиболее полезным при выявлении источников нефтегазопроявлений, связанных с разломами, трещинами, несогласиями, соляными и глиняными диапирами и магматическими интрузиями.

К глубинным поискам относятся такие методы как: газовый каротаж, анализ керна и шлама, поиск по пластовым водам, электронный парамагнитный спиновой резонанс, элементный анализ, определение по цвету керогена, отражательная способность витринита и пиролиз. Последний метод является одним из самых информативных. Рассмотрим его подробно.

Пиролитический метод – это термический метод, подразумевающий высокие температуры нагрева органического вещества. В отличие от трудоемких и дорогостоящих методов выделения концентратов пиролитический метод дает возможность получить информацию о нефтематеринской породе без длительной обработки керна и шлама.

Дж. Эспиталье был разработан стандартный пиролитический метод, в котором используется специальное пиролитическое устройство Rock-Eval. В результате пиролиза получается кривая (рис.), на которой выделяются пики S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , соответствующие основным группам компонентов.

Данные показатели можно идентифицированные следующим образом: S_0 – содержание в породе углеводородного ряда C_1+C_7 (кг/т) (т.е. продуктов, выделяющихся при невысокой температуре (90 °C) в течение 2 мин, главным образом углеводородных газов); S_1 – содержание в породе жидких углеводородов нефтяного ряда $C_8+ \dots+C_{15}+\dots$ (углеводородов и нефтеподобных соединений, улетучивающихся до 280–300 °C); S_2 – углеводороды и родственные им компоненты, генерированные при более высоких температурах (более 500 °C). Этот пик сопоставляется с количеством углеводородов (кг/т или мг/т породы), которые могут образовываться при полной реализации нефтематеринского потенциала содержащегося в породе органического вещества; S_3 – выход CO_2 , полученного в результате пиролиза органического вещества. Температура T_{max} соответствует максимуму выхода продуктов углеводородного типа, полученных в результате крекинга.

Величина S_1 соответствует доле исходного генетического потенциала, который реализован в углеводородах. Сумма S_1+S_2 представляет собой генетический потенциал породы (кг/т) [1].

С помощью температуры мы можем определить зрелость исследуемой породы. Установлены следующие значения T_{max} :

1. $T_{max} < 430 \text{ }^\circ\text{C}$ – зона незрелого керогена (градация катагенеза ПК),
2. $430 \text{ }^\circ\text{C} < T_{max} < 465 \text{ }^\circ\text{C}$ – главная зона нефтеобразования («нефтяное окно», градации катагенеза МК₁–МК₃),
3. $T_{max} > 465 \text{ }^\circ\text{C}$ – главная зона газообразования, «газовое окно», градации катагенеза МК₄–АК [3].

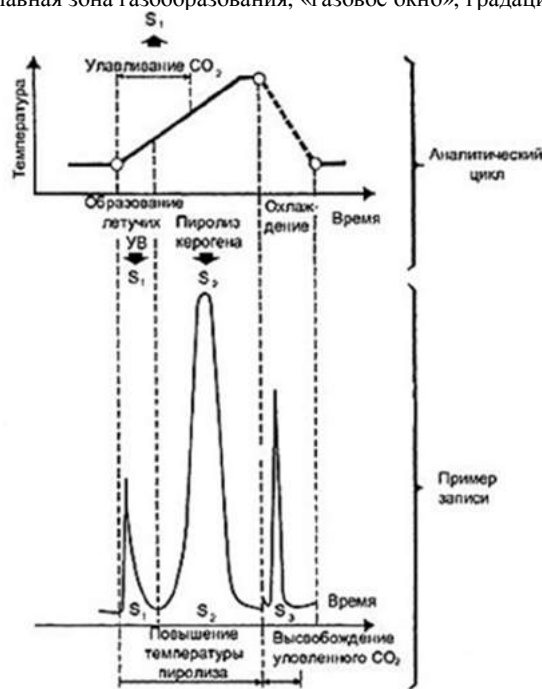


Рис. Последовательность операций и пример записи данных, полученных с помощью пиролитического метода применительно к поискам нефти [3]

В качестве примера рассмотрим результаты геохимических исследований франского и фаменского ярусов скважины Колвинская-131 (табл.), которые были осуществлены с помощью пиролитического метода.

Таблица

Результаты геохимических исследований яруса и флюидов скважины Колвинская-131

Название ярусов	Интервал, м	$C_{орг}$, %	Показатель продуктивности S_1 , мг/г	Нефтегенерационный потенциал S_2 , мг/г	Генерационный потенциал S_1+S_2 , мг/г	T_{max} , $^\circ\text{C}$
Франский	2370–2460,3	0,03–0,07	0,06	0,062	<2	426
	2404,9–2414,1	0,56	0,23	0,43	<2	471
Фаменский	2266,9–2358,6	0,3	0,4	0,41	<2	451
	2266–2284	0,95	1,99	1,41	<2	463

Породы франского яруса верхнего девона можно разделить на основной интервал (2370–2460,3 м), который характеризуются очень низким содержанием органического вещества (0,03–0,07%). Эти породы не являются нефтематеринскими. Генерационный потенциал небольшой ($S_1+S_2 < 2$ мг/г). По данным пиролиза показатель продуктивности (S_1) и нефтегенерационный потенциал (S_2) пород, невысоки (0,06 и 0,062 мг/г соответственно). Параметр T_{max} (426 $^\circ\text{C}$), оценивающий степень катагенеза, соответствует незрелому органическому веществу, протокатагенезу (ПК₁–ПК₃).

Интервал 2404,9–2414,1 м - повышенных показателей – характеризуется $C_{орг}=0,56\%$ – средние нефтематеринские породы. Генерационный потенциал небольшой ($S_1+S_2 < 2$ мг/г). По данным пиролиза показатель продуктивности (S_1) и нефтегенерационный потенциал (S_2) пород (0,23 и 0,43 мг/г соответственно). Параметр T_{max} (471 $^\circ\text{C}$), оценивающий степень катагенеза, соответствует стадии генерации газов (>МК₄).

Породы фаменского яруса верхнего девона можно разделить на основной интервал (2266,9–2358,6 м), который характеризуются бедным содержанием органического вещества (0,3 %). Эти породы относятся к бедным нефтематеринским. Генерационный потенциал небольшой ($S_1+S_2 < 2$ мг/г). По данным пиролиза

показатель продуктивности (S_1) и нефтегенерационный потенциал (S_2) пород невысоки (0,4 и 0,41 мг/г соответственно). Параметр T_{\max} (451 °С), оценивающий степень катагенеза, соответствует заключительной стадии «нефтяного окна» (МК₃).

Интервал 2266–2284 м – повышенных показателей – характеризуется $C_{\text{орг}}=0,95\%$ – средние нефтематеринские породы. Генерационный потенциал небольшой ($S_1+S_2<2$ мг/г). По данным пиролиза показатель продуктивности (S_1) и нефтегенерационный потенциал (S_2) пород (1,99 и 1,41 мг/г соответственно). Параметр T_{\max} (463 °С), оценивающий степень катагенеза, соответствует заключительной стадии «нефтяного окна» (МК₃) [2].

Таким образом, мы можем увидеть, что наиболее перспективными толщами для добычи нефти и газа являются интервалы 2404,9–2414,1 и 2266–2284 м, благодаря высокому содержанию органического углерода и максимуму выхода продуктов углеводородного типа.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что поверхностные методы не имеют большой популярности и используются в основном как вспомогательные. По большей части они связаны с изучением почв и сосредоточенными в них газами. С помощью глубинных поисков можно получить более обширные и точные показания, составив тем самым целостную картину об ореолах углеводородов. Одним из важных и более современных методов в глубинной геохимии является пиролитический анализ керогена. По мнению многих зарубежных исследователей, пиролиз является наилучшим стандартным методом, с помощью которого можно с легкостью определить тип и зрелость органического вещества, а также генетический потенциал горной породы.

Каждые из поверхностных и глубинных методов обладают своими особенностями, сложностями, преимуществами и недостатками. Человечеству еще многое предстоит освоить, а также направить свои силы на усовершенствование геохимических методов для поисков самого важно в мире сырья – нефти и газа.

Литература

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А. и др. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 384 с.
2. Вилесов А.П., Фрик М.Г. и др. Анализ и обобщение результатов глубокого бурения совместно с данными исследований керна и флюидов. – Пермь: Изд-во КамНИИКИГС, 2005. – 135 с.
3. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 501 с.
4. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. – М.: Мир, 1982. – 704 с.

АНАЛИЗ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ И КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНЕДЕВОНСКО-ТУРНЕЙСКИХ РИФОВ БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПАЛЕОПЛАТО

А.А. Кочнев

Научный руководитель доцент С.Н. Кривошеков

**Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия**

Березниковское рифогенное палеоплато позднефранско-турнейского возраста приурочено к территории Соликамской депрессии, которая обладает наиболее высоким потенциалом в плане нефтеносности на территории Пермского края. Одним из самых перспективных здесь считается позднедевонско-турнейский карбонатный нефтегазоносный комплекс. При исследовании и разработке карбонатных резервуаров возникает множество трудностей, обусловленных значительной неоднородностью, сменой циклов осадконакопления, неравномерным развитием трещиноватости и др. [1]. Таким образом, для составления рациональной схемы разработки месторождений и оптимизации работы скважин необходимо проведение детального изучения строения рифовых резервуаров [1].

Целью данной работы является анализ особенностей фациального строения верхнедевонско-турнейских рифовых массивов северной и южной частей Березниковского палеоплато. В работе были использованы данные сейсмофациального анализа Уньвинского, Сибирского, Шершневого (расположенных на юге территории) и Гагаринского, Маговского (расположенных на севере территории) месторождений, выполненные Филиалом ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть».

При анализе сейсмофациальных карт месторождений было установлено, что можно выделить три основных типа фаций: рифовые, склоновые и межрифовые (рис.).

Рифовые отложения открытой карбонатной платформы с активным гидродинамическим режимом. Образование отложений комплекса проходило в условиях максимальной трансгрессии морского бассейна. В разрезе фаменских отложений четко прослеживается цикличность осадконакопления, отражающаяся по керну и на кривых ГИС. Последнее связано с постоянно изменяющейся палеотектонической обстановкой на изучаемой территории. Циклиты характеризуются последовательной сменой генетических типов отложений по вертикали от наиболее плотных карбонатных отложений к более пористым. Плотные разности сложены известняками тонко- и мелкозернистыми, комковато-водорослевыми, водорослевыми, с крупными водорослевыми постройками; проницаемые – сгустково-комковатыми со сферами, комковатыми с водорослями, песчаниковидными, органогенно-обломочными известняками, прослоями – породы с многочисленными зернами прозрачного кальцита, участками с кристаллическим цементом.

По описанию керна, известняки с единичным перекристаллизованным раковинным детритом, с гнездами вторичной кальцитизации, неравномерно пористые – от плотных до высокопористых. Породы

кавернозные, с единичными стилолитами, трещиноватые, неравномерно крепкие. Каверны округлой и неправильной формы, инкрустированные средне- и крупнокристаллическим кальцитом, размером 2-10 мм, единичными до 20-40 мм. Крепость породы ослаблена за счет интенсивной трещиноватости. Трещины многочисленные – тектонические наклонные, субвертикальные, разноориентированные, субгоризонтальные, единичные – выполненные кальцитом.

Склоновый тип по данным ГИС представлен известняками с прослоями аргиллитов. Известняки склона рифа формировались по периферии рифовых построек при их разрушении в условиях активного гидродинамического режима.

По данным керна, известняки серые, темно-серые с коричневатым оттенком, различные по структуре (комковато-водорослевые, комковатые, водорослево-детритовые и др.), прослоями обломочные, конгломератовидные и брекчиевидные, с длинными тонкими стилолитовыми швами, выполненными черным битуминозным веществом, прослоями пористо-мелкокавернозные, неравномерно битумонасыщенные, с кавернами, трещиноватые, крепкие.

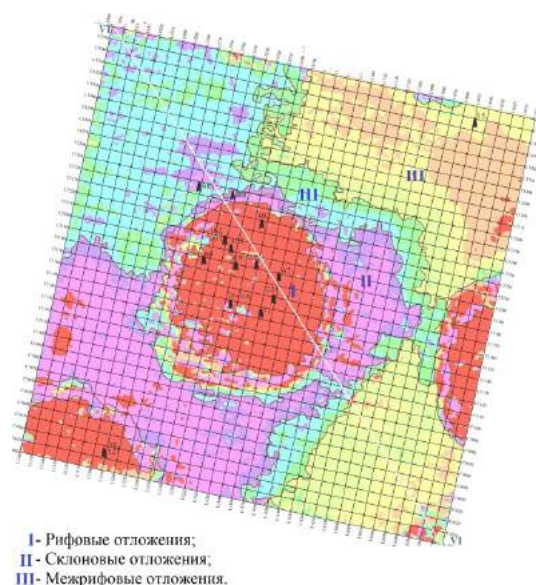


Рис. Сейсмофациальная карта Гагаринского месторождения

Межрифовые отложения (впадинно-терригенно-карбонатный) – толщина более 180 м. Краткая литологическая характеристика отложений получена по описанию керна. Разрез представлен известняками с прослоями аргиллитов. Известняки темно-серые, тонкокристаллические, массивные, органогенно-обломочные, глинистые, плотные, крепкие. Аргиллиты темно-серые до черных, углистые, плотные, средней крепости, рассланцованные.

Проанализировав сейсмофациальные карты, можно сделать вывод, что в целом рифы северной и южной части имеют схожее строение, они сформировались в практически одинаковых условиях, а, следовательно, и выделены почти идентичные фациальные зоны [2]. Выделение литолого-фациальной зональности проводится с учетом влияния условий осадконакопления на коллекторские свойства пород [3]. Были проанализированы эффективные толщины, прогнозная пористость, пористость по керну, а также проницаемость по газу (таблица).

Таблица

Распределение коллекторских свойств по фациальным зонам

Зоны	Уньвинское		Сибирское		Шершневское		Гагаринское		Маговское	
	Нэф. (м)	Кп (%)	Нэф. (м)	Кп (%)	Нэф. (м)	Кп (%)	Нэф. (м)	Кп (%)	Нэф. (м)	Кп (%)
I	4-29	-	7,7-25	4-6	13,8-31	4-6	10-25	3-6	10-30	3-7
II	4-5	-	6-8	4-5	6-32	4-6	-	5-7	5-10	3-5
III	-	-	5	4-5	6-27	4-6	-	6-7	-	4-5

В целом для месторождений северной части Березниковского палеоплато характерно увеличение эффективных толщин с востока на запад, а также повышенные показания пористости в соответствии с месторождениями южной части. Эффективные толщины колеблются от 5-30 м, пористость изменяется от 3-7 %. Эффективные толщины отложений южной части плато изменяются от 0-17,5 м, только лишь на Сибирском месторождении они доходят до 25 м, а пористость пород изменяется от 4 до 6%. Установлена тенденция увеличения значений эффективных толщин рифов с востока на запад, характерная, как для северной, так и для

южной частей палеоплато. В результате анализа коллекторских свойств было установлено, что *рифовые отложения* являются преимущественно плотными ($K_p < 5\%$), непроницаемыми ($K_{пр} < 0,0001 \text{ мкм}^2$) и слабопроницаемыми ($K_{пр} = 0,0001 - 0,01 \text{ мкм}^2$). Низкие коллекторские свойства объясняются широко развитыми процессами кальцитизации и перекристаллизации, ухудшающими пустотное пространство пород. Значение коэффициентов пористости и проницаемости у *основания рифа* колеблются в широких пределах. Это породы от плотных до высокопористых, от непроницаемых до среднепроницаемых. Преобладают плотные ($K_p = 5\%$) и низкопористые ($K_p = 5 - 10\%$), практически непроницаемые ($K_{пр} < 0,0001 \text{ мкм}^2$), весьма слабопроницаемые ($K_{пр} = 0,0001 - 0,01 \text{ мкм}^2$) и слабопроницаемые ($K_{пр} = 0,01 - 0,1 \text{ мкм}^2$) коллекторы.

Присутствие пород с повышенными ФЕС обусловлено наличием хорошей первичной пористости, которая способствовала развитию в дальнейшем процессов выщелачивания. *Отложения рифового склона* также обладают достаточно разнообразными показателями коллекторских свойств. Это плотные ($K_p = 4 - 6\%$) и низкопористые ($K_p = 6 - 10\%$), практически непроницаемые ($K_{пр} < 0,0001 \text{ мкм}^2$), весьма слабопроницаемые ($K_{пр} = 0,0001 - 0,01 \text{ мкм}^2$) и слабопроницаемые ($K_{пр} = 0,01 - 0,1 \text{ мкм}^2$) породы. *Межрифовые отложения* массивные, глинистые, плотные ($K_p < 5\%$).

Высокие коллекторские свойства обуславливаются высокой трещиноватостью, которую необходимо учитывать для заложения скважин. Развитие трещиноватости негативно сказывается на добывающих скважинах, так как она оказывает влияние на падения дебитов. Трещиноватость отмечается в зонах основания рифов, а также в областях распространения склоновых фаций. В центральной части рифового массива трещиноватость не развита, зона рифогенных отложений наиболее стабильная, следовательно, дебиты скважин будут значительно выше, что делает эту территорию перспективной для заложения новых скважин.

Литература

1. Бояршинова М.Г., Антонюк О.В. Литолого-фациальная характеристика пород-коллекторов Южно-Раевского рифового резервуара // Ленинградская школа литологии: Материалы Всероссийского литологического совещания. – С.-Пб: Изд-во СПбГУ, 2012. – Т. 2. – С. 147 – 149.
2. Лузина Д.В., Кривошеков С.Н. Анализ фациальных зон и коллекторских свойств турнейско-фаменских рифогенных построек Соликамской депрессии // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2012. – №5. – С. 7 – 15.
3. Козлова И.А., Путилов И.С., Филькина Н.А. Использование методов литолого-фациального анализа для уточнения геологического строения карбонатных залежей месторождения Соликамской депрессии // Нефтепромысловое дело, 2010. – №7. – С. 32 – 36.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ 3D-МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Краузе

Научный руководитель старший преподаватель Е.А. Кузнецова
**Пермский государственный национальный исследовательский университет,
 г. Пермь, Россия**

В географическом отношении Восточно-Сургутское месторождение располагается в Сургутском районе ХМАО Тюменской области. Месторождение разрабатывается с 1985 года. Оператором данного месторождения является нефтяная компания «Сургутнефтегаз». Нефтегазодобывающая компания «Сургутнефтегаз» – одно из крупнейших предприятий в нефтяной отрасли России. Компания является лидером отрасли по разведочному, эксплуатационному бурению и вводу новых добывающих скважин. ОАО «Сургутнефтегаз» ведет работу по развитию и совершенствованию решений в области информационных технологий, на базе которых осуществляется контроль управления производством, управления технологическими процессами добычи, транспортировки и подготовки нефти и газа. Предприятием решаются задачи по рациональному недропользованию и охране окружающей среды [3, 4].

В геоморфологическом отношении территория месторождения представляет собой низменную озерно-аллювиальную равнину. Абсолютные отметки высот колеблются от 25 до 75 м. Равнинный рельеф, а также большое количество осадков и малая испаряемость определили развитие процессов заболачивания территории.

В состав месторождения входят площади собственно Восточно-Сургутская и Широковская, которые приурочены к локальным куполам, осложняющим моноклинал, погружающуюся с северо-запада на юго-восток в зоне сочленения Нижневартовского и Сургутского сводов. На южном направлении моноклинали выделяется зона, осложненная локальными структурами, к которым приурочено Восточно-Сургутское нефтяное месторождение.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, залегающие с угловым и стратиграфическим несогласием на породах доюрского основания. В пределах месторождения породы фундамента не вскрыты. Доюрские отложения охарактеризованы керном и представлены базальтами темно-зеленого, черного и коричневатого-кирпичного цвета. Породы палеозойского возраста не вскрыты. Песчаники васоганской свиты верхней юры регионально нефтеносны – к ним приурочен пласт ЮС₁. Толщина его изменяется от 1 до 5 м. Отложения баженовской свиты (возраст – волжский) представлены в различной степени битуминозными аргиллитами с включениями пирита, обломков аммонитов, двустворок, отпечатков рыб. Толщина составляет 22-44 м. Ачимовская толща представлена чередованием песчаников светло-серого и серого цвета с крупнозернистыми алевролитами и аргиллитами, мощность достигает

80 м. На Восточно-Сургутском месторождении с отложениями ачимовской толщи (K_1) связаны продуктивные пласты BC_{21} и BC_{22} . К кровле отложений сортымской свиты (K_1) приурочена песчано-глинистая пачка, в составе которой выделяются пласты BC_{11} и BC_{10} , с одним из пропластков пласта – BC_{10}^0 – связаны залежи нефти. Время формирования отложений сортымской свиты – берриас-валанжское, мощность изменяется от 430 до 565 м.

Восточно-Сургутское месторождение по величине извлекаемых запасов относится к крупным, по количеству выявленных залежей нефти – многопластовым. Нефтеносность Восточно-Сургутского месторождения установлена в нижнемеловых отложениях (пласт BC_{10}^0), в ачимовской толще (пласты BC_{21} и BC_{22}), в верхнеюрских (пласт $ЮС_1^1$) и среднеюрских (пласт $ЮС_2^1$) отложениях.

В настоящее время в эксплуатации находятся 3 объекта – BC_{10}^0 , $ЮС_1^1$ и $ЮС_2^1$. Основным объектом разработки на месторождении является пласт BC_{10}^0 : 93% накопленной добычи нефти и 66% – текущей. Объект BC_{22} ачимовской толщи обладает низкими продуктивными свойствами. Объекты $ЮС_1^1$ и $ЮС_2^1$ находятся в стадии опытно-промышленных работ [2].

Нефти всех пластов месторождения недонасыщены газом (давление насыщения нефти газом значительно ниже пластового давления) и характеризуются высокой степенью пережатия. Коллекторы в разрезах продуктивной толщи выделялись по кривым геофизических исследований скважин, согласованным с результатами испытания скважин и керновыми данными.

В настоящее время стало обычной процедурой построение трёхмерных цифровых моделей в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. В значительной степени это связано с усложнением строения разрабатываемых месторождений и новыми технологиями добычи. Впервые на отраслевом уровне задача построения трёхмерных геологических и гидродинамических моделей при проектировании разработки российских месторождений углеводородов была поставлена в Регламенте по проектированию 1996 года, что послужило толчком к массовому началу работ по построению трёхмерных геологических моделей.

Цель создания геологической модели [1]:

- сокращение времени при принятии решений по геолого-техническим мероприятиям;
- качественная проводка бурения скважин в условиях высокой расчленённости пласта;
- основа для гидродинамического моделирования.
- Создание 3D моделей решает при этом множественные задачи, одни из которых:
- планирование (проектирование) скважин;
- оценка неопределённостей и рисков;
- подсчёт запасов углеводородов.

Помимо особенностей геологического строения месторождения, качество и количество исходной информации по большей мере определяют способы построения модели и получаемые результаты.

Основной набор исходных данных:

1. Общие геологические данные (карты эффективных и нефтенасыщенных толщин, топоснова, полигоны лицензии, ВНК, категорий запасов и др.)
2. Количественные (определения K_p , $K_{пр}$, K_v) и качественные (описания) исследования керна.
3. Координаты устьев скважин, альтитуды, инклинометрия – используются для создания траекторий скважин в модели.
4. Стратиграфические разбивки (маркеры), рассчитанные геологом в проекте – используются в качестве основы при формировании структурного каркаса.
5. Сейсмические данные. Структурные карты и поверхности нарушений по данным сейсморазведки, бурения и других методов используются для формирования структурного каркаса.
6. Кривые ГИС – используются для корреляционных построений, выделения литотипов, оценки характера насыщения и ФЕС, фациального анализа, привязки данных сейсморазведки. Результаты интерпретации ГИС используются при построении 3D модели для распространения свойств – построения кубов фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС).
7. Координаты пластопересечений, рассчитанные маркшейдерской службой, – используются для контроля пластопересечений, рассчитанных в проекте после корреляции пластов, а также для создания искусственных вертикальных скважин в модели, когда отсутствуют данные инклинометрии.
8. Даты бурения и ввода скважин в добычу (под закачку), карты накопленных отборов и закачки – используются при отборе скважин с неискаженным влиянием разработки величинами начальной насыщенности (K_n).
9. Отбивки флюидных контактов в скважинах – используются для построения карт флюидных контактов и геометризации залежей.

Как правило, в плане границы участка моделирования выбираются на основе исходных данных – на 1,5-2 км шире границ внешнего контура нефтеносности или границ лицензии. Выбор границ моделирования в разрезе определяется, с одной стороны, целевым геологическим заданием и условиями горного отвода, а с другой – возможностями программного пакета и используемой техники.

Традиционно геологическое 3D-моделирование представляется в виде следующих основных этапов:

1. Сбор, анализ и подготовка необходимой информации, загрузка данных;
2. Структурное моделирование (создание каркаса);
3. Создание сетки (3D грида), перенос скважинных данных на сетку;
4. Литологическое (фациальное) моделирование;
5. Петрофизическое моделирование;

6. Подсчет запасов углеводородов.

Непрерывная поточечная или поинтервальная интерпретация по разрезу с выделением литологических типов пород – наиболее оптимальный для построения полноценной геологической модели вариант интерпретации ГИС, который целесообразно фиксировать в техническом (геологическом) задании на интерпретацию данных каротажа.

Данные, собранные из различных источников на различных этапах работы, загружаются в программный продукт моделирования, где создается новый рабочий проект. Большинство современных пакетов геологического моделирования (IRAP RMS, Petrel) имеют файловую организационную структуру [1].

Основной исходной информацией для построения геологических моделей Восточно-Сургутского месторождения являются структурные поверхности горизонтов, координаты скважин, инклинометрия, интерпретация материалов ГИС по пропласткам в скважинах, содержащая расчетные значения коэффициентов пористости, нефтенасыщенности, проницаемости. В качестве программного продукта для создания геологических моделей используются программные комплексы «Schlumberger Petrel 2009» и «CPS3».

В результате комплексирования методов ГИС на месторождениях нефти и газа, можно сказать, что продуктивные пласты находятся на глубине 2768-2853 м и насыщены нефтью. Керн, отобранный на этом интервале, представляет собой переслаивание аргиллита, алевролита и песчаника. Коллекторами являются песчаники. Залегающие ниже пласты являются водоносными.

Основной исходной информацией для построения геологических моделей Восточно-Сургутского месторождения являлись структурные поверхности горизонтов, координаты скважин, инклинометрия, интерпретация материалов ГИС по пропласткам в скважинах, содержащая расчетные значения коэффициентов пористости, нефтенасыщенности, проницаемости. В качестве программного продукта для создания геологических моделей был использован программный комплекс «Schlumberger Petrel 2009».

Литература

1. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – М.: ООО «ИПЦ Маска», 2009. – 376 с.
2. Соколов С.В. Проект разработки Восточно-Сургутского месторождения. ОАО «Сургутнефтегаз». – Тюмень, 2008.. – Т. 1. – Кн. 1. – 207 с.
3. Официальный сайт ОАО «Сургутнефтегаз». URL: <http://www.surgutnefte-gas.ru/ru/about/> (дата обращения 7.09.2015).
4. Статья о Сургутнефтегазе в электронной энциклопедии «Википедия». URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сургутнефтегаз> (дата обращения 7.09.2015).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БАСЕЙНА КОТ-Д'ИВУАР ПО ДАННЫМ БАСЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.А. Краузе, О.А. Лопатина

Научный руководитель старший преподаватель Е.А. Кузнецова
*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

В течение последних 30 лет нефть и газ являются одними из главных природных ресурсов, добываемых в Гвинейском заливе. Здесь были открыты крупные месторождения, разработка которых вывела страны региона на первое место в мире по темпам роста добычи. Бассейн Ivory Coast (Кот-д'Ивуар) является одним из самых перспективных на нефть и газ и находится в северной части Гвинейского залива. Однако до сих пор степень геологической изученности и научной оценки особенностей нефтегазообразования в осадочном чехле региона всё ещё остаются низкой. Для осуществления дальнейших поисково-разведочных работ требуется комплексный анализ полученных результатов, проведение дополнительных научных исследований, обеспечивающих освоение нефтегазовых ресурсов в самое ближайшее время.

Территория Кот-д'Ивуар является трансформной окраиной, сформированной в раннемеловое время при раскрытии Южной Атлантики. Формирование бассейна связано с локальными зонами раскрытия, возникавшими при движениях вдоль таких трансформных разломов, как Сьерра, Сан-Пауло, Романш, Чейн, Чаркотт, которые характеризуются вертикальными сбросами от 300 до 1000 м. Эти разломные зоны очень сильно влияли на распределение локальных зон осадконакопления и достаточно хорошо выражены в рельефе дна и фундамента.

Бассейн Кот-д'Ивуар имеет континентальную и морскую части. Его континентальный сектор простирается примерно на 360 км от Сассандра на западе до Ивуаро-Ганской границы на востоке с максимальной шириной до 35 км. Морской сектор бассейна занимает область континентального шельфа и глубоководной части океана от побережья до разлома Романш [1]. Он отличается по своему геологическому строению от бассейнов на западе, так как он не содержит каких-либо солевых отложений и структурно подчинен трансформному сдвигу, идущему диагонально по отношению к береговой линии [3]. По литологии и толщине осадочных слоев заметно различаются три области – береговая и отчасти прибрежная область, западная и восточная часть шельфовой зоны. В береговой области альбский ярус представлен в основном обломочными отложениями с частым переслаиванием песчаников и конгломератов. В северо-западной части Абиджанской окраины преобладают в основном тонкозернистые, близкие к турбидитам, осадки альбского возраста. В западной области шельфа в разрезе альба отмечается наличие многочисленных песчаных прослоев.

В бассейне Кот-д'Ивуар было открыто несколько нефтяных (Баобаб, Белие, Лион Эспуар) и газовых (Куду, Пантера, Фокстрот) месторождений. Кроме этого, заметные нефтяные, газовые и асфальтовые проявления были встречены при бурении в маастрихтских, сеноманских и альбских отложениях.

Один из вероятных вариантов формирования месторождений нефтяных углеводородов в изучаемом районе предполагает, что углеводороды, генерируемые материнскими породами альбского яруса, мигрировали вдоль проницаемых материнских пластов и достигали системы разломов, перемещаясь по ним, они заполняли песчаники в основании сеномана. В течение эоцена нефтенасыщенность росла, так к началу миоцена нефтенасыщенность структуры Белие достигла 25 % и затем выросла до 36 % к современному периоду. Заполнение стратиграфической ловушки в песчаниках основания сеноманской свиты началось в маастрихтском веке мелового периода и продолжалось до начала эоцена, когда она достигла максимума в 31 %.

Часть нефти терялась через породы верхнего сеномана, что привело к уменьшению нефтенасыщенности до 15 % в верхнем миоцене. После этого она оставалась почти постоянной, так как потери компенсировались поступлением нефти из материнских свит альба.

Что касается газа, то его генерация материнскими породами нижнего альба в заметных количествах началась уже в период палеоцена. Считается, что за счёт роста давления в породах альбского яруса газ мигрировал в сторону разломных зон вплоть верхнего отдела мела. Но здесь не было ловушек, которые были бы в состоянии удерживать газ, возможно лишь наличие здесь в настоящее время лишь небольшого скопления газа.

Формирование и развитие осадочного нефтегазоносного бассейна является результатом действия большого числа процессов, принимавшие участие в жизни этого геологического объекта за всё время его существования. На генерацию углеводородов и формирование месторождений влияют такие процессы как скорость погружения и поднятия, условия осадконакопления и тип отложений, свойства пород (пористость, проницаемость, плотность), перераспределение (перенос) жидкости, формирование ловушек и их надёжность, аккумуляция, преобразование и потери углеводородов. Осадочный нефтегазоносный бассейн подобен химическому реактору, который генерирует углеводороды. Однако, в отличие от реактора, где исходный состав продуктов, продолжительность реакций, температура и давление контролируются техническими средствами, в осадочных бассейнах можно лишь с некоторой точностью реконструировать условия формирования залежей нефти и газа. И лучшим средством для этого служат моделирование бассейнов с помощью компьютерных программ.

Бассейновое моделирование, проводимое с использованием геолого-геофизической базы данных о строении и развитии бассейна, позволяет численно восстанавливать изменение температуры, степени катагенеза органического вещества и реализации потенциала генерации углеводородов материнских свит в процессе их погружения в бассейн и на этой основе численно оценивать перспективы его нефтегазоносности. В системах моделирования бассейнов чаще ограничиваются численным воспроизведением его термической эволюции, расчётами объёмов генерации углеводородов и грубой оценкой путей и объёмов их миграции и аккумуляции. Сложность численного анализа термической эволюции бассейнов связана со своеобразием процессов формирования осадочной толщи, спецификой теплообмена в пористых деформируемых осадках с меняющимися по глубине и времени петрофизическими характеристиками пород, а также с необходимостью учёта тесной связи погружения бассейна и его температурной истории с тектонической и термической эволюцией всей подстилающей литосферы [2].

Для численной реконструкции эволюции осадочных бассейнов используется база геологических, геофизических и геохимических данных по строению и развитию бассейна. Она содержит описание современного строения осадочного разреза бассейна, оценки амплитуд эрозии и длительностей перерывов в истории погружения бассейна; литологический состав и петрофизические характеристики пород, слагающих бассейн; мощности слоев коры и подстилающей литосферы бассейна; петрофизические характеристики пород; индикаторы палеотемпературной истории бассейна, такие, как измерения отражательной способности витринита, оценки степени зрелости органического вещества пород по характеристикам биомаркеров и другие; палеоклиматические данные; палеоглубины моря; современный тепловой поток и измерения температур в скважинах, а также информацию о современной и палеотектонической обстановке эволюции бассейна.

Для построения модели эволюции бассейна используют сравнение вычисленных и измеренных значений пористости и температуры пород, теплового потока или градиента температур, степени зрелости органического вещества осадочных пород (отражательной способности витринита), а также анализ относительных вариаций амплитуд тектонического погружения фундамента. Наряду с геолого-геофизической информацией о развитии бассейна в моделировании широко используются данные, полученные из непосредственных скважинных измерений, такие как мощность осадочных слоёв, распределение пористости в уплотнённых породах, давление в породах и др. Разумеется, не во всех случаях можно располагать перечисленными данными, но пополнение её повышает надёжность результатов моделирования.

Одним из основных параметров, определяющих способность породы по временным и температурным условиям генерировать те или иные виды углеводородов, является отражательная способность витринита. Витринит – это минеральная группа, типичная для витрена и содержащая гумусовый материал торфяного происхождения, наиболее общий продукт углефикации, который образуется в погружающихся осадках в кислых условиях. Измерения отражательной способности витринита для пород изучаемого разреза составляют важную часть базы исходных данных для моделирования, так как соответствующие значения используются для контроля предполагаемой численной модели развития бассейна.

В качестве первого шага моделирования проводится анализ данных из всех возможных источников информации о развитии бассейна, включая измерения в скважинах, геохимический анализ образцов пород,

изучение сейсмических разрезов, геологических обнажений и другие. Он используется для построения возможно полной модели современного строения и геолого-геофизических характеристик бассейна. На следующем шаге построенная модель используется для выяснения условий развития бассейна в прошлом, с использованием интеграции имеющихся данных, их геологическая интерпретация и интерполяция [2].

Моделирование генерационных свойств пород бассейна Кот-д'Ивуар показало, что разрез осадочного чехла содержит потенциально нефтегенерирующие породы, которые могли принимать участие в формировании нефтяных месторождений. В бассейне Кот-д'Ивуар, кроме альбских отложений, такими породами могли стать толщи сеноманского и туронского ярусов. По условиям созревания органического вещества основные перспективы формирования месторождений жидких и газовых углеводородов в бассейне Кот-д'Ивуар могут быть связаны только с материнскими породами рифтового комплекса. Заметная генерация жидких углеводородов в основании этого комплекса могла начаться ещё в альбе.

Поэтому внимание следует уделить вопросу формирования резервуаров, ловушек и покрышек в породах верхнего мела и кайнозоя, проследив пути миграции к ним жидких и газовых углеводородов от материнских пород рифтового комплекса.

В принципе, мозаичность литологического состава района и его тектоническая раздробленность не способствуют продолжительным путям миграции и с уверенностью можно предположить, что большинство месторождений должны формироваться недалеко от генерирующих пластов. В то же время, если осадочная толща пород на исследуемой территории по сейсмическим данным относительно слабо затронута процессом тектонического раздробления, то здесь возможны и более длинные пути миграции, приводящие к формированию месторождений, относительно удалённых от материнских толщ и располагающихся в пределах более молодых отложений, с низкой степенью зрелости органического вещества и незначительной степенью реализации потенциала генерации углеводородов. В любом случае, для того, чтобы выявить объекты, предпочтительные для бурения скважин на нефть и газ, необходима детальная сейсмическая съёмка изучаемой площади.

Литература

1. Диагоне Би Тизе Эрик. Геолого-геохимические и термобарические условия нефтегазоносности бассейна Кот-д'Ивуар // Дисс... – М.: РГУ им. И.М.Губкина, 2009. – 120 с.
2. Галушкин И.Ю. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный мир, 2007. – 456 с.
3. Wood Mackenzie. Погружение в африканскую зону Атлантического океана. 2008 – 6 с. URL: <http://www.woodmacresearch.com/languages/russian/INSIGHTDivingintoAfricasAtlanticmarginSep2008RUS.pdf> (дата обращения 09.11.2014).

СОЗДАНИЕ ГЕОМОДЕЛИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ARCGIS

Н.В. Кулакова

Научный руководитель доцент И.Ю. Митюнина

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

В настоящее время объемный метод является основным при подсчете запасов углеводородов. Сущность объемного метода заключается в определении массы нефти или объема свободного газа, приведенных к стандартным условиям, залегающих в пустотном пространстве пород-коллекторов. Начальные геологические запасы нефти в залежи (или ее части) подсчитываются по формуле [4]:

$$Q_{no} = F \cdot h_{эфф} \cdot K_n \cdot K_{н} \cdot b \cdot p_n, \quad (1)$$

где Q_{no} – начальные геологические запасы нефти; F – площадь залежи; $h_{эфф}$ – эффективная нефтенасыщенная толщина; K_n – коэффициент открытой пористости; $K_{н}$ – коэффициент нефтегазонасыщенности; b – пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти; p_n – плотность нефти в поверхностных условиях.

Наибольшую трудность при подсчете запасов вызывает оценка объема продуктивной части пласта $F \cdot h_{эфф}$. В большинстве случаев он определяется путем умножения горизонтальной проекции площади залежи на среднее значение вертикальной эффективной нефтенасыщенной толщины пласта $h_{эфф}$. При этом площадь нефтеносности (F) устанавливается на основе данных пробуренных скважин и их испытания и измеряется на подсчетном плане, представляющем собой структурную карту по кровле продуктивного пласта.

Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина пласта обычно вычисляется как средневзвешенная по площади. Для определения $h_{эфф}$ осуществляется построение карты изопахит и подсчет по ней средневзвешенной толщины пласта на единицу площади по соотношению:

$$h_{эфф} = \frac{h_1 f_1 + h_2 f_2 + \dots + h_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}, \quad (2)$$

где f_1, f_2, \dots, f_n – площади отдельных участков пласта, ограниченных соседними изопахитами. h_1, h_2, \dots, h_n – средние значения нефтенасыщенных толщин, соответствующие указанным участкам и определяемые как средние величины между двумя соседними изопахитами.

Геоинформационные технологии предоставляют широкие возможности для реализации процедуры подсчета запасов углеводородов объемным методом [2] и позволяют существенно повысить точность расчет за

счет устранения субъективного фактора построения карт изопахит и структурных карт продуктивных горизонтов.

Для автоматизации процесса подсчета запасов нефти составлена модель обработки (рис. 1) в геоинформационной системе ArcGIS, которая позволяет осуществлять вычисления в пакетном режиме, и проводить подсчет запасов для различных наборов входных параметров [3]. В качестве параметров модели использовались следующие исходные данные:

- границы внутреннего и внешнего контура нефтеносности (ВНК);
- положения контура горного отвода;
- границы замещения коллекторов;
- отметки пластопересечений и значения эффективных нефтенасыщенных толщин по скважинам.

Технология подсчета запасов в среде ArcGIS осуществляется с помощью инструментов ArcToolbox и включает несколько этапов [1]:

- расчет грид модели распределения эффективных нефтенасыщенных толщин и построение карты изопахит (инструменты: Топо в растр, Изолиния);
- после построения изолиний (изопахит), необходимо проанализировать полученные данные, так как программа формально проводит интерполяцию, в результате чего могут возникнуть некоторые неточности при построении;
- выделение в пределах контура нефтеносности отдельных участков планиметрии и вычисление их площади (инструменты: Объект в линию, Объект в полигон, Вычислить площадь);
- вычисление средних нефтенасыщенных толщин в пределах каждого участка планиметрии (инструмент – Пространственное соединение);
- подсчет суммарных запасов углеводородов по формуле 1.

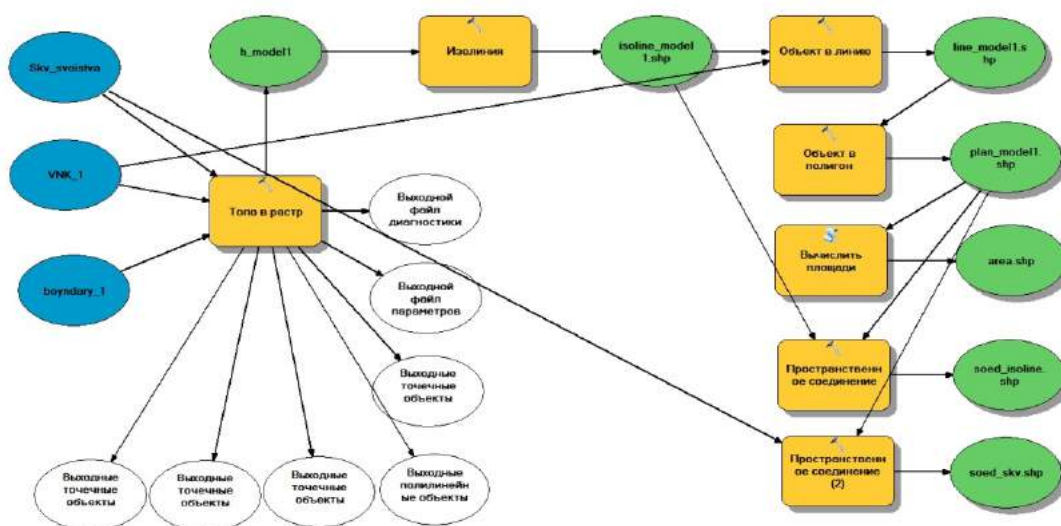


Рис. 1. Модель геообработки

Модель обработки была опробована на примере Озерного месторождения нефти, расположенного на территории Пермского края в пределах Соликамской депрессии Предуральского краевого прогиба (рис. 2). В тектоническом отношении Озерная структура представляет собой купол тектоно-седиментационного происхождения и характеризуется несоответствием структурных планов по маркирующим горизонтам терригенного девона, каменноугольных отложений и артинского яруса, вследствие развития последовонского и раннепермского органогенных сооружений. По классификации запасов месторождение относится к мелким и характеризуется многопластовой залежью сложного строения, включающей четыре основных объекта разработки: карбонатные сакмарские (пласт С_м); башкирско-серпуховские (пласты Бш1, Бш2, Бш3 и Срп); окские (пласт Ок) и турне-фамено-франские (пласты Т1, Фм1, Фм2, Фм3 и Фр) отложения.

В результате, с помощью модели геообработки были построены растровые модели распределения эффективных нефтенасыщенных толщин, поля планиметрии (рис. 3), проведен подсчет запасов нефти для башкирской залежи. Результаты расчетов хорошо согласуются с оценкой геологических запасов нефти, представленных в ГКЗ.



Рис. 2. Расположение Озерного месторождения нефти

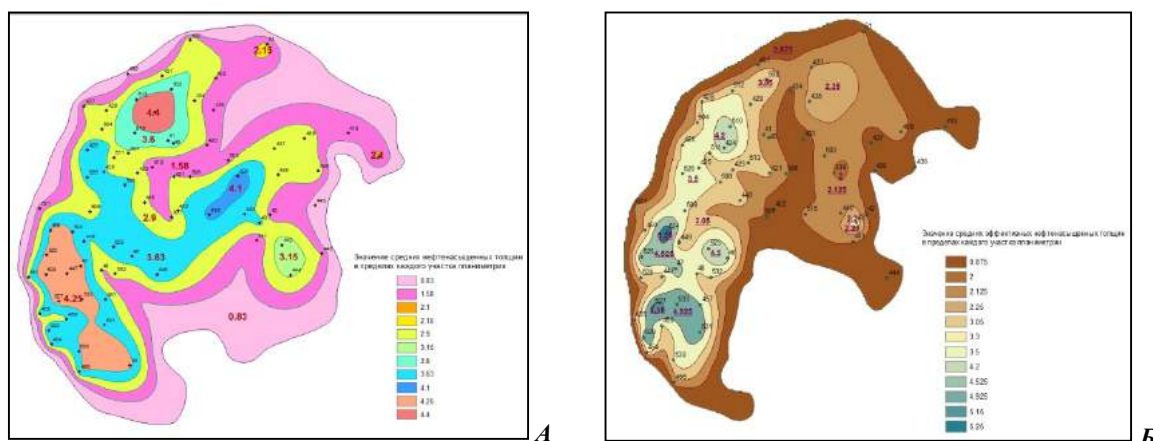


Рис. 3. Поля планиметрии для башкирской залежи нефти: А – пласт Би1; Б – пласт Би2

Литература

- Кулакова Н.В. Использование геоинформационных технологий для подсчета запасов углеводородов // Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. юбилейным датам предприятий Пермнефтегеофизика, ЧЕГИС, Пермгеокабель, ФХС-ПН, Геолайн (г. Пермь, 26-27 ноября 2015 г.) / Гл. ред. В.И. Костицын; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 263 с.
- Митчелл Э. Руководство ESRI по ГИС анализу. Географические закономерности и взаимодействия. – Нью-Йорк, ESRI Press, 1999. – Т. 1: – 190 с.
- Митюнина И.Ю., Дерендяева А.А. 3D моделирование залежей углеводородов с использованием ГИС технологий // Геология и полезные ископаемые Западного Урала, 2013. – № 13. – 82 – 84 с.
- Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. / Под редакцией В.И. Петерсилье, В.И. Пороксуна, Г.Г. Яценко. – Москва - Тверь: ВНИГНИ, НПЦ "Тверьгеофизика", 2003 – 259 с.

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРВОМАЙСКОГО НЕФТЯНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

М.Ю. Любимова

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Первомайское нефтяное месторождение, являющееся одним из наиболее крупных в Томской области, открыто в 1969 г. поисковой скважиной 260. Месторождение в административном отношении расположено в Каргасокском районе на западе Томской области (большая часть) и лишь его северо-западная часть относится к Сургутскому району Ханты-Мансийского автономного округа. В геолого-тектоническом отношении оно приурочено к Каймысовскому своду – одной из крупных положительных структур юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Первомайское нефтяное месторождение расположено в Каймысовском нефтеносном районе. В непосредственной близости от него эксплуатируются Западно-Катыльгинское, Лонтынь-Яхское и другие нефтяные месторождения. Нефтеносность района связана с отложениями васюганской свиты, в которых распространены песчаные пласты горизонта Ю₁, залегающие под аргиллитами баженовской свиты.

Целью проведенного исследования было выполнение литолого-фациального анализа и выделение обстановок осадконакопления продуктивных отложений надугольной толщи Первомайского месторождения. В работе были использованы данные, полученные из опубликованных и фондовых материалов (результаты палеонтологических и седиментологических исследований, включающих микропалеонтологический, палинологический, ихнофациальный анализ) [1, 3] и данные анализа керн из скважин, расположенных в разных частях месторождения, полученные в Лаборатории седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть».

Анализ палеонтологических находок морской фауны и состав комплексов фораминифер позволяют проследить последовательность изменений условий осадконакопления в надугольной толще верхневасюганской подсвиты с раннеоксфордского (пласт Ю₁³) по позднеоксфордский век (пласт Ю₁¹). Смена фаций контролировалась, прежде всего, палеорельефом дна мелководно-морского эпиконтинентального моря, которое существовало в Западной Сибири. Условия осадконакопления изученной части разреза месторождения по данным литологии, фауны, палинологии, ихнофоссилий представляются следующим образом: нижний пласт надугольной толщи Ю₁² (здесь и далее используется вновь предлагаемая индексация пластов [2]) представлен в своем основании серыми мелкозернистыми песчаниками с тонкими глинистыми часто прерывистыми намывами и слойками. Слойчатость пологонаклонная параллельная. Часто в породах наблюдается наложенная, весьма интенсивная карбонатизация.

Отложения интервала отвечают фации песчаных отложений пляжа или переходной зоне пляжа.

Выше залегают светло-серые с коричневатым оттенком мелкозернистые до среднезернистых песчаники (в скв. 935) с редкими тонкими прерывистыми намывами аргиллитов (в скв. 2281Р с дисконидной плитчатой отдельностью). Отложения относятся к фации песчано-алевритовых осадков зоны волнений (подводных валов) прибрежной части моря. По схеме геоморфологических единиц береговой зоны они формировались в пределах предфронтальной и переходной зон пляжа (рис. 1) [2, 3].

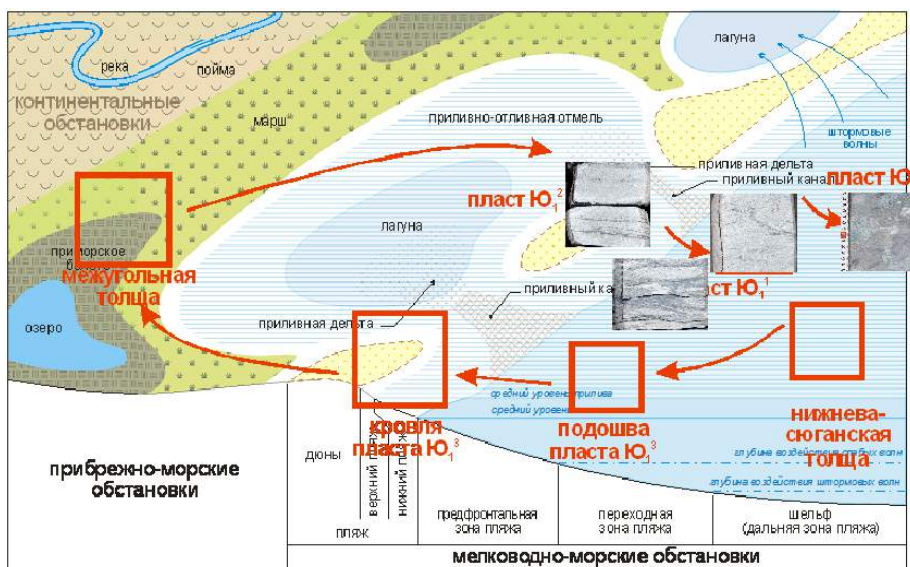


Рис. 1. Схема формирования отложений васюганской свиты Первомайского месторождения

Граница пласта Ю₁² с вышезалегающим пластом Ю₁¹ представляет собой межпластовый перерыв с переотложением вещества, выраженном в существенном увеличении доли глинистых намывов, нередко образующих маломощные алевритоглинистые перемычки. Для них характерна интенсивная биотурбация и

обилие раковинного детрита. Набор ихнофоссилий в целом аналогичен таковому в выше- и нижележащих осадках, что указывает на постоянство глубины палеобассейна. Повышение глинистости могло быть результатом частичной изоляции части дна, например, вследствие миграции вдольбереговых баров. В большинстве изученных скважин пласт Ю₁¹ имеет отчетливое двучленное строение с внутрипластовым перерывом, представленным четким волнистым контактом и развитием деформационных текстур, обусловленных разрывом.

Базальная часть пласта Ю₁¹ представлена элементарным циклитом, который начинается слоем пологошпатово-кварцевых среднесортированных песчаников с деформационной текстурой и невыдержанными прослоями, интракластами алевролитов, включениями и прерывистыми прослойками углефицированного растительного детрита. Содержит раковинный детрит и скопления, россыпи пирита. В основании этого слоя фиксируется перерыв с подстилающим пластом Ю₁², который не везде можно проследить четко.

Этот слой перекрывается мелкозернистыми пологошпатово-кварцевыми граувакковыми песчаниками среднесортированными с полого-наклонной косой слойчатостью и затем мелкозернистыми серыми песчаниками с намывами алевроглинистого и углисто-глинистого материала. Породы биотурбированы (ихнофагия *Skolithos*, индивидуальные ихнофоссилии типа *Skolithos*). Участками отмечается обилие раковинного детрита *Dentalium* sp., встречаются ростры белемнитов, а также скопления трубок червей (серпулид), как результат штормового перераспределения осадка. Статиграфически выше, в пределах описываемого пласта, намечаются еще до трех подобных циклитов меньшей толщины и с менее резкой границей в основании (внутрипластовый разрыв). Участки песчаников с карбонатным цементом развиты в пласте не закономерно.

Отложения пласта Ю₁¹ относятся к фации песчано-алевритовых осадков зоны волнений (подводных валов) прибрежной части моря, значительно реже – к фации алевролитовых и глинистых осадков подводных ложбин внутреннего шельфа. Их формирование происходило в пределах предфронтальной зоны пляжа в условиях верхней сублиторали (глубина от 20 до 50 м). Здесь существовали нормально-морские условия неглубокого моря с прозрачными, очень подвижными водами и хорошо прогреваемым дном.

Выводы:

Анализ внутреннего строения пласта Ю₁¹ позволил установить, что он состоит из двух частей, отвечающих двум седиментационным циклитам, а их совокупность отвечает циклиту более высокого порядка. Границы циклитов разделены перерывами различного типа.

Фациальный анализ пласта Ю₁¹ показал, что его отложения преимущественно представлены фацией песчано-алевритовых осадков зоны волнений (подводных валов) прибрежной части моря в пределах предфронтальной зоны пляжа и значительно реже фацией алевролитовых и аргиллитовых осадков внутреннего шельфа (подводных ложбин).

Анализ фациального состава надугольной части васюганской свиты свидетельствует об общей трансгрессивной направленности строения разреза. Поэтому отложения пластов Ю₁² и Ю₁¹ можно отнести к следующему типу залежей: надперерывным трансгрессивным песчаным покровам. Поскольку поверхности несогласия в основании пластов относительно плоские, перекрывающие их песчаники образуют покровы.

Литература

1. Вакуленко Л.Т., Ян П.А. Юрские ихнофагии Западно-Сибирской плиты и их значение для реконструкции обстановок осадконакопления // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42 – вып. 4. – С. 83 – 93.
2. Кравченко Г.Г. Седиментологическая модель верхнеюрских продуктивных отложений Крапивинского месторождения по результатам изучения керна / Г.Г. Кравченко, Е.А. Жуковская // Известия Томского политехнического ун-та, 2010. – Т.316. – № 1. – С. 80 – 86.
3. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т. Пер. с англ. / Под ред. Х. Рединга. – М.: Мир, 1990. – Т. 1: – 352 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СКВАЖИН

К.Ю. Майков

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В наши дни на рынке углеводородного сырья наблюдается значительный спад цен на нефть, спровоцированный последствиями мирового финансового кризиса. Также отмечается рост стоимости бивалютной корзины. Данные обстоятельства вынуждают российские нефтедобывающие компании увеличивать объемы добычи экспортируемого углеводородного сырья.

В то же время наращивание объемов добычи нефти невозможно без качественного анализа продуктивности фонда добывающих скважин, определения причин ее снижения, а также осуществления мероприятий по интенсификации притока. В настоящее время существуют различные методы контроля разработки месторождений, но наиболее эффективным средством анализа производительности скважин являются гидродинамические исследования скважин.

В процессе разработки на большинстве месторождений для изучения динамики изменения параметров пласта используются гидродинамические исследования (ГДИС), по результатам которых определяют пластовое давление, фильтрационные параметры пласта (проницаемость, гидро-, пьезопроводность), а также при спуске и подъеме приборов можно исследовать плотность флюида в скважине. Но для получения детальных параметров

проводят испытания пластов с помощью прибора КИИ-146. В последнее время наиболее популярными становятся испытания пластов с помощью модульного динамического испытателя пластов (MDT). Он значительно повышает качество и информативность комплекса ГИС/ГДИС. MDT представляет собой прибор, позволяющий осуществить следующие исследования в открытом стволе скважины:

- замеры пластового давления на разных глубинах; расчет подвижности пластового флюида и оценку проницаемости по анализу кривых падения и восстановления давления;
- отбор высококачественных проб пластовых флюидов;
- определение анизотропии проницаемости;
- «мини-DST» исследование с использованием модуля двойного пакера для определения свойств пласта и отбора проб;
- замеры давления гидроразрыва в пластовых условиях путем проведения «мини-ГРП» [2].

Рассмотрим использование данных методов на примере одного из месторождений Западной Сибири, продуктивные пласты которого отличаются сложным геологическим строением и низкими значениями ФЕС. Изучаемая в работе залежь приурочена к отложениям нижнего мела и является нефтегазоконденсатной [4]. Стоит отметить, что характерной геологической особенностью данного пласта является наличие пропластка с улучшенной проницаемостью (суперколлектора) [1]. Поэтому в связи с большой неоднородностью ФЕС пласта, как по площади, так и по разрезу, для получения достоверных параметров необходимо использовать не просто КИИ-146, а более совершенный прибор – MDT.

На одной из скважин изучаемого месторождения в процессе бурения для определения параметров пласта было проведено испытание прибором MDT, а потом контроль за динамикой их изменения проводился раз в год с помощью ГДИС.

Сопоставляя параметры, полученные разными методами, можно сделать вывод, что плотность до начала разработки (по MDT) составляла приблизительно $0,748 \text{ г/см}^3$, а по результатам ГДИС – $0,771 \text{ г/см}^3$ ниже 1200 м, в то время как выше данной отметки – $0,119 \text{ г/см}^3$. Такая разница в показаниях обусловлена сегрегацией фаз флюида в стволе скважины, что повлекло за собой некоторое искажение полученных данных.

Замер пластового давления происходит посредством КВД (кривая восстановления давления) и КПД (кривая падения давления), как в ГДИС, так и в MDT исследованиях.

Основным отличием одного метода от другого являются более детальные результаты, полученные при замере модульным динамическим пластоиспытателем. В ходе ГДИС пластовое давление фиксировалось через каждые 200 м, и на глубине спуска (2900 м) составляло 23450 кПа. В то время как при MDT был детально рассмотрен весь интервал перфорации – величина пластового давления варьировалась от 26842 кПа (на глубине 3367 м) до 27976 кПа (на глубине 3346,5 м).

Это может быть обосновано тем, что в данном случае MDT спускается непосредственно до зоны перфорации скважины, что невозможно при проведении стандартных гидродинамических исследований из-за ограничения глубины спуска измерительного прибора (до угла искривления скважины не более 56°). Возможность спуска прибора MDT в призабойную зону пласта также может являться серьезным преимуществом и в случае оценки плотности пластового флюида. Поэтому можно сделать вывод, что значение плотности флюида, полученное в результате ГДИС, является оценочным, в то время как при MDT – первоначальным.

Для получения параметров пласта при ГДИС важной процедурой является отбор проб, что обусловлено необходимостью определения насыщения пласта и свойств флюидов. Для недропользователей эти данные важны для определения строения продуктивного пласта, оценки запасов, расчета фильтрационных параметров и анализа потока флюидов в пористой среде, а также для корреляции пластов и геохимических исследований. Использование некорректных данных может привести к нежелательным и дорогостоящим последствиям. С задачей отбора проб успешно справляется прибор MDT, в нашем случае позволяющий проводить отбор при незначительных перепадах пластового давления за счет использования модулей оптического анализатора флюида, что способствует получению качественных образцов пластовых флюидов [5].

Помимо этого, он позволяет контролировать в режиме реального времени качество отбираемого флюида с целью предотвращения загрязнения пробы буровым раствором, что дает определенную уверенность в качестве полученного образца флюида. Качественные образцы необходимы для определения таких важных параметров пластового флюида, как давление насыщения, объемный коэффициент и вязкость.

Стандартный комплекс гидродинамических исследований в обсаженном стволе дает возможность отслеживать динамику изменения фильтрационных параметров пласта [3]. Из ретроспективного анализа исследований, выполненных в скважине изучаемого месторождения за 2011-2013 гг., можно сделать вывод о понижении давления на глубине спуска прибора (2900 м) с 23440 кПа (на 2011 г.) до 21850 кПа (на 2013 г.), уменьшении проницаемости более чем в 2 раза (с 285 до 142 мД). При этом скин-фактор остался достаточно высоким (10-11,8), гидропроводность также существенно снизилась (с 13843 до 6885,7 мД·м/мПа·с). Продуктивность пласта также изменилась – с 25,16 до 12,87 ($\text{м}^3/\text{сут}$)/(кгс/см^2). В целом такая динамика параметров пласта говорит о загрязнении призабойной зоны. В 2013 г. скважина была переведена под нагнетание.

В отличие от стандартного комплекса ГДИС, прибор MDT, работающий в открытом стволе скважины, не позволяет отслеживать динамику изменения параметров залежи. Для решения данной функции в обсаженной колонне разработан прибор СНДТ, который осуществляет замеры пластового давления на разных глубинах и отбирает высококачественные пробы пластовых флюидов путем просверливания обсадной колонны, цемента, породы – вглубь пласта, проведения замеров пластового давления, отбора проб и последующей закупорки всех

просверленных отверстий. Но данный метод является высокочувствительным и мало где применяется в российских компаниях.

Таким образом, с помощью приборов MDT и CHDT можно получить довольно полный комплекс первичной информации о параметрах залежи с различных ее интервалов, независимо от конструкции скважины и ее искривления, что невозможно при проведении стандартных ГДИС. Однако использование MDT/CHDT является дорогостоящим методом. А в условиях финансового кризиса с целью уменьшения экономических затрат на проведение исследований и потерь по добыче УВ, для мониторинга изменения показателей работы пласта в большинстве компаний переходят на установку телемеханических систем (ТМС) в скважинах.

Литература

1. Мангазеев П.В., Панков М.В., Кулагина Т.Е., Камартидинов М.Р., Деева Т.А. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 340 с.
2. Латыпов А.Ф., Вейнхебер П.Д., Абдрахманова Л.Г., Карпекин Е.А. Применение испытателей пластов на кабеле нового поколения для оценки характера насыщения сложных коллекторов Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения // Техника и технологии, 2011. – №4. – С. 44 – 46.
3. Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Ин-т компьютерных технологий, 2005. – 780 с.
4. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
5. Бетанкур С., Дон Ч., Эльшахани Х., О'Киф и др. Современные методы измерения свойств пластовых флюидов // Нефтегазовое хозяйство, 2007. – Т. 19. – №3. – С. 70 – 88.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНЕНИЯ ГЛИН, АРГИЛЛИТОВ ЮРЫ И МЕЛА СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К.В. Макаров

Научный руководитель доцент Л.М. Бурштейн

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

Очевидно, что в ближайшие десятилетия промышленное значение углеводородного сырья не уменьшится и, вероятно, будет возрастать. В условиях истощения сравнительно более доступных его источников роль методов количественного прогноза перспектив нефтегазоносности будет усиливаться. Одно из современных направлений количественного прогноза включает группу методов известных в отечественной литературе как историко-генетические, а в западной как «бассейновое моделирование». В рамках этого подхода рассматриваются количественные модели всех стадий нефтидогенеза, включая процессы формирования осадочного чехла, становления в его пределах термобарических полей, образования углеводородов в нефтегазопроизводящих толщах, их эмиграцию и вторичную миграцию, аккумуляцию и разрушение скоплений. Параметры соответствующих физико-химических моделей требуют обоснования для каждого конкретного объекта прогноза. Одной из основных групп таких параметров являются параметры уплотнения осадочных пород, в том числе глинистых, образующих в Западно-Сибирском бассейне региональные, зональные и локальные флюидоупоры.

Задача исследования состояла в том, чтобы на основе доступной фактической информации уточнить параметры закона уплотнения глинистых пород мезозойского осадочного чехла северных районов Западно-Сибирского мегабассейна и оценить время литификации основных глинистых флюидоупоров.

В основу определения параметров уплотнения глинистых пород (модель Ф. Шнейдера и др. [1]) была положена база данных по петрофизическим характеристикам осадочных горных пород, подготовленная в ИНГТ СО РАН. В работе непосредственно анализировалась выборка данных по пористости мезозойских глин и аргиллитов Западной Сибири, в которую вошли данные по 27 скважинам (с 19 площадей) и 739 образцам, охватывающим широкий диапазон современных глубин (от 100 до 4100 м) и пористости (от 33% до 1,5%). Анализ данных и реконструкция динамики уплотнения выполнялись средствами комплекса бассейнового моделирования, разработанного в ИНГТ СО РАН. Калибровка модели осуществлялась в предположении об отсутствии химического уплотнения и гидростатических поровых давлений.

В результате выполненного анализа наблюдаемых трендов пористости глин и аргиллитов северных районов Западно-Сибирского бассейна установлено, что параметры закона уплотнения, принятые в стандартных библиотеках системы бассейнового моделирования Temis, требуют корректировки. Соответствующие уточненные параметры получены по объединенной выборке фактических данных. Показано, что выделение подвыборок с аномальными зависимостями пористости от глубины, не приводит к значимым изменениям в оценках параметров уплотнения. На основе полученных зависимостей выполнен прогноз времени литификации юрских и меловых региональных флюидоупоров района исследований

Литература

1. Schneider F., Potdevin J.L., Wolf S., Faille I. Mechanical and chemical compaction model for sedimentary basin simulators // Tectonophysics, 1996. – V. 263. – P. 307 – 317.

**АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТА ПК₁ МЕСТОРОЖДЕНИЯ N**

К.С. Мартынов

Научный руководитель профессор И.П. Попов

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее время при разработке месторождений недостаточно учитывается фильтрационно-емкостная модель залежей, что приводит к формированию трудноизвлекаемых запасов (ТИЗ) не только на нефтяных, но и на газовых месторождениях. Их наличие характеризуется малоэффективными промысловыми параметрами, в том числе низкой продуктивностью скважин и малыми темпами годовых отборов. С экономической точки зрения целесообразнее предотвращать формирование ТИЗ, чем применять дорогостоящие методы для извлечения таких запасов. Для примера предлагается рассмотреть нефтегазоконденсатное месторождение N, расположенное на территории Ямало-Ненецкого автономного округа.

На рисунке 1 представлена динамика средних и суммарных показателей разработки месторождения N.

Как показывает опыт разработки, продуктивные отложения характеризуются двойной проницаемостью. Флюиды содержатся в трещинах и в капиллярных каналах, соизмеримых с порами. Наличие обменных процессов между двумя средами обуславливает единство гидродинамической системы залежи и развитие четырех типов коллекторов: трещинного (Т), порово-трещинного (ПТ), трещинно-порового (ТП) и порового (П). Дифференциация типов коллекторов производится на основании зависимостей геолого-промысловых параметров от скин-эффекта и скин-эффекта от депрессии по методике И.П. Попова и подтверждается наличием на месторождении высоко-средне- и низкодебитных скважин [2, 3].

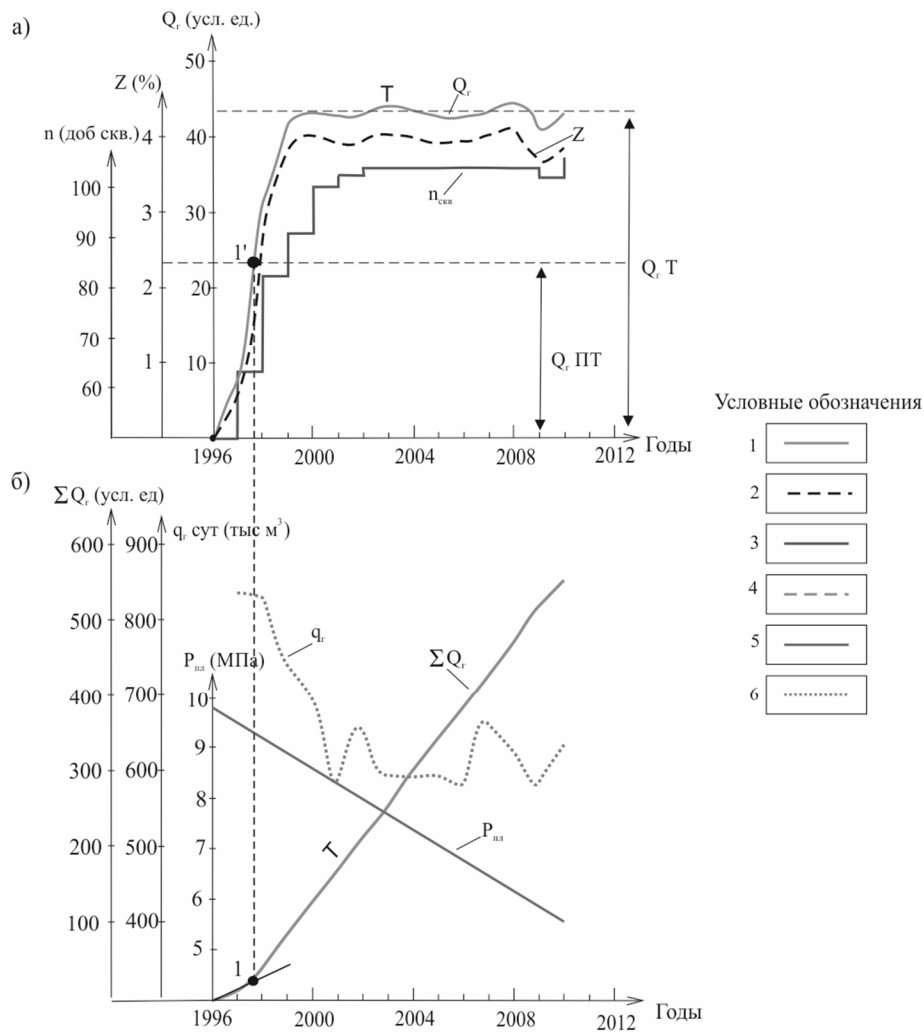


Рис. 1. Динамика средних (а) и суммарных (б) по годам показателей разработки залежи пласта ПК₁ месторождения N: 1 – добыча газа по годам (усл. ед.); 2 – темп отбора от начальных балансовых запасов в год (%); 3 – количество эксплуатационных скважин (ед.); 4 – накопленная добыча газа (усл. ед.); 5 – пластовое давление (МПа); 6 – среднесуточный дебит скважин (тыс. м³)

Недостаточный учет фильтрационно-емкостной модели при бурении обуславливает кольматацию трещинной емкости. В начале разработки уровень добычи может соответствовать порово-трещинному (ПТ), трещинно-поровому (ТП) или даже поровому (П) коллектору, в зависимости от качества вскрытия.

Механизм очистки трещинной емкости наблюдается по динамике показателей разработки. Так, на данном месторождении, в начале освоения залежи происходило раскольматирование, и уровень добычи соответствовал порово-трещинному (ПТ) коллектору (точки 1 и 1'). После восстановления проницаемости с 1998 г. коллектор дренируется как однородно-трещинный (Т).

Это приводит к высоким темпам отбора (около 4% от начальных балансовых запасов), что исключает подток газа из низкопроницаемых коллекторов, проницаемость которых на 2-3 порядка ниже проницаемости трещин [2].

Подобная практика характеризуется образованием воронок депрессии и формированием трудноизвлекаемых запасов (ТИЗ). Этому также способствует кустовое размещение скважин в сводовых частях структуры [2, 3].

О наличии остаточных запасов свидетельствует временная остановка промыслов для осуществления реабилитационных циклов. Это позволяет восстановить пластовое давление, пополнить активные запасы газа за счет естественных перетоков из менее проницаемых участков периклинали в сводовую часть структуры, что способствует восстановлению энергетического потенциала пласта и активных запасов. Временная остановка добычи применялась на Ямбургском месторождении: на 69 суток останавливался 2 газовый промысел (рис. 2).

Раздельная выработка запасов подтверждается отсутствием (или непродолжительной) четвертой стадии разработки, в течение которой вырабатываются остаточные запасы в поровых коллекторах. Следовательно, неучет фильтрационно-емкостной модели приводит к низким коэффициентам газоотдачи.

Как показывает анализ разработки многих газовых месторождений, темп отбора, близкий к 2% от начальных балансовых запасов в год не нарушает обменных процессов, увеличивает продолжительность эксплуатации месторождения и позволяет достичь коэффициента газоотдачи, близкого к 1.

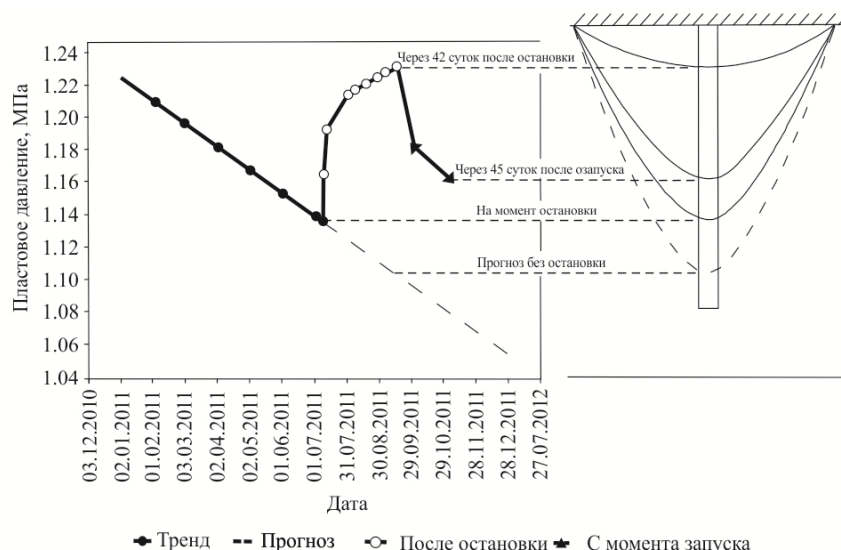


Рис. 2. Динамика среднего пластового давления до и после остановки ГП-2 (слева) и схема изменения воронки депрессии (справа) (по О.П. Андрееву и др. [1])

Литература

1. Андреев О.П., Ахмедсафин С.К., Кирсанов С.А., Минликаев В.З., Лапердин А.Н., Красовский А.В. Рациональное использование энергии пласта газовых залежей на завершающей стадии разработки // Наука и техника в газовой промышленности. – 2013. – №1. – С. 22 – 29.
2. Запивалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа / Отв. ред. В.Г. Каналин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003. – 198 с.
3. Попов И.П. Новые технологии в нефтегазовой геологии и разработке месторождений. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2012. – С. 68 – 90.

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА ПРИМЕРЕ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.С. Меледин

Научный руководитель доцент В.А. Белкина

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

Доля трудноизвлекаемых запасов нефти в России непрерывно растет, на сегодняшний день они составляют около 60% [1]. В связи с этим непрерывно растет доля нефти добываемой за счет геолого-технических мероприятий (ГТМ), в частности гидроразрыва пласта (ГРП). Установлено, что применение методов, увеличивающих нефтеотдачу пластов, позволит заметно прирастить извлекаемые запасы углеводородов при использовании наиболее пригодных для данной конкретной залежи технологий воздействия.

Промысловый опыт показывает, что на одной и той же залежи метод ГРП, применимость которого обоснована известными в настоящее время критериями, на одних участках дает значительный прирост добычи нефти, на других же его технологический эффект близок к нулю или отрицателен.

В связи с этим очень важным является разграничение залежей по комплексу геолого-промысловых признаков на участки, характеризующиеся различной эффективностью методов ГРП.

Учет этого приведет к улучшению технико-экономических показателей ГРП за счет сокращения непроизводительных затрат на участках с неблагоприятными для ГРП условиями [1].

В данной работе предлагается усовершенствование методики обоснования скважин для многостадийного ГРП. Опробование данной методики проводится на примере залежи пласта ЮВ₂ месторождения №5.

Эта методика, кроме учета известных геологических критериев и результатов анализа разработки, предполагает анализ карт остаточных подвижных запасов, эффективных нефтенасыщенных толщин и проницаемостной неоднородности по разрезу.

Месторождение №5 в геологическом отношении является сложнопостроенным, что связано с высокой неоднородностью по площади и разрезу продуктивных отложений.

Основная площадь месторождения №5 разбурена на 90%. Пласт ЮВ₂ представлен чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Общая толщина пласта изменяется от 36 до 44 м, эффективная нефтенасыщенная толщина ($h_{н.н.}$) варьирует в пределах 2,0 – 28,0 м, толщина литологического экрана изменяется от 4 до 12 м, коэффициент проницаемости ($K_{пр}$) изменяется в интервале $0,1 - 4,6 \cdot 10^{-3}$ мкм².

Залежь пласта ЮВ₂ находится в эксплуатации с 2003 г.

За весь период разработки проведено 750 скважинных операций ГРП. Являясь самым эффективным видом ГТМ, эффективность ГРП с течением времени падает (рис. 1).

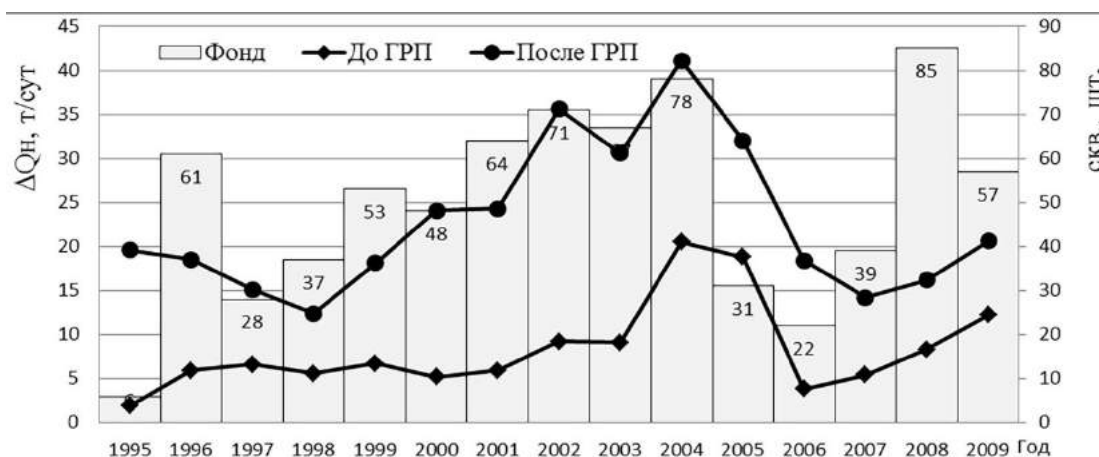


Рис. 1. Динамика технологических показателей разработки скважин до и после ГРП

Поэтому для выработки оставшихся запасов предлагается применить многостадийный гидроразрыв пласта (МГРП). В последние годы, как во всем мире, так и в Западной Сибири, все чаще применяется МГРП. Многостадийный ГРП – последовательное проведение гидроразрывов пласта в одной скважине.

Анализ фрагмента карты остаточных запасов по объекту ЮВ₂ (рис. 2), показывает, что южная и центральная часть характеризуется высокой плотностью остаточных запасов.

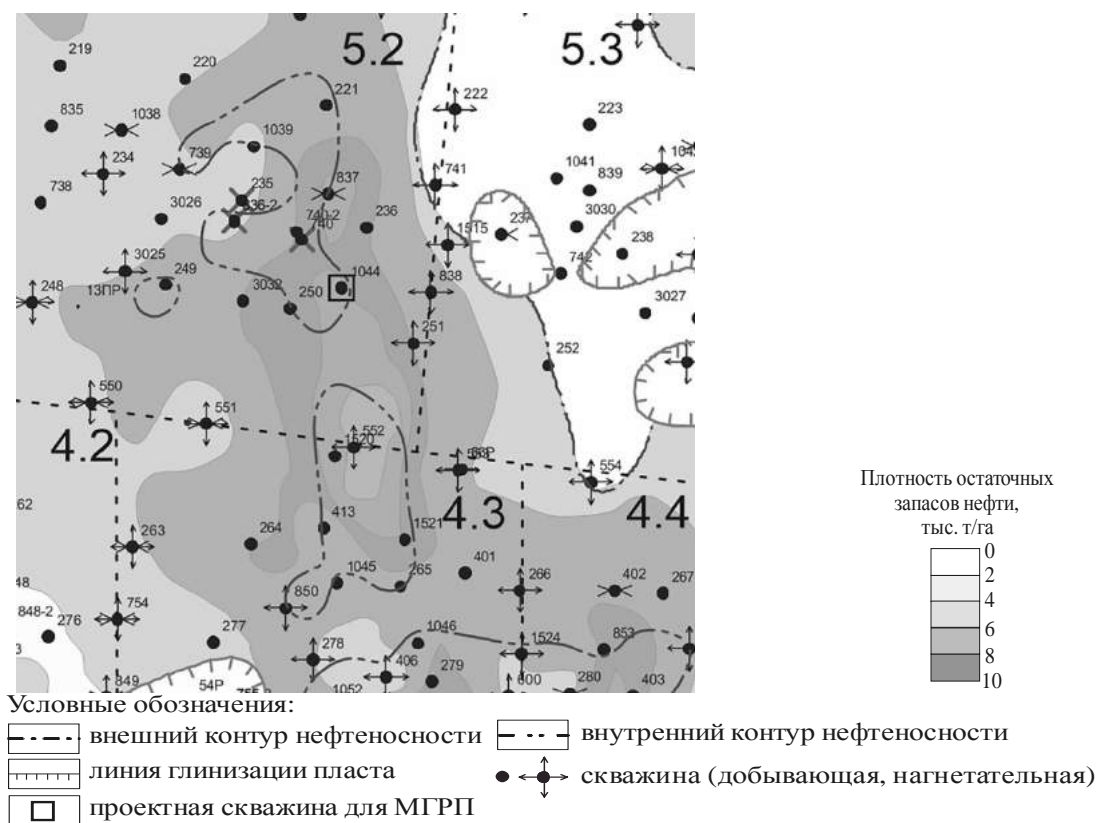


Рис. 2. Фрагмент центральной части карты остаточных запасов по объекту разработки ЮВ₂

Невысокая выработка залежи здесь обусловлена следующими факторами: невыдержанностью коллектора по площади (наличие обширных зон глинизации), прерывистостью и расчлененностью разреза, малым охватом вытеснения, обширными водонефтяными зонами нижних пластов, отсутствие перфорации продуктивного разреза в части добывающих скважин, ряд нагнетательных скважин находится в зоне отсутствия коллектора.

По нашему мнению, для повышения эффективности обоснования скважины, кроме анализа карты остаточных запасов необходимо проанализировать текущий коэффициент извлечения нефти (КИН) по блокам разработки. Он изменяется от 0,043 до 0,291 д. ед. По пласту ЮВ₂ текущий КИН составляет – 0,118 д. ед. при утвержденном – 0,363 д. ед.

Для проведения МГРП необходимо наличие горизонтального ствола (ГС). Предлагается провести ГС из скважины №1044. Основной задачей бурения ГС является проводка ствола в коллекторе. С помощью ГС сложной траектории и длиной до 1000 м можно организовать выработку отдельных нефтяных линз малого объема, самостоятельная разработка каждой из которых экономически неэффективна [2].

Скважина №1044 отвечает всем геологическим критериям необходимым для проведения МГРП. К геологическим критериям относят: $h_{н.н.}$ не менее 3 м, $K_{пр}$ не превышает 0,03 – 0,05 мкм² при вязкости нефти до 50 мПа*с, толщина литологических экранов, отделяющих продуктивный пласт от газо- или водонасыщенных коллекторов, не менее 4,5 – 6 м, накопленный отбор нефти из скважины не превышает 20% от удельных извлекаемых запасов, глубина залегания пласта не превышает 3500 м [3]. Скважина располагается в центральной части залежи, с высокой плотностью остаточных запасов и высокими значениями эффективных нефтенасыщенных толщин (рис. 2), а толщина покрывки составляет около 8 м.

В целом мы рекомендуем более широкое применение МГРП, с целью повышения эффективности разработки залежей многих месторождений Западной Сибири, в частности, на залежи пласта ЮВ₂.

Литература

1. Белкина В.А., Дорошенко А.А. Оценка и прогноз эффективности методов увеличения нефтеотдачи. – Тюмень: Нефтегазовый университет, 2004. – 127 с.
2. Верховцев П.Н., Елесин М.В., Исламгалиев Р.Ф., Опыт проведения многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах ОАО «РН-Няганьнефтегаз» // Научно-технический вестник ОАО «НК» Роснефть», 2014. – №2. – С. 19 – 22.
3. Особенности применения ГРП на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» / Н.Я. Медведев, В.Г. Шеметилло, Г.А. Малышев, В.П. Сонич и др. // Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений, 2001. – № 9. – С. 52 – 57.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ НЕФТИ: ЦВЕТНЫЕ И БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Р.Г. Нанаджанова, Н.И. Велиметова, С.Ф. Маммедбейли

Научный руководитель главный научный сотрудник Ф.Р. Бабаев
Институт геологии и геофизики, г. Баку, Республика Азербайджан

В настоящее время геохимические исследования нефтей нельзя представить без изучения микроэлементного состава нефти. Известно, что микроэлементы (МЭ) нефти несут информацию о генезисе углеводородов, а по соотношению концентраций и распределения элементов можно во многом определить стратегию поисков нефтяных месторождений.

Получение надежных данных о микроэлементном составе позволит составить геохимические паспорта типовых месторождений, сформированных в различных геохимических обстановках [1, 2].

Было исследовано содержание элементов группы цветных и благородных металлов в нефтях месторождений Апшеронского и Бакинского архипелагов: Пираллахи, Нефт Дашлары, Дарвин кюпеси, Палчыг Пилпиляси, Сангачал-дениз, Гярби Абшерон.

Исследования МЭ состава образцов нефти проводились методом масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой на приборе Perkin Elmer ICP/MS.

Пределы обнаружения для большинства элементов составляют <0,001 г/г, линейный динамический диапазон достигает 8 порядков измеряемой величины и позволяет одновременно определять концентрации примесных элементов и основных компонентов пробы.

Метод основан на использовании индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для их разделения и детектирования.

Были получены данные по концентрациям, как благородных, так и цветных металлов: Ir, Pd, Pt, Rh, Sn, Ag, Ni, Ti, Zn, Pb, Mo, Cu, Co (рис., табл.).

Изучены особенности распределения благородных металлов (Ir, Pd, Pt, Rh и Ag) и их взаимосвязь с физико-химическими свойствами нефти.

Установлены некоторые закономерности распределения элементов в исследованных объектах.

Показана возможность использования данных по микроэлементному составу для стратиграфической корреляции нефтенасыщенных пластов.

Для идентифицированных элементов были построены концентрационные ряды. Вычислены соотношения Cu/Zn, Pb/Co, Pt/Ni.

Таблица

Благородные и цветные металлы нефти (мг/кг)

Место-рождения, скв. №	Фильтр (м)	Ir	Pd	Pt	Rh	Sn	Ag	Ni	Ti	Zn	Pb	Mo	Cu	Co
Пираллахи №509	759-752	0,024	0,024	0,005	0,013	0,158	0,010	10,30	1,145	4,151	0,164	0,156	2,133	1,462
Пираллахи №1023	701-685	0,020	0,014	0,002	0,004	0,217	0,768	8,287	0,823	5,957	0,136	0,080	1,119	0,67
Нефт Дашлары №2188	1033-1024	0,065	0,010	0,003	0,006	0,175	0,011	5,510	1,233	0,862	0,125	0,214	0,324	0,312
Нефт Дашлары №2194	1278-1264	0,019	0,011	0	0,004	0,213	0,019	17,298	0,687	6,202	0,194	0,059	0,989	1,66
Дарвин кюпеси №633	1018-986	0,025	0,043	0,002	0,005	0,206	0,045	8,361	6,784	6,034	0,146	0,422	0,960	1,422
Палчыг Пилпиляси №1172	543-541	0,020	0,022	0,003	0,004	0,193	0,007	8,374	0,916	29,34	3,128	0,232	6,809	1,332
Палчыг Пилпиляси №1300	683-677	0,070	0,010	0,002	0,006	0,295	0,010	15,588	1,707	5,980	0,444	0,064	0,567	1,163
Сангачал-дениз №405	-	0,005	0,003	0,001	0,005	0,104	0,009	7,433	4,341	1,817	0,203	0,421	0,072	0,829
Гярби Абшерон №176	743-720	0,005	0,039	0,001	0,002	0,067	0,005	0,546	0,134	0,457	0,041	0,026	0,188	0,132

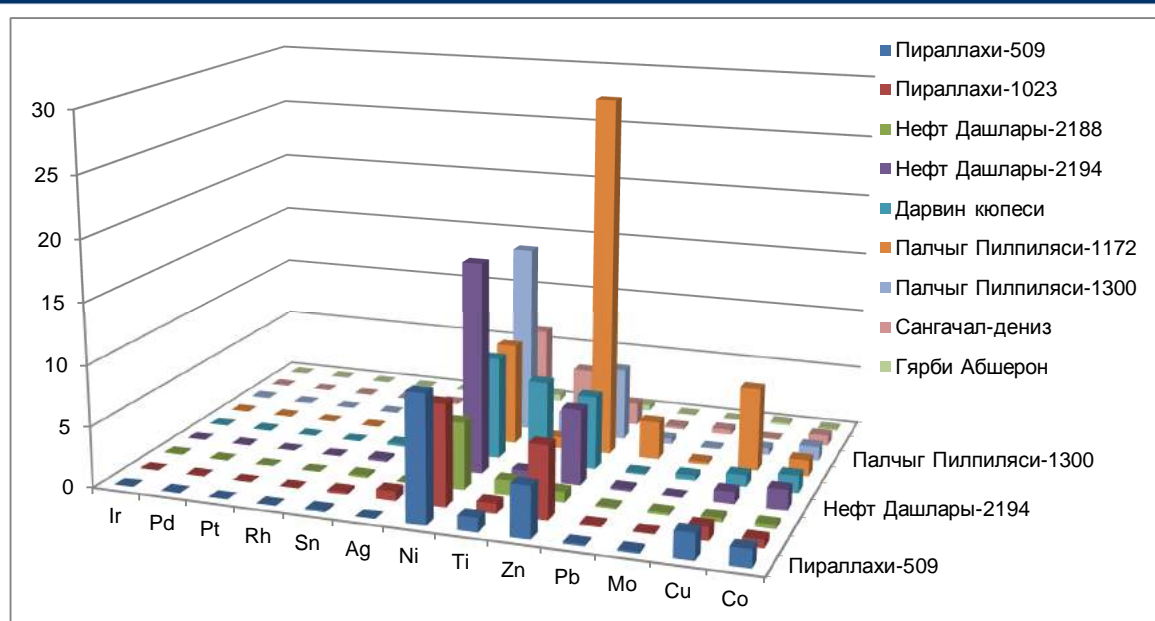


Рис. Гистограмма содержания благородных и цветных металлов в нефти

Литература

1. Бабаев Ф.Р., Пунанова С.А. Геохимические аспекты микроэлементного состава нефтей. – М.: Изд-во Недра, 2014. – С. 181.
2. Бабаев Ф.Р., Пунанова С.А. Микроэлементы нефтяных пород: источники и особенности распределения в процессах онтогенеза углеводородов // Геология нефти и газа, 2015. – №2. – С. 75 – 85.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ПО ПОРОДАМ БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА В ПРЕДЕЛАХ КОВАЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. СВЯЗЬ НЕФТЕНАСЫЩЕНИЯ ПОРОД С ПЕТРОМАГНИТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ И ГЕНЕТИЧЕСКИМ ТИПОМ ОТЛОЖЕНИЙ

В.В. Насонов

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Коновалова
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

При написании данной работы были использованы результаты исследований, проведенных лабораторией петрофизики Саратовского государственного университета совместно с Самарским государственным университетом.

Целью исследований является уточнение литологического строения, детальное расчленение, корреляция пород бобриковского горизонта, выяснение связей между относительными показателями петромагнитных кривых и генетическим типом отложений. Задачей исследований является апробация методики и технологии петромагнитных исследований шлама для решения геологических задач.

При выполнении работы по литолого-фациальным исследованиям каменного материала отложений Бобриковского горизонта по скважинам № 1, 2, 4, 7, 9 Ковалевского месторождения были отобраны и описаны пробы керн, на основании изучения которых были сделаны выводы о фациальной принадлежности пород бобриковского горизонта для интервалов отбора керн. Границы между выделенными литологическими разностями пород в случае отсутствия кернового материала уточнялись по шламу.

Работа по изучению каменного материала велась в лаборатории литологии Самарского государственного университета. Переинтерпретация данных геолого-технологических исследований (в том числе и временных данных) и геофизических исследований скважин проходила на производственном предприятии с привлечением специалистов ООО «Научно-Производственная Фирма СТЕРХ». Петромагнитные (каппаметрические и термокаппаметрические) исследования образцов проводились специалистами лаборатории петрофизики Саратовского государственного университета.

Литолого-фациальные исследования керн проводились по традиционной методике, широко известной в научных кругах. Основные положения методики описаны в многочисленной учебной литературе, примером можно привести работу Алексеева В.П. [1]. Шлам привлекался в качестве источника дополнительной информации о физико-механических свойствах пород, и по шламу проводились границы между литологическими разностями пород в случае перекрытия интервалов отбора керн. Методика привязки шлама к глубине, принципы выделения основной рабочей фракции шлама, литолого-стратиграфического расчленения

разреза по шламу обозначены в технической инструкции по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин [5].

Существенным прорывом в интерпретации данных, полученных по шламу, могут служить, обозначенные в работе коллектива авторов Саратовского государственного университета и Самарского государственного технического университета критерии определения возможных перерывов в осадконакоплении, проявляющихся зачастую в формировании маломощных кор выветривания. Новым подходом в работе с каменным материалом является привлечение метода петромагнитных исследований, наряду с керном, к шламу. Результаты апробации методики аналогичных работ и принципы интерпретации петромагнитных исследований, примененным к осадочным породам, приведены в работах [2, 3, 4, 6, 7].

Петромагнитные исследования в данной работе позволили по поведению кривых каппы и термокаппы выделить три основных петромагнитных цикла осадконакопления в верхней части бобриковского горизонта и построить принципиальную схему корреляции пласта, отличающуюся от схемы корреляции, построенной на основании интерпретации геофизических кривых.

Результаты литолого-фациальных исследований керна материала показали, что отложения в верхней части разреза относятся к лагунному типу осадконакопления, в нижней части представляют собой породы, образованные в мелководной морской обстановке. Морской кварцевый песчаник хорошо отсортирован и сложен хорошо окатанными зёрнами, мелкозернистый, с горизонтальным типом слоистости, по сравнению с лагунным песчаником, он более светлый и чистый.

С началом лагунного режима осадконакопления наблюдается смена горизонтальной слоистости морских песчаников на сложный смешанный тип слоистости: косую одно- и разнонаправленную, линзовидную, реже волнистую. Весьма характерны ихнитолитовые текстуры. При описании пород было зафиксировано большое количество сингенетичных микроконкреций пирита, отмечена загрязнённость осадка глинисто-слюдистым и углистым материалом, илистыми прослойками. КERN содержит многочисленные растительные остатки (фрагменты стволов деревьев, остатки листовой флоры, в том числе предположительно спорангии папоротников).

В лагуне отсутствует проявленная сезонная слоистость, но хорошо проявлены приливно-отливные циклы. На основании изучения литолого-фациальных особенностей керна материала был сделан следующий вывод о фациальной принадлежности пород бобриковского горизонта: формирование отложений происходило в условиях замкнутого водоема, периодически возобновляющего связь с морем. Условия закрытой лагуны, отгороженной от открытого моря береговым валом, мы считаем наиболее подходящими. По появлению маломощных прослоев хорошо отмытого, хорошо отсортированного кварцевого песчаника с горизонтальным типом слоистости, можно предполагать, что периодически связь с морем возобновлялась, и режим осадконакопления больше напоминал морской.

Сопоставление интервалов, охарактеризованных как морские, с нефтенасыщенными пропластками, выделенными по данным геофизических исследований скважин, показало совпадение с вероятностью 99,3%.

Приуроченность нефтенасыщения к верхней части пород бобриковского горизонта (относящимися, по нашим данным, к лагунному типу отложений), к интервалам развития морских песчаников, объясняется их лучшими коллекторскими свойствами.

Смена лагунных обстановок на морские (ниже по разрезу) фиксируется появлением хорошо отмытого и отсортированного светлого кварцевого песчаника среднезернистого на карбонатно-глинистом цементе базально-порового типа, крепкого, плотного с горизонтально-слоистой текстурой. Признаков нефтенасыщения, по данным геолого-технологических исследований и геофизических исследований скважин, не наблюдается. В скважинах, в которых отмечается отсутствие лагунных отложений, нефтенасыщение слабо проявлено либо отсутствует вообще.

Для построения схемы корреляции, была выделена по шламу граница смены лагунного типа осадконакопления на морской в трех скважинах. Критериями морфологических отличий лагунных и морских отложений при выделении границы море-лагуна в скважинах, в которых отсутствовал керн, были приняты: отмытость материала, его загрязненность глинисто-углистыми и слюдястыми частицами, аналогичными для скважин с керном, сортировка, окатанность, абсолютные показатели петромагнитных параметров (каппы и термокаппы). Сопоставление петромагнитных и литологических признаков послужило основой для построения схемы корреляции между скважинами Ковалевского месторождения (рис.).

Граница смены морских обстановок осадконакопления на лагунные была выделена по результатам литолого-фациальных исследований и подтверждена анализом поведения петромагнитных кривых.

По анализу поведения кривых каппы и термокаппы в разрезах каждой из скважин были выделены петромагнитные ритмы, четко коррелируемые между собой по совокупности петромагнитной ритмики и литологическим признакам.

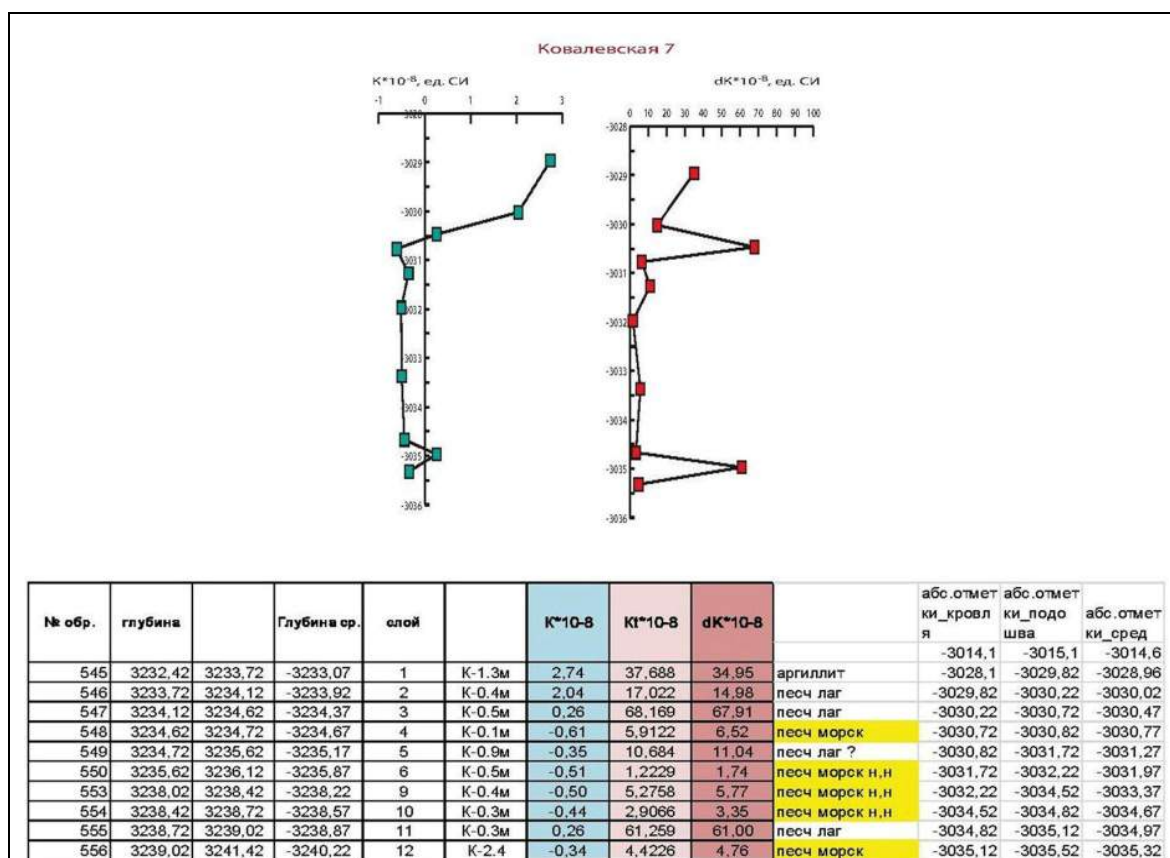


Рис. Зависимость абсолютных значений петромагнитных параметров от генетического типа отложений

В лагунной части выделено два ритма, морской режим осадконакопления укладывался в один петромагнитный ритм. Анализ мощностей показал, что мощность морских отложений постоянна, разница в несколько метров наблюдается в скважинах, в которых отсутствуют лагунные отложения.

Мощность лагунных отложений изменчива. При построении схемы корреляции по данным геофизических исследований скважин, геофизическим репером являлась кровля пород турнейского яруса (появление карбонатов), схема корреляции, предложенной нами в виде геологического репера, подразумевала начало морского режима осадконакопления.

Анализ абсолютных данных петромагнитных исследований каменного материала показывает, что по поведению кривых термокаппы, фиксирующих количество тонкодисперсного пирита, переходящего в магнетит и приобретающего магнитные свойства при нагревании в муфельной печи, можно достаточно уверенно узнавать в разрезе прослой морских песчаников среди лагунных отложений (рис.).

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 г. – 147 с.
2. Гришанов А.Н., Гужиков А.Ю., Молостовская И.И., Харитонов Т.В. Использование петромагнитных критериев для детального расчленения разрезов уфимского яруса и обоснования границы между соликамским и шешминским горизонтами в пределах Соликамской впадины Предуральяского прогиба // Геология и разведка, 1997. – № 1. – С. 19 – 25.
3. Гужиков А.Ю., Молостовский Э.А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюллетень МОИП. Отд. геол., 1995. – Вып. 1. – Т. 70. – С. 32 – 41.
4. Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1997. – 172 с.
5. Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин, РД 153 - 39.0 - 069 - 01. – Тверь, 2001. – 70 с.
6. Guzhikov A., Molostovsky E. Some features of the Early Cretaceous sedimentation in the Cis-Caucasia reflected in magnetic properties of the sedimentary cover // Geodiversitas, 1999. – №21 (3). – P. 365 – 385.
7. Guzhikov A.Yu., Baraboshkin E.Yu., Birbina A.V. New paleomagnetic data for the Hauterivian–Aptian deposits of the Middle Volga region: A possibility of global correlation and dating of time-shifting of stratigraphic boundaries // Russian Journal of Earth Sciences. 2003. Vol. 5, No. 6. PP. 1 – 30.

**ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА III ПЛАСТА ЧЕРЕМШАНСКОГО ГОРИЗОНТА
ПАТРОНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Н.Н. Никитенко

Научный руководитель доцент Ф.И. Фатуллаев

Южно-Российский государственный политехнический университет, г. Новочеркасск, Россия

Статья посвящена изучению коллекторских свойств пород с целью выявления перспективных объектов. Для решения задачи планируется интерпретация петрофизических данных. Определение коллекторских свойств продуктивных пластов имеет важное значение при оценке запасов углеводородов, при изучении закономерностей развития продуктивных отложений. В статье решались задачи анализа петрофизического обеспечения интерпретации материалов, проводилась количественная оценка пористости, глинистости, проницаемости и нефтенасыщенности в одной из скважин Патроновского месторождения.

Методика исследования основывалась на изучениях [1, 2, 3] гранулометрического состава песчаных грунтов ситовым методом, карбонатности, плотности скального грунта методом непосредственных измерений, открытой пористости скальных грунтов методом насыщения, измерении газопроницаемости горных пород методом стационарной фильтрации. В результате проведения лабораторных исследований керна были получены данные по коллекторским свойствам горных пород. Анализ полученных данных представлен ниже. Анализируя полученные данные общей пористости и плотности, я построил график вертикальной зависимости и выявил проявление закономерности поведения этих двух параметров. На графике (рис. 1) видно, что с уменьшением пористости происходит увеличение плотности. На глубине 1572 м происходит наиболее информативное подтверждение обратной зависимости плотности от пористости.

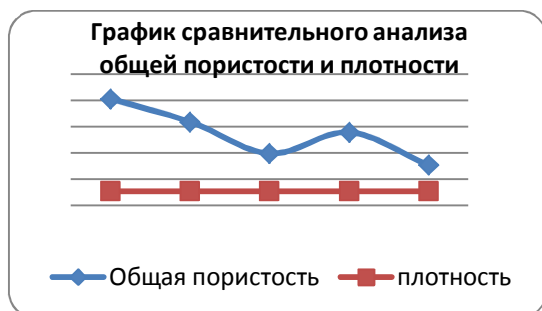


Рис. 1. График сравнительного анализа общей пористости и плотности

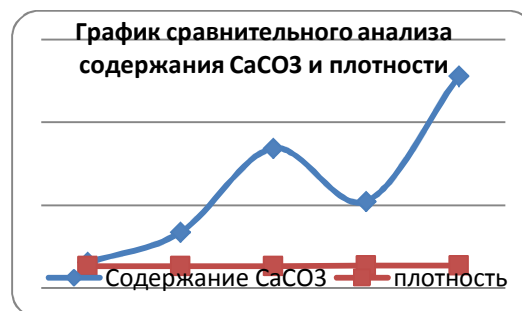


Рис. 2. График сравнительного анализа содержания CaCO₃ и плотности

В ходе анализа карбонатности и плотности я увидел, что с увеличением значения CaCO₃ в породе, увеличивается плотность (рис. 2). Наиболее наглядно эта закономерность происходит на интервале с 1572-1575 м. Максимальное значение плотности (2,74 г/см³) наблюдается на глубине 1575 м. На этой же глубине максимальное значение имеет и содержание CaCO₃ (25,62 %).

Сравнивая две кривые графика вертикальной зависимости общей пористости и водонасыщенности (рис. 3), я обнаружил прямую пропорциональность: с увеличением общей пористости увеличивается водонасыщенность. На глубине 1572 м происходит наиболее информативное подтверждение прямой зависимости этих параметров.

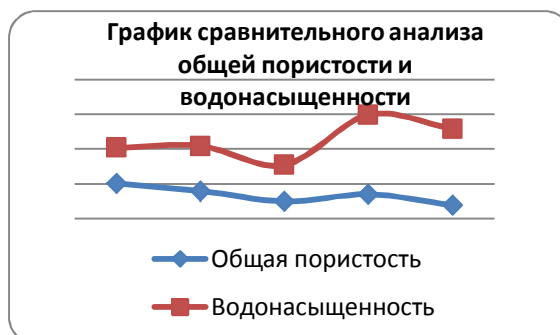


Рис. 3. График сравнительного анализа общей пористости и водонасыщенности

В ходе проделанной работы была изучена методика исследования важнейших параметров пород-коллекторов: пористости, проницаемости, плотности, карбонатности, остаточной водонасыщенности. По исходным данным коллекторских свойств в программе Microsoft Excel были построены графики вертикальной изменчивости. Проанализированы результаты коллекторских свойств продуктивного пласта черемшанского горизонта Патроновского месторождения. Наглядно проанализированы изменчивость пористости, плотности,

содержания CaCO_3 и водонасыщенности с изменением глубины. Также был проведен сравнительный анализ изменчивости коллекторских свойств изучаемого горизонта.

Литература

1. Высоцкий И.В. Геология природного газа. – М.: Недра, 1979. – 392 с.
2. Геология СССР. Том XLVI. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.twirpx.com/files/geologic/geology/regional/gsssr/>
3. Петрофизические методы исследования кернового материала: Учебное пособие в 2-х книгах. Кн. 2: Лабораторные методы петрофизических исследований кернового материала / М.К. Иванов, Г.А. Калмыков, В.С. Белохин, Д.В. Корост, Р.А. Хамидуллин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. – 113 с.

СТРОЕНИЕ ВЕРХНЕЮРСКОГО РАЗРЕЗА НА ЗАПАДНО-ЛУГИНЕЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Д.А. Носов

Научный руководитель доцент Н.М. Недоликов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Западно-Лугинецкое газоконденсатно-нефтяное месторождение административно расположено в Парабельском районе Томской области. В соответствии с принятой схемой районирования оно находится на территории Пудинского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основным перспективным объектом, с которым связываются возможности наращивания сырьевой базы, является верхнеюрский нефтегазоносный комплекс. Промышленная нефтегазоносность его связана с горизонтом Ю₁ (васюганской свиты, оксфорд).

Васюганские отложения накапливались в морских, прибрежно-морских и континентальных условиях и представлены неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов и глинистых пород с подчиненными прослоями глинисто-углистых пород и углей.

Нижняя часть свиты, сложенная глинистыми и алевроглинистыми породами со следами жизнедеятельности донных животных, выделена в нижневасюганскую подсвиту (рис.). Формирование ее осадков осуществлялось в позднебат-келловейский трансгрессивный этап, отвечает максимальному проявлению трансгрессии в келловее и пространственно связано с зоной волнения мелководно-морского бассейна. Кровля подсвиты является нижней границей продуктивного горизонта Ю₁.

Верхняя, опесчаненная часть свиты, отнесена к верхневасюганской подсвите, которая в полном объеме выделена в горизонт Ю₁. Горизонт характеризуется полифациальным характером отложений и имеет сложное строение. Сложность строения горизонта и определяет актуальность проведенных исследований.

В разрезе скважины 580 Западно-Лугинецкой площади отложения *верхневасюганской подсвиты* (горизонт Ю₁) вскрыты в интервале глубин 2412,7–2473 м и имеют толщину 60,3 м.

В качестве основы для расчленения отложений разреза были взяты теоретические предпосылки, изложенные в работах [1, 2, 3]: в качестве реперов, ограничивающих горизонт снизу и сверху выбраны отложения нижневасюганской, георгиевской и баженовской свит; расчленение разреза внутри горизонта Ю₁ проведено по кровле углистых глин и угольных пластов. В разрезе горизонта снизу вверх выделено три толщи: подугольная, межугольная и надугольная.

Подугольная толща залегает в интервале глубин 2473,0–2439,5 м, толщина ее составляет 32,5 м. Нижняя часть подугольной толщи в разрезе изучаемой скважины вскрыта в интервале 2473,0–2553,1 м и представлена 14-метровым пластом песчаников (пласт Ю₁⁴), вверх по разрезу закономерно сменяющимися алевролитами, затем алевроглинистыми и глинистыми породами. Керном охарактеризованы только алевроглинистые породы.

Подугольная толща залегает в интервале глубин 2473,0–2439,5 м, толщина ее составляет 32,5 м. Нижняя часть подугольной толщи в разрезе изучаемой скважины вскрыта в интервале 2473,0–2553,1 м и представлена 14-метровым пластом песчаников (пласт Ю₁⁴), вверх по разрезу закономерно сменяющимися алевролитами, затем алевроглинистыми и глинистыми породами. Керном охарактеризованы только алевроглинистые породы.

Верхнюю часть подугольной толщи (инт. 2553,1–2439,5 м) в основании слагают песчаники (пласт Ю₁^{3н}), вверх по разрезу – алевроглинистые и глинистые породы, которые перекрываются угольным пластом У_{1в}, хорошо выраженным на каротажных диаграммах ГИС и подтвержденным керном.

Межугольная толща (2439,5–2425,5 м) содержит два песчаных пласта: Ю₁^{3с} и Ю₁^{3в}. Оба они в кровле замещаются алевроглинистыми, глинистыми породами и содержат угольные пропластки – У_{1б} и У₁, достаточно хорошо выраженные на каротажных диаграммах и подтвержденные керном. Общая толщина межугольной толщи равна 14 м.

Толща, охватывающая комплекс пород между кровлей нижневасюганской подсвиты и кровлей У₁, характеризует смену этапов трансгрессивного этапа осадконакопления (нижневасюганская подсвита) на регрессивный (подугольная толща) и континентальный (межугольная толща). Угольный пласт У₁ соответствует окончанию континентального седиментационного цикла.

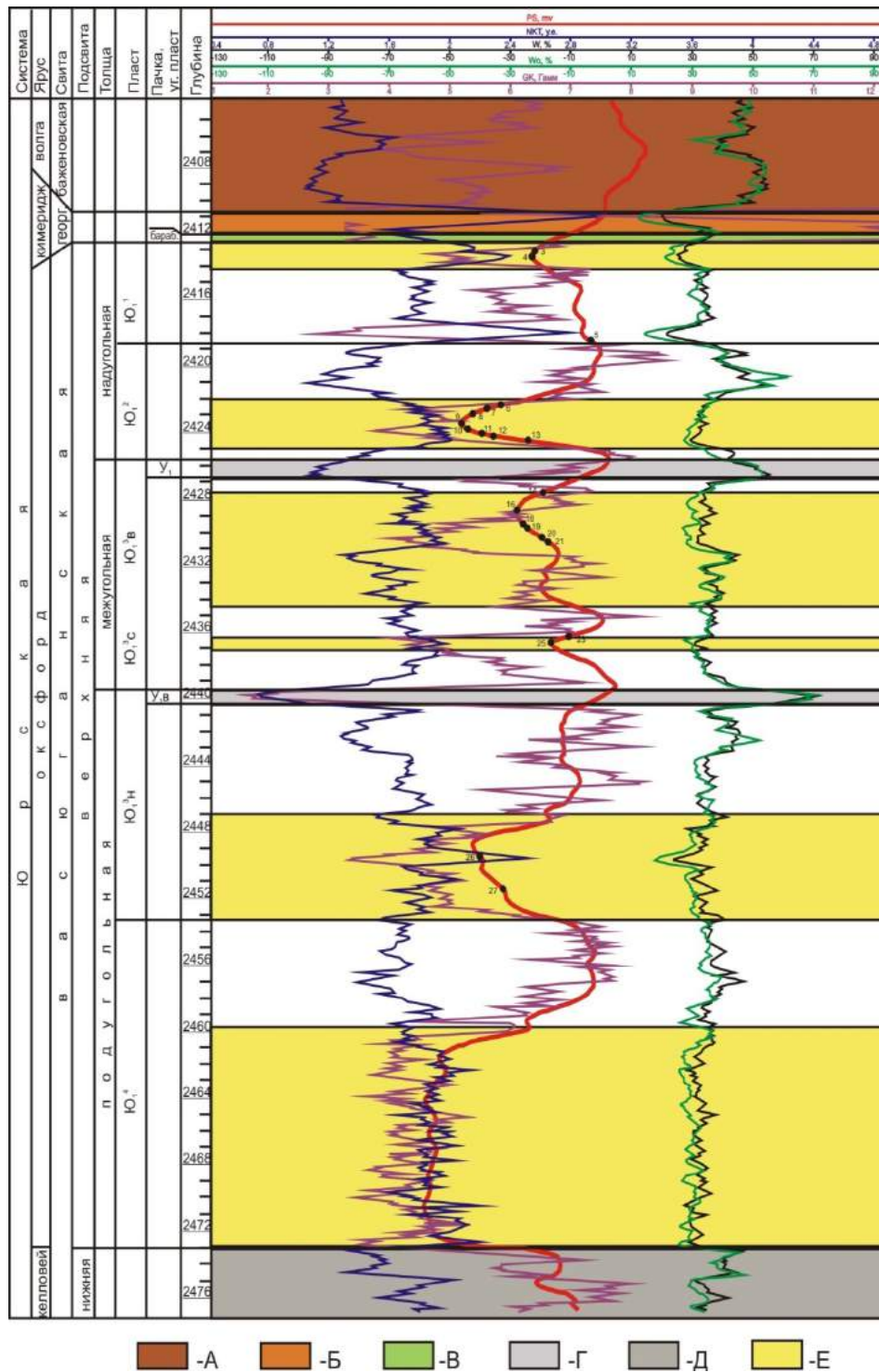


Рис. Схема расчленения отложений Западно-Лугинецкого месторождения в скважине 580:
 А – аргиллиты, баженовская свита; Б – глинистые породы, георгиевская свита; В – глауконит-содержащие породы, барабинская пачка; Г – угли; Д – алевролитоглинистые породы, нижневасюганская подсвита; Е – песчаные пласты

Надугольная толща (2425,5–2412,3 м) толщиной 13,2 м также содержит 2 песчаных пласта ($Ю_1^2$ и $Ю_1^1$): нижний приурочен к подошве, верхний – к кровле толщи. Между собой пласты разделены глинисто-алевритовыми породами и пропластком $У_0$, представленным углистыми глинами с прослоями угля.

Отложения *георгиевской свиты* с размывом залегают на породах надугольной толщи верхневасюганской подсвиты.

В нижней части (2412,3–2412,0 м) они предствалены *барабинской пачкой* – алеврито-песчаными карбонатизированными отложениями с остатками пеллеципод, включениями глауконита и пирита. На диаграммах ГИС эти отложения характеризуются пониженными значениями удельного электрического сопротивления (5–15 Ом.м), довольно высокой (до 200 мСим) электропроводимостью и относительно высокими (до 3,6 усл. ед.) величинами на диаграммах НКТ.

Верхняя часть георгиевской свиты (2412,0–2410,8 м) сложена глинисто-карбонатными и глинистыми породами, характеризующимися постепенным повышением сопротивления, высокими значениями (3,6 и 2,4 усл. ед.) на диаграммах НКТ. Общая толщина георгиевской свиты в скважинах 1,5 м.

Выше залегают аргиллиты *баженовской свиты*, которые имеют хорошо выраженную геофизическую характеристику: высокие значения электрического сопротивления (более 125 Ом) и естественной радиактивности (более 20 γ).

Благодаря своему специфическому составу, отличающемуся от выше- и нижележащих отложений, а также распространению во всех разрезах георгиевская (в том числе барабинская пачка) и баженовская свиты также рассматриваются в качестве реперов.

Литература

1. Ежова А.В., Недоливко Н.М. Стратиграфия и корреляция отложений средней-верхней юры восточной части Нюрольской впадины // Проблемы стратиграфии мезозоя Западно-Сибирской плиты (материалы к Межведомственному стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты): Сб. науч. тр. / Под ред. Ф.Г. Гурари, Н.К. Могучевой. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – С. 107 – 117.
2. 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, 6 p.]. – Доступ по договору с организацией-держателем ресурса. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/24/1/012023>.
3. Ten T. G., Panova E. V., Abramova R. N. Litho-facies factors of Late Jurassic productive sediments in Myldzhino gas-condensate field (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. — [012031, 6 p.]. – Title screen. – Доступ по договору с организацией-держателем ресурса. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/24/1/012031>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТА НА УСТАНОВКЕ FDS-350

И.И. Нурғалиев

Научный руководитель доцент Л.А. Паршукова

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

При бурении в продуктивном коллекторе в связи с нарушением напряженного состояния [3] пород в пристволенной зоне, проникновения фильтра бурового (и цементного) раствора в пласт, взаимодействия с пластовой газожидкостной смесью и горной породой происходят сложные физико-химические процессы. Фильтрат, проникая в продуктивный пласт, резко уменьшает проницаемость.

Основными требованиями при выборе буровых растворов являются [2]:

максимальное сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта за счет предотвращения проникновения твердой фазы и фильтра бурового раствора вглубь пласта и обеспечения физико-химической совместимости фильтра бурового раствора с породой и насыщающим пласт флюидом;

сохранение устойчивости стенок скважины;

снижение содержания естественно нарабатываемой твердой фазы в растворе;

применение экологически безопасных материалов и технологий.

В мировой и отечественной практике строительства скважин все шире используются биополимерные буровые растворы.

С целью подбора бурового раствора, оказывающего наименьшее негативное влияние на проницаемость продуктивного пласта, в лабораториях Тюменского государственного нефтегазового университета проводились эксперименты по сравнению фильтрационных характеристик промывочной жидкости. Эксперименты заключались в исследовании проницаемости горной породы до и после воздействия бурового раствора. В качестве тестируемых буровых растворов были выбраны 3 рецептуры:

-биополимерный хлоркалийевый буровой раствор, использующийся при бурении на месторождениях Западной Сибири;

-хлоркалийевый раствор;

- буровой раствор, приготовленный в лаборатории отдела промывочных жидкостей «КогалымНИПИнефть».

Условия проведения экспериментов и исследования проводились на установке FDS-350 VINCI Technology, согласно программе исследований, разработанных «КогалымНИПИнефть».

Исследовалась колонка из трех образцов керна. Определялась проницаемость по керосину на трех режимах фильтрации до полной ее стабилизации. Затем осуществляли воздействие на образцы керна буровым раствором при пластовой температуре и реальном перепаде давлений (промысловые данные). Давление гидрообжима образцов керна составило 35,5 МПа, внутриворонное – около 20 МПа. После прекращения фильтрации бурового раствора из керна обратной промывкой вытесняли фильтрат и вновь определяли проницаемость образцов. За критерий оценки степени влияния на коллекторские свойства пласта были приняты: коэффициент восстановления проницаемости и скорость фильтрации бурового раствора в коллектор.

Для экспериментов использовали образцы керна скважин Южно-Ягунского месторождения, отобранные из пласта БС₁₀¹⁻² с известными фильтрационно-емкостными свойствами. Каждое исследование проводили на 3 образцах керна, с расхождением по фазовой проницаемости не более 25 % от среднего значения проницаемости.

Коэффициент восстановления проницаемости (β) определяли, как отношение проницаемости керна после воздействия технологической жидкости (k_1) к первоначальной (k). Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

$$\beta = \left(\frac{k_1}{k}\right) \cdot 100\% \quad (1)$$

Таблица 1

Результаты экспериментов

Номер образца	Средняя проницаемость образца для газа, мкм ² ·10 ⁻³	№ эксперимента	Условия фильтрации			Коэффициент восстановления проницаемости (β), %		
			Время, ч	Скорость, м ³ /ч	Толщина корки, мм	Полной колонки	Двух кернов	Одного керна
Биополимерный хлоркалийевый раствор								
293-1016-32	254,41	1	13	0,22	1,0	46	73	76
293-1016-34	256,85	2	13	0,25	1,5	48	78	83
293-1472-6	257,37	3	13	0,23	1,8	51	66	69
Хлоркалийевый раствор								
293-176-35	287,60	1	13	1,58	7,0	33	35	48
293-1016-22	296,99	2	13	1,67	6,0	39	43	45
293-176-34	298,34	3	13	1,43	8,0	46	32	31
Образец бурового раствора «КогалымНИПИнефть»								
293-1016-33	258,38	1	13	0,94	2,1	54	89	92
293-5096-3	270,00	2	13	0,88	2,0	52	83	85
293-1016-36	287,55	3	13	0,91	1,8	48	86	88

Отличительной особенностью фильтрации биополимерного бурового раствора в керн является достаточно быстрое создание прочного коагуляционного экрана затухания фильтрации [1]. Коагуляционный экран препятствует глубокому проникновению фильтрата бурового раствора по результатам экспериментов (не более чем 45-50 мм). Фильтрация биополимерхлоркалийевого раствора происходит без затухания, т.е. происходит проникновение твердой мелкодисперсной фазы вглубь продуктивного пласта по поровому пространству, увеличивая при этом зону проникновения.

Весьма схожее негативное влияние на образцы керна, связанное с закупориванием порового пространства, а так же с набуханием глинистого порошка, добавляемого при приготовлении раствора, показал хлоркалийевый раствор.

Последний образец бурового раствора оказал положительный результат на образование зоны коагуляции: проникновение фильтрата бурового раствора было в большей степени предотвращено, а фильтрационно-емкостные свойства прискважинной области моделируемого пласта ухудшились минимально.

Помимо этого, для сравнения были взяты исследования, проводившиеся в СургутНИПИнефти на образцах продуктивного пласта АС₁₀ Лянторского месторождения, проведенные в соответствии с аналогичными стандартами исследований на оборудовании FDES-650Z.

Коэффициент восстановления проницаемости на расстоянии более 30 мм от контакта образца керна с буровым раствором близок к 100% (97,7 и 98%). Толщина образовавшейся корки у биополимерного раствора составляет 2,3 мм, или в 3,5 раза меньше, чем у полимерглинистого раствора. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

Следует отметить, что в образце бурового раствора «КогалымНИПИнефти» большое внимание уделялось подбору фракционного состава коагулянта для условий Южно-Ягунского месторождения.

Выводы

1. Оценивая результаты экспериментальных исследований, можно утверждать, что применение биополимерных и кольматирующих растворов эффективны для вскрытия продуктивных пластов как в условиях Лянторского, так и в Южно-Ягунского месторождении.

2. Проведенные экспериментальные исследования по оценке влияния буровых растворов на коллекторские свойства естественных образцов керна в условиях, близких к пластовым, показали высокую сохранность фильтрационно-емкостных свойств коллектора при использовании биополимерных буровых растворов за счет создания кольматационного экрана, который в последствии может быть разрушен перфорацией или другими методами

Таблица 2

Результаты экспериментов СургутНИПИнефти, полученные на оборудовании FDES-650Z

Номер образца	Средняя проницаемость образца для газа, $\text{мкм}^2 \cdot 10^{-3}$	№ эксперимента	Условия фильтрации			Коэффициент восстановления проницаемости (β), %		
			Время, ч	Скорость, $\text{м}^3/\text{ч}$	Толщина корки, мм	Полной колонки	Двух кернов	Одного керна
Биополимерный раствор								
5854-95	383	1	8,30	0,36	3,0	45	100	100
5866-95	364	2	9,00	0,27	0,27	54	100	100
5859-95	295	3	14,00	0,25	0,25	37	93	94
Полимерглинистый раствор								
5870-95	370	1	13,00	1,77	8,0	37	38	51
5852-95	375	2	12,00	3,9	8,0	28	28	28
5864-95	364	3	10,00	3,6	8,0	12	33	50

Литература

1. Балуев А.А., Лушпеева О.А., Грошева Т.В.. Эффективность применения биополимерных буровых растворов при бурении боковых стволов с горизонтальным участком // Нефтяное хозяйство, 2001. – № 9. – С. 35 – 37.
2. РД 5753490-022-2000. Технологический регламент на бурение из обводненных и бездействующих эксплуатационных скважин боковых стволов с горизонтальным участком. – Тюмень, ОАО «Сургутнефтегаз», 2000. – 87 с.
3. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин / Под редакцией А.И. Булатова. – М.: Недра, 2003. – 1007 с.

РОЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТА

Я.В. Оленев

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидродинамические исследования скважин (ГДИС) являются одним из основных инструментов для определения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта и мониторинга его энергетического состояния. Результаты ГДИС находят применение при планировании геолого-технических мероприятий, гидродинамическом моделировании, оптимизации разработки месторождений и определении области и направления дренирования скважин. Для получения полной модели залежи необходимо проводить ГДИС несколько раз в год на каждой скважине. Это позволит проследить динамику изменения основных параметров пласта и производить соответствующие корректировки в работе скважин [3].

Стоит отметить, что большинство месторождений углеводородов (УВ) характеризуются сложным строением резервуаров и невыдержанностью коллекторских свойств коллекторов, что усложняет интерпретацию ГДИС [5].

Рассмотрим особенности получения данных о ФЕС пласта по результатам ГДИС на примере одного из крупнейших в Восточной Сибири месторождения, имеющего довольно сложное геологическое строение.

В тектоническом плане исследуемое месторождение расположено в центральной части Непско-Ботубобинской антеклизы и приурочено к Непско-Ботубобинской нефтегазоносной области Ленско-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Промышленно продуктивным на территории месторождения является непский горизонт, представленный двумя песчаными пластами, которые разделены между собой алевроглинистой пачкой [2].

Многопластовый, сложный тип коллектора значительно усложняет процесс бурения высокодебитных скважин, поэтому в настоящее время при разработке месторождения широко применяется технология бурения горизонтальных скважин. Горизонтальные скважины имеют значительно большую область дренирования, чем вертикальные, так как длина горизонтальных стволов может достигать нескольких сотен метров [1].

В большинстве исследований изменение давления при работе вертикальной скважины в конечном открытом пласте в течение длительного времени носит логарифмический характер. В случаях притока флюида к горизонтальной скважине получаются более сложные зависимости изменения давления от времени, связанные с особенностями фильтрационного течения. Несмотря на хорошо развитую теорию интерпретации кривых восстановления давления (КВД) и кривых падения давления (КПД) в горизонтальных скважинах по идентифицированным режимам, при обработке реальных КВД/КПД возникают затруднения. Начало и окончание периодов, соответствующих отдельным режимам течения, зависят не только от параметров пласта, но и от степени сегрегации фаз флюида, скин-эффекта, величины эффективной длины горизонтального ствола, от его положения относительно кровли и подошвы, от степени его искривленности и т.д. [4].

Следует отметить, что в связи с интенсивной разработкой изучаемого месторождения, имеет место влияние работы окружающего фонда скважин на поведение кривой давления при остановке на КВД/КПД. Поэтому в ряде случаев затруднено корректное определение параметров пласта. Для минимизации интерференции соседних скважин рекомендуется не менять их режим работы во время исследования [5].

В ходе исследования были проанализированы результаты ГДИС в 9 горизонтальных скважинах. Четыре из них являются нефтяными и имеют среднюю эффективную длину горизонтального ствола порядка 400 м – по ним проводились исследования методом КВД (средний радиус исследования 650 м). Остальные скважины – нагнетательные, средняя длина ствола около 100 м, исследования проводились методом КПД (максимальный радиус исследования составил 1100 м).

Рассмотрим особенности определения режима течения для горизонтальных скважин. В начальный период исследования на горизонтальных скважинах развивается радиальный режим течения в вертикальной плоскости, перпендикулярной оси скважины. Если скважина расположена несимметрично относительно кровли и подошвы пласта, то при достижении ближайшей границы пласта начинает развиваться полурadiaльный режим течения. Когда фронт распространения волны давления достигает верхней и нижней границ пласта, то вертикальное радиальное течение заканчивается. В ряде случаев, когда эффективная длина скважины достаточно велика по сравнению с мощностью пласта, после начального радиального режима течения наблюдается линейный режим течения. Поздний радиальный режим течения развивается при длительном исследовании скважины, когда скважина работает как точечный источник. При интерпретации данных, полученных при проведении ГДИС, по логарифмическим графикам давления выделяют радиальное течение, по которому определяются такие параметры как проницаемость, эффективная длина горизонтального участка, скин-фактор призабойной зоны. Другой сложностью получения параметров в горизонтальных скважинах является невозможность опускания прибора до интервала перфорации (угол искривления скважины до 56°), соответственно все данные пересчитываются, с учетом плотности флюида на глубине спуска прибора, что также вносит свои коррективы в точность результатов [4].

При анализе данных ГДИС были получены следующие результаты. Проницаемость (Кпр) по ГДИС в среднем варьируется от 40 до 470 мД – максимальна она в центре пласта (скважины 1, 2, 3, 7) и уменьшается к периферии, за исключением скважины 9, проницаемость коллектора в которой максимальна для данной территории и составляет 470 мД. При выполнении ретроспективного анализа по скважинам видно, что проницаемость пород в добывающих скважинах 2 и 3 скачкообразно понижается (в скважине 2 – на 184 мД за 3 месяца, в скважине 3 – на 89 мД за 2 года), в то время как в нагнетательных Кпр коллектора возрастает (в скв. 1 – на 157 мД, в скв. 4 – на 24 мД за 2 года). Таким образом, в целом продуктивный пласт на изучаемом месторождении является низкопроницаемым.

В добывающих скважинах уменьшение проницаемости может быть обусловлено коагуляцией призабойной зоны пласта, процессом окисления нефти при нагнетании в пласты подтоварных сточных вод, либо набуханием глин пород-коллекторов при взаимодействии с пресной водой и растворами некоторых химических реагентов (щелочей) – все это приводит к снижению абсолютной проницаемости пласта, особенно низкопроницаемых прослоев.

Повышение проницаемости в нагнетательных скважинах объясняется эффектом авто-ГРП, приводящим к образованию сетки трещин в пласте и, как следствие, к увеличению площади обводнения.

Оценивая степень загрязнения призабойной зоны пласта, видно, что значение общего скин-фактора изменяется от -3,92 до 14,1. Максимальное положительное значение скин-фактора (14,1) наблюдается в скважине 1. В результате проведения ГДИС за период с 2010 по 2012 гг. также наблюдаются изменения, как механического скин-фактора, отвечающего за степень загрязнения порового пространства механическими частицами, так и геометрического, говорящего о несовершенстве геометрии вскрытия продуктивного пласта. Так, в скважине 1 скин-фактор механический увеличился на 6,6 единиц, а скин-фактор геометрический – на 7,6; в скважине 4 скин-фактор механический уменьшился на 9, в то время как геометрический остался без изменения. Это может говорить о неполном объеме проведенных мероприятий по очистке пласта [5].

Стоит отметить, что интерпретация данных ГДИС в горизонтальных скважинах на нефтегазоконденсатных месторождениях имеет ряд сложностей. Так, во всех проанализированных скважинах на билогарифмическом графике скрыты линейное и начальное радиальное течение, по которым определяются такие параметры, как эффективная длина горизонтального участка, скин-фактор призабойной зоны и отношение вертикальной проницаемости к горизонтальной – kz/kg . Поэтому данные параметры были получены с некоторыми допущениями. Это обусловлено тем, что как в добывающих, так и в нагнетательных скважинах на билогарифмическом графике наблюдается аномальное поведение производной давления в начальный период после остановки скважины на КВД/КПД. Подобное поведение производной в добывающих скважинах может быть связано с сегрегацией фаз в стволе скважины, а в нагнетательных – с закрытием основного объема трещин.

Другой важной особенностью проведения ГДИС является то, что по полученным данным можно отследить разнопроницаемые участки и установить дальность области заводнения пласта. Это определено тем, что при переводе добывающих скважин под нагнетание с целью поддержания пластового давления (ППД), закачиваемая в них жидкость вытесняет флюид, ранее находящийся в пласте. Поэтому возникают разные фазовые проницаемости при интерпретации данных ГДИС, так как нагнетаемая в пласт вода имеет меньшую подвижность в нефтяном пласте, чем нефть [4].

Подобную картину можно наблюдать и на исследуемой территории. Нагнетательные скважины 1 и 4 имеют модель радиального композита, что и обусловлено изменением флюида (нефть замещается водой) по литорали пласта. На границе раздела фаз наблюдается не постоянное давление, а градиент, т.е. приток с обеих сторон одинаков, но из-за разницы в гидропроводности по закону Дарси получаются два разных градиента давления. Когда сигнал доходит до границы смены флюида, то наблюдаются изменения условной гидропроводности и пьезопроводности. Радиус зоны композита в скважине 1 составляет 412 м, в скважине 4 – 140 м. Проводя моделирование области дренирования изучаемых скважин при условно радиальной модели течения флюида в пласте, видно насколько важно корректировать режим работы скважин, чтобы не произошло заводнение пласта, так как скважины 1 и 4 работают на больших репрессиях.

Таким образом, для детального анализа параметров большое значение имеет площадь и направление дренирования скважины. Необходимо знать в каком направлении происходит течение флюида в скважине. Радиальная модель течения – упрощённая идеализированная модель притока. Но в связи со сложностью, неоднородностью литологии и ФЕС, говорить только о радиальном течении нельзя. В процессе разработки для уточнения площади дренирования скважин используют метод гидропрослушивания, который позволяет достоверно выявить зону распространения фильтрации флюида. Таким образом, необходим постоянный мониторинг за процессом разработки, а также контроль работы скважин во избежание заводнения продуктивного пласта и окружающих добывающих скважин.

Проведение ГДИС дает обширный объем данных о параметрах пласта, анализ которых позволяет оценить изменение в области дренирования скважины, проследить изменения ФЕС и определить контур заводнения. Зная параметры пласта, радиус композита, показатели эксплуатации скважины, можно подобрать оптимальный режим работы на соседних скважинах для эффективного процесса разработки месторождения. Но для получения достоверных результатов интерпретации ГДИС и минимизации всех возможных расчетных погрешностей необходим комплексный подход к проведению самих исследований – от дизайнера и до совершенствования методик обработки данных.

Литература

1. Алиев З.С., Бондаренко В.В. Исследование горизонтальных скважин: Учебное пособие. – М.: РГУ, 2004. – 300 с.
2. Булдыгеров В.В. Геологическое строение Восточной Сибири: Учебное пособие. – Иркутск: ИГУ, 2007. – 150 с.
3. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 476 с.
4. Мангазеев П.В., Панков М.В., Кулагина Т.Е., Камартдинов М.Р., Деева Т.А. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 340 с.
5. Эрлагер Р. Гидродинамические методы исследования скважин. – Ижевск: Изд-во ИКИ, 2006. – 512 с.

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДЕСТРУКЦИИ КЕРОГЕНА В ПРИСУТВИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИРИТА И КАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА

Я.В. Онищенко, С.А. Ситнов, А.Г. Иванова, А.В. Вахин, Д.К. Нурғалиев

Научный руководитель профессор Д.К. Нурғалиев

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

Среди альтернативных источников сырья для промышленной энергетики в настоящее время особый интерес представляют горючие сланцы [12, 3]. В баженовской свите сконцентрирована большая часть горючих сланцев России, содержащих как твёрдое органическое вещество (кероген), так и жидкую легкую нефть в низкопроницаемом глинистом коллекторе.

Площадь баженовской формации составляет более 1 млн. км², глубина залегания более 2 км при толщине 20–30 м. Пластовая температура достигает 130° С. Извлекаемые запасы нефти могут достигать нескольких десятков млрд. т. Кероген образовался в результате накопления в осадочных породах в условиях кислородной изоляции органического вещества [14]. В баженовской свите содержание керогена составляет от 5% до 40% и находится в породе в виде коллоидных частиц шарообразной формы диаметром 20–140 мкм.

Очевидно, что сланцы, характеризующиеся относительно высоким содержанием высокомолекулярных углеводородных соединений, следует рассматривать как нефтехимическое сырьё для получения широкого спектра продуктов. Однако высокая зольность, низкая реакционная способность керогена горючих сланцев требует применения новых высокоэффективных методов добычи. В числе наиболее перспективных методов необходимо указать внутрислоевого горения. Применение данной технологии на отложениях баженовской свиты определяется некоторыми особенностями, связанными со свойствами керогена и малой плотностью нефти в рассматриваемых породах-коллекторах.

Процесс горения поддерживается закачиванием в нагнетательную скважину обычного воздуха, воздуха обогащенного кислородом или кислорода. В результате образуются вода и диоксид углерода, которые,

фильтруясь через пласт, растворяются в нефти. Фильтрация диоксида углерода в свою очередь снижет вязкость нефти и увеличивает ее объемный коэффициент до 20–30 %. Известен опыт наземной переработки горючих сланцев по технологии внепластового ретортинга (Galoter Process (ГАЛОТЕР, Россия – Эстония), Enefit (модификация процесса Galoter), Kiviter (Эстония), Alberta–TaciukProcess (АТР) (Австралия), Petrosix (Бразилия), и др.).

Применение таких технологий ограничено экологическими проблемами: утилизацией пустой породы и глубиной залегания рабочих пластов. Поэтому внимание исследователей обращено на реализацию термической деструкции керогена непосредственно в пласте по так называемой технологии внутрипластового ретортинга (Shell ICP, Chevron ICP, Exxon Mobil Electrofrac, AMSO EGL Technology), обеспечивающую крекинг керогена (теплота сгорания 29-37 МДж/кг), и облагораживание состава битумоидов – образование т.н. синтетической нефти.

Теплопроводность керогена на порядок ниже теплопроводности пород, что определяет естественные ограничения тепловых потерь в горный массив. Теплогенерирующий канал располагается внутри пласта на равном удалении от граничных поверхностей. Так, при термогазовом воздействии за счет термоокислительных процессов образуются вытесняющие агенты. Генерируемое тепло используется для прогрева низкопроницаемой матрицы, приводит к деструкции керогена и образованию техногенной трещиноватости.

Органоминеральный каркас бажена представлен глинистыми, кремнистыми и карбонатными породами. Большинство горючих сланцев – это бывшие морские осадки, с доминированием аквагенного органического вещества [7]. Благодаря близким скоростям осаждения, глинистые частицы и органическое вещество накапливаются в одних и тех же частях [13]. Состав глинистой компоненты представлен гидрослюдой (60–65%) и смешанно-слоистыми образованиями ряда гидрослюда-монтмориллонит/каолинит. Карбонаты способствуют повышению степени конденсированности адсорбированных углеводородов.

Окремнение в бажене обусловлено двумя факторами: биогенным – высокое содержание кремнистых скелетов радиолярий и хемогенным – аутигенным минералообразованием. Такие породы предрасположены к образованию трещин, как в результате природных, так и техногенных воздействий [18]. Взаимное влияние органических и минеральных компонентов при повышенной температуре и давлении способствует преобразованию керогена в жидкую нефть и газ.

В работе проведено лабораторное моделирование термokatалитического воздействия на образец керогена баженовской формации. Моделирование проводилось в автоклаве при давлении 50 атм., температуре 300° С, продолжительности 6 ч. Термическую обработку проводили в инертной среде, подавая инертный газ (азот) в реактор. Использован образец катализатора на основе кобальта. Дозировка прекурсора катализатора 5 мас. % на кероген.

Молекулярный прекурсор катализатора синтезирован с использованием в качестве лиганодообразователя дистиллированного таллового масла – продукта вакуумной ректификации сырого таллового масла, содержащего не более 30% смоляных кислот, до 6% неомыляемых веществ, остальное – жирные кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая). Кислотное число в пределах 170–190 мг КОН/г. В работах [26, 21, 27] для синтеза подобных агентов использованы чистые олеиновая кислота, ацетилацетон.

Карбоксилат кобальта получали обменной реакцией неорганической соли металла с натриевой солью таллового масла. Активная форма катализатора формируется в процессе температурного воздействия. По данным термоанализа, в интервале температур 160–230° С наблюдается эндотермический эффект, соответствующий распаду молекулярного прекурсора. При более высокой температуре происходит окисление органического лиганда.

Деминерализованный сланец экстрагировали хлороформом для удаления битумоидов. Кероген выделяли последовательно обработкой измельченной породы растворами соляной и плавиковой кислот. Выделенный кероген относится к типу II согласно диаграмме Ван-Кревелена, основанной на соотношении (Н/С) и (О/С) [24, 14].

Для исследования трансформации состава керогена использован метод ¹³С ЯМР-спектроскопии в твердом теле с использованием спектрометра «AVANCE 400 III TM», позволяющий определять относительное содержание функциональных групп (эфирные, гидроксильные, карбоксильные, карбонильные и т.д.).

Элементный состав керогена определяли методом сжигания на полуавтоматическом С, Н, N – анализаторе и рентгенофлуоресцентным анализом (таблица 1).

Рентгеноструктурный анализ керогена проведен на автоматическом порошковом дифрактометре Shimadzu XRD–7000S, на CuKα излучении с длиной волны α=1,54060 нм, с использованием никелевого монохроматора на дифрагирующем пучке, шагом 0,0008A_1 и единичной экспозицией в точке – 3 сек; и D2 PHaser Bruker на CuKα излучении с длиной волны α=1,54060 нм.

Таблица 1

Состав образца керогена с комплексносвязанным пиритом

Элементный состав, мас. %				Микроэлементный состав по данным рентгенофлуоресцентного анализа, отн. %				Расчетное содержание пирита, мас. %
С	Н	N	S	S	Fe	Si	Mo	
54.7	3.9	1.1	26.2	65.8	33.0	1.1	0.2	28.2

Обработка дифракционных спектров и диагностика присутствующих кристаллических фаз осуществляется с помощью оригинальной интерактивной компьютерной системы EVA (версия 4.0), предназначенной для исследования осадочных горных пород и почв, и имеющей специализированные базы данных ICDD–2010.

Мёссбауэровское исследование проведено на экспрессном спектрометре MS–1104Em №40–12 (НИИ Физики ЮФУ) в режиме постоянного ускорения при комнатной температуре.

В качестве детектора использовался сцинтилляционный счетчик с тонким (0,1 мм) кристаллом NaJ(Tl). Спектр получен с источником ^{57}Co в матрице Rh, с кодом скорости, обеспечивающим диапазон работы доплеровского модулятора ± 10 мм/с. Такой скоростной диапазон позволил фиксировать магнитную сверхтонкую структуру мёссбауэровского спектра.

Калибровка производилась по спектру $\alpha\text{-Fe}$, изомерные сдвиги отсчитывались от центра тяжести спектра этого стандартного поглотителя при комнатной температуре. Математическая обработка спектра пропускания была выполнена средствами стандартной мёссбауэровской программы UnivemMS.

Для исследования трансформации керогена в процессе термокаталитического воздействия не отделялся комплексосвязанный с керогеном пирит, являющийся прекурсором гидрирующих агентов – кислородных соединений железа. Высокую эффективность при лабораторном моделировании пластовых процессов обогащения состава высокосернистых нефтей демонстрируют гематит, образующийся из прекурсоров [15, 16]. При разложении пирита образуются пирротин FeS_{1-x} , гематит и др. смешанные оксиды железа, которые являются эффективными катализаторами деструкции и гидрирования углеводородов.

Пирит является постоянным компонентом пород. Природные сульфиды железа – пирротин и пирит, часто образуются при гидротермальных процессах, и подвергаются активному преобразованию в экзогенных условиях.

Содержание серы достигает 30%, большая часть которой находится в составе пирита. Пирит более ранней генерации присутствует в тонкодисперсной форме и образует прочно связанные с керогеном органоминеральные комплексы. Пирит более поздней генерации (кристаллический) развит неравномерно и образует прослой и линзы в несколько сантиметров. Пирротин и сохранившие остаточную намагниченность сфалерит и галенит присутствуют в меньших концентрациях.

Наряду с высоким содержанием органического вещества в горючих сланцах высока концентрация многих элементов: Mo, U, V, Cu, Zn, Ni, As, Sb, Se, Ag, Au, Ba, Br [25, 19]. В бажене повышенное содержание V, Fe, Ni и пониженное – Co, Cr, Mn, Ti [5, 6].

В качестве индикатора окислительно-восстановительных условий среды формирования отложений выступают отношения их содержаний, такие как Mo/Mn [10], Th/U, V/V+Ni [11], как и некоторые другие, в том числе степень пиритизации железа, определяемая отношением содержания железа пиритного к сумме железа пиритного и растворимого в соляной кислоте [23, 4].

Сопоставление результатов ^{13}C ЯМР-спектроскопии в твердом теле исходного керогена и после термокаталитического воздействия (рис. 1) демонстрирует значительное изменение состава. Снижается содержание алифатического углерода вследствие крекинга алифатических заместителей и конденсации ароматического скелета.

В твердом состоянии остается поликонденсированная ароматическая часть. Причем в присутствии катализатора наблюдается более глубокое преобразование (рис. 1, спектр в). Сигналы в области 114 и 139 ppm относятся к двойным связям. Сигналы в других областях имеют алифатическую природу. Сигналы в области 14 и 16 ppm относятся к CH_3 группам, фиксируются группы $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ (~21–39 ppm), $-\text{CH}-\text{PO}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ (~43–46 ppm) и $-\text{CH}-\text{Cl}$ (~61–64 ppm).

Процесс созревания керогена заключается в постепенном его уплотнении, в основе которого лежат реакции продольной полимеризации и поперечного сшивания молекул. При этом из керогена отжимаются подвижные низкомолекулярные соединения (жидкие и газообразные), а на позднем этапе и высокомолекулярные – типа смол.

В незрелом керогене смолы прочно связаны с поверхностью керогена, затем распадаются. В естественных условиях в процессе диагенеза остаточный неподвижный кероген продолжает углефицироваться, в том числе и в результате уплотнения вмещающих пород в процессе их литификации.

Термокаталитическое воздействие ускоряет эти процессы.

По данным рентгеноструктурного анализа (рис. 2) обнаружено, что в результате термокаталитического воздействия часть мономинерального пирита переходит в магнитную форму – магнетит.

Более полную информацию о фазовом составе частиц ультрамалого размера пирита, гематита и других железосодержащих минеральных компонентов получают с использованием мёссбауэровской спектроскопии при комнатной температуре.

Мёссбауэровская спектроскопия находит широкое применение для исследования минеральных компонентов пород [20]. При количественном анализе производится поправка на фактор F, характеризующий смещение температуры Дебая для ультрамалых частиц в область более низких температур, а также на разницу температуры Дебая для различных фаз [1, 2, 17].

Результаты измерений образцов представлены на рис. 3. Спектр пропускания образца исходного керогена описывается одним дублетом, параметры которого приведены в таблице 2 и соответствуют мономинеральному пириту. В спектре образца, который был подвергнут термической обработке, парциальная площадь пирита значительно меньше и составляет 51%. Основные компоненты в спектре демонстрируют

сверхтонкую магнитную структуру, соответствующую неэквивалентным позициям атомов железа в структуре шпинели Fe_3O_4 .

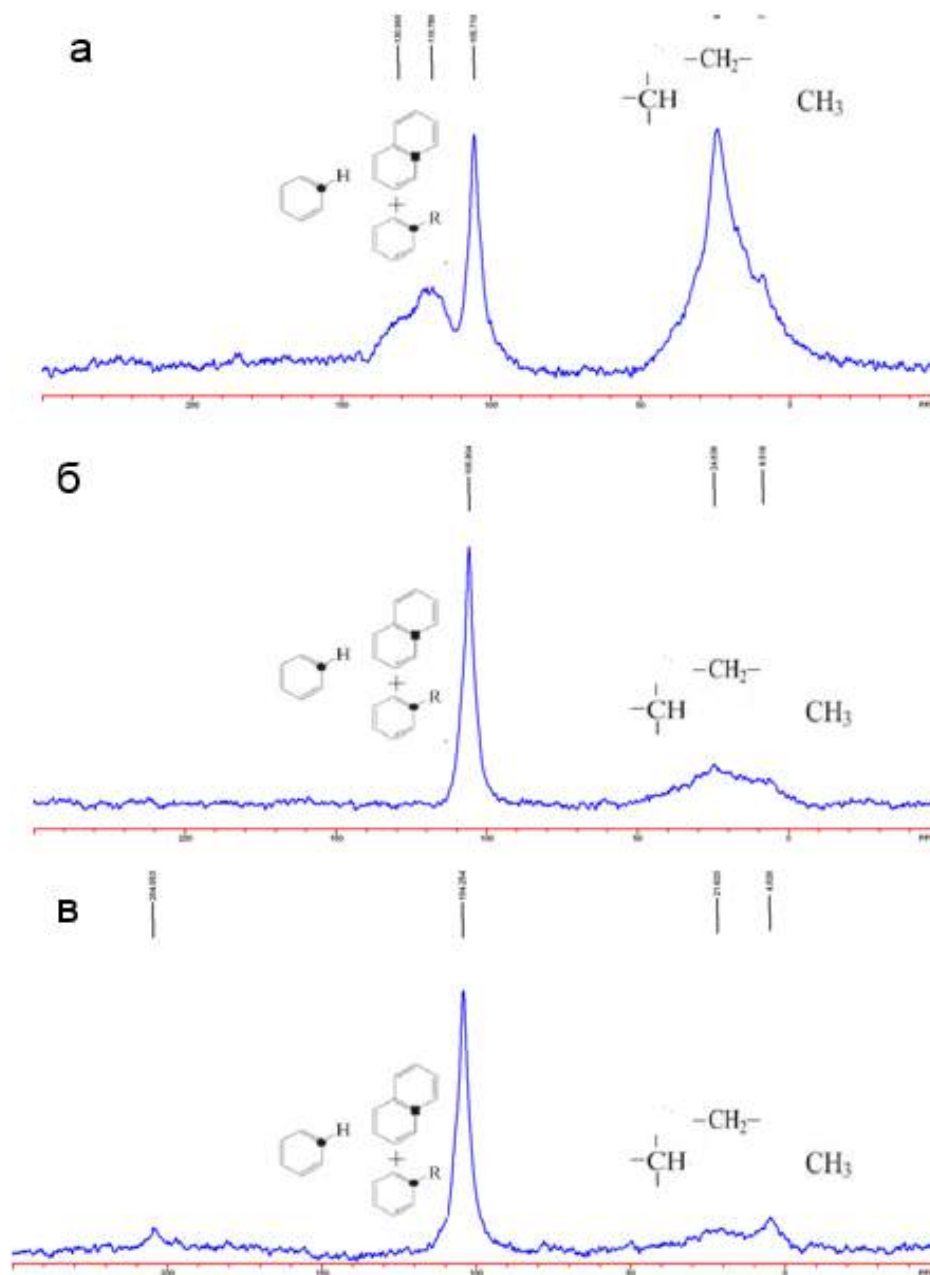


Рис. 1. ^{13}C ЯМР-спектры керогена до и после тепловой обработки:
 а – исходный кероген; б – кероген преобразованный после термокаталитического воздействия;
 в – кероген преобразованный после термокаталитического воздействия в присутствии катализатора

Параметры этих компонент, полученных посредством математической обработки, приведены в таблице 3. Sextet 3 и 4 соответствуют А и В неэквивалентным позициям атомов железа в структуре шпинели Fe_3O_4 с суммарной парциальной площадью около 6%. Большие по площади магнитные компоненты – Sextet 1 и 2, с суммарной площадью ~43% являются сверхтонкими компонентами пирротита.

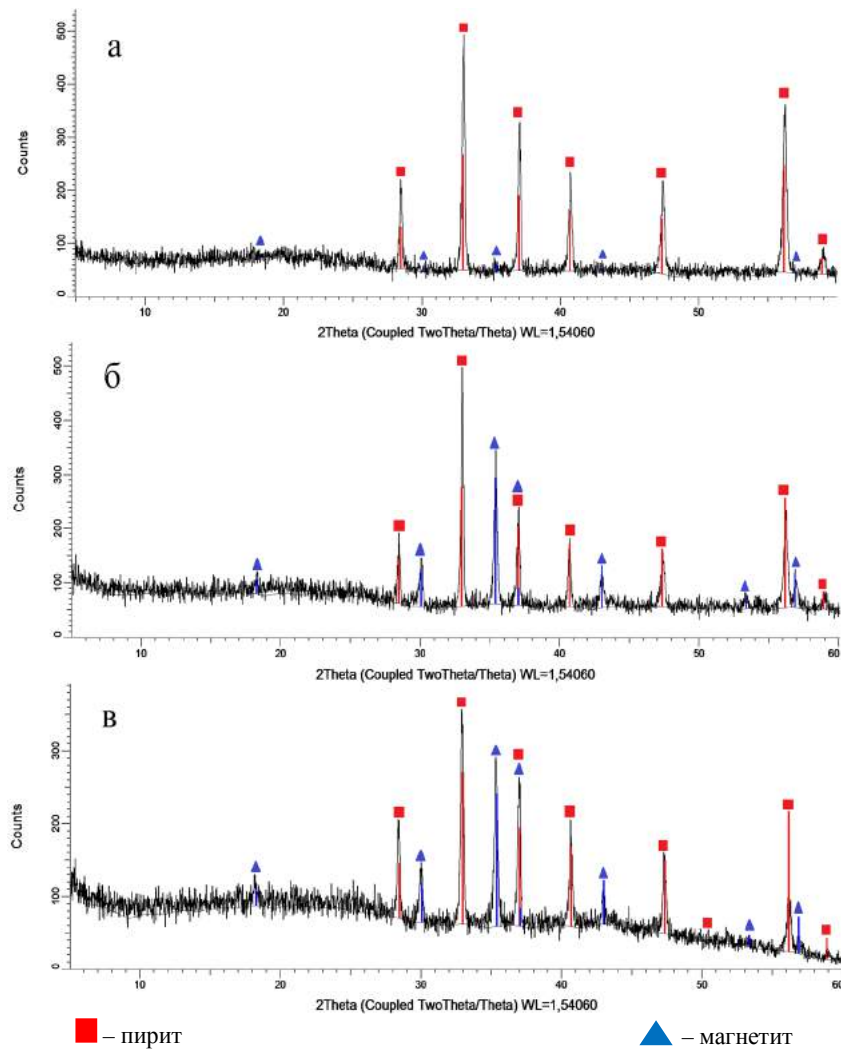
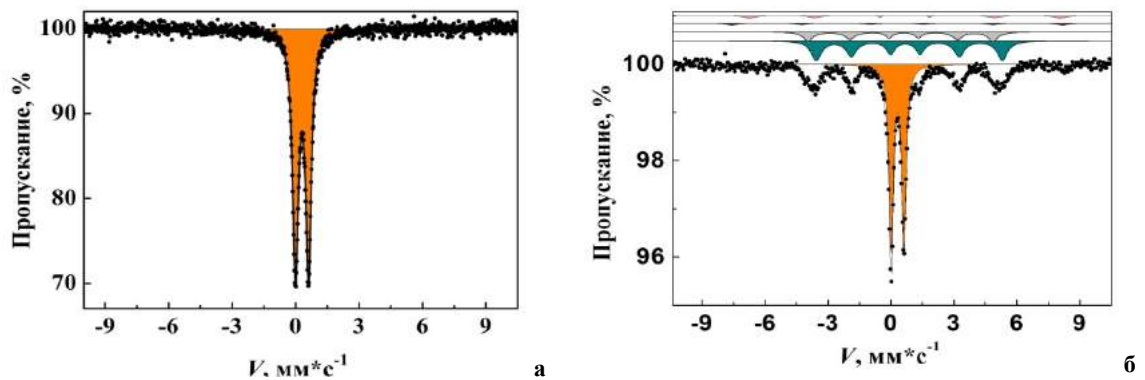


Рис. 2. Рентгенограммы керогена до и после тепловой обработки:
а – исходный кероген; *б* – кероген преобразованный после термокаталитического воздействия;
в – кероген преобразованный после термокаталитического воздействия в присутствии катализатора



**Рис. 3. Мёссбауэровские спектры исходного керогена (а)
и после термокаталитического воздействия (б)**

Таблица 2

<i>Параметры мёсбауэровского спектра образцов</i>				
	$H_{\text{эф}}, \pm 1 \text{ кЭ}$	$\delta_{\text{Fe}}, \pm 0.01 \text{ мм/с}$	$\Delta, \pm 0.01 \text{ мм/с}$	$S, \pm 0.5\%$
Исходный образец керогена				
Doublet	-	0.30	0.61	100
Кероген после термокаталитического воздействия				
Sextet 1	275	0.77	0.19	29.4
Sextet 2	273	0.53	-0.15	13.5
Sextet 3	490	0.30	-0.01	2.9
Sextet 4	460	0.66	0.01	3.2
Doublet	-	0.31	0.30	51

При термокаталитическом воздействии на керогенсодержащие породы протекают процессы деструктивного гидрирования с образованием жидких углеводородов. Этот процесс является вполне каталитическим, сопровождающийся активацией молекул углеводородов энергетическими и химическими методами. К последним можно отнести как нагнетание в продуктивный пласт специальных агентов, так и использование каталитических способностей минеральных компонентов керогенсодержащих пород. Наибольшим влиянием на термическое преобразование керогена оказывают железосодержащие минеральные компоненты, состав которых изменяется в зависимости от природных или техногенных гидротермальных воздействий. Природные гидротермальные процессы способствуют геологически мгновенному образованию нефтеподобных веществ [9]. Установление механизма разложения пирита и других железосодержащих минералов при относительно невысоких температурах, которые могут поддерживаться в продуктивных пластах при использовании таких технологий, как внутрипластовое горение и ретортинг, необходимо для формулирования технологических решений и разработки различных агентов, закачиваемых в разрабатываемый пласт. Перспективны исследования по активации уже содержащихся в пласте алюмосиликатных компонентов кислой природы и прекурсоров гидрирующих соединений – смешанных оксидов железа, являющихся катализаторами гидрокрекинга, эффективность которых для внутрипластового облагораживания высоковязких нефтей установлена в ряде работ, в том числе и в работах авторов. Действие катализаторов в исследованных процессах направлено на крекинг асфальто-смолистых соединений, по химической природе сходных с керогеном [22, 8]. Баженовская формация отличается высоким содержанием пирита, сопутствующего органическому веществу. Преобразование пирита в гематит, показанное в работе, позволяет интенсифицировать внутрипластовое преобразование керогена с образованием синтетической нефти.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература

1. Васильева Е.С., Толочко О.В., Семенов В.Г., Володин В.С., Kim D. Применение метода мёсбауэровской спектроскопии для анализа фазового состава наночастиц на основе железа // Письма в журнал технической физики, 2007. – №1. – С. 81 – 87.
2. Барабанов В.Ф. Современные физические методы в геохимии. – Л.: ЛГУ, 1990. – 245 с.
3. Бурдельная Н.С., Бушнев Д.А., Мокеев М.В. Изменения состава битумоида и химической структуры керогена при гидротермальном воздействии на породу // Геохимия, 2013. – № 9. – С. 819 – 833.
4. Гуляева Л.А. Осадки сероводородных бассейнов геологического прошлого // Докл. АН СССР, 1953. – Т. XCII. – № 5. – С. 1019 – 102.
5. Конторович А.Э. Геохимия верхнеюрских отложений Западно-Сибирской плиты // Литология и полезные ископаемые, 1967. – № 3. – С. 90 – 101.
6. Конторович А.Э., Берман Е.Л., Богородская Л.И и др. Геохимия юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской низменности. – М.: Недра, 1971. – 251 с.
7. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. – М.: Недра, 1976. – 212 с.
8. Петрухина Н.Н., Каюкова Г.П., Романов Г.В., Туманян Б.П., Фосс Л.Е., Косачев И.П., Мусин Р.З., Рамазанова А.И., Вахин А.В. Превращения высоковязкой нефти при каталитическом и некаталитическом акватермолизе // Химия и технология топлив и масел, 2014. – №4. – С. 30 – 37.
9. Симонейт Б.Р.Т. Органическая геохимия водных систем при высоких температурах и повышенных давлениях: гидротермальная нефть // Основные направления геохимии. – М.: Наука, 1995. – 259 с.
10. Холодов В.Н., Недумов Р.И. О геохимических критериях появления сероводородного заражения в водах древних водоемов // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1991. – № 12. – С. 74 – 82.
11. Arthur M.A., Sageman B.V. Marine black shales: Depositional mechanism and environments of ancient deposits // Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 1994. – V. 22. – P. 499 – 551.
12. Bychkov A.Yu., Kalmykov G.A., Bugaev I.A., Kalmykov A.G., Kozlova E.V. Experimental Investigations of Hydrocarbon Fluid Recovery from Hydrothermally Treated Rocks of the Bazhenov Formation. Moscow University Geology Bulletin. - 2015. – Vol. 70. – №. 4. – P. 299 – 304.

13. Creany S. Passey Q.R. Recurring patterns of total organic carbon and source rock quality within a sequence stratigraphic framework, American Association of petroleum Geologists Bulletin. – V. 77. – 1993. – P. 386 – 401.
14. Durand B. Kerogen: Insoluble Organic Matter from Sedimentary Rocks; Editions Technip: Paris, 1980; 519 p.
15. Isakov D.R., Nurgaliev D.K., Shaposhnikov D.A., Mingazov B.M. Physico-Chemical and Technological Aspects of the Use of Catalysts During In-Situ Combustion for the Production of High-Viscosity Crude Oils and Natural Bitumens // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – V. 50. – I. 6. – 2015. – P. 541 – 546.
16. Galukhin A.V., Erokhin A.A., Osin Y.N., Nurgaliev D.K. Catalytic Aquathermolysis of Heavy Oil with Iron Tris(acetylacetonate): Changes of Heavy Oil Composition and in Situ Formation of Magnetic Nanoparticles // Energy & Fuels. – 2015. – 29 (8). – P. 4768 – 4773.
17. Goya G.F., Berquo T.S., Fonseca F.C., Morales M.P. // Journal of Appl. Phys. - 2003. - V. 94. - № 5. - P. 3520 – 3528.
18. Hubert E. King, Jr., Aaron P. R. Eberle, Clifford C. Walters, Chris E. Kliewer, Deniz Ertas and Chuong Huynh. Pore Architecture and Connectivity in Gas Shale. - Energy & Fuels. – 2015. – 29. – P. 1375 – 1390.
19. Huyck H.L.O. When is a metalliferous black shale not a black shale? // Metalliferous Black Shale and Related Ore Deposits – Proceedings. U.S. Geol. Surv. Circular. 1989. V. 1058. P. 42 – 56.
20. Kuzmann, E., Nagy, S., Vértes, A. Critical review of analytical applications of Mössbauer spectroscopy illustrated by mineralogical and geological examples (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry. – V. 75. – I. 6. – 2003. – P. 801 – 858.
21. Mohammad A. A., Mamora D. D. In Situ Upgrading of Heavy Oil under Steam Injection with Tetralin and Catalyst // 2008 SPE International Thermal Operation and Heavy Oil Symposium, 20 – 23 October 2008, Calgary.
22. Muraza Oki, Ahmad Galadima. Aquathermolysis of heavy oil: A review and perspective on catalyst development // Fuel. – 2015. – 157. – P. 219 – 231.
23. Raiswell R., Buckley F., Berner R.A., Anderson T.F. Degree of pyritization of iron as a paleoenvironmental indicator of bottom-water oxygenation // J. Sediment. Petrol. – 1988. – V. 58. – № 5. – P. 812 – 819.
24. Tissot B.; Durand B.; Espitalie J.; Combaz A. // AAPG Bull. – 1974. – 58. – P. 499 – 506.
25. Vine J.D., Tourtelot E.B. Geochemistry of black shales: A summary report // Econom. Geology. – 1970. – V.65. – P. 253 – 272.
26. Wen S., Zhao Y., Liu Y. et al. A Study on Catalytic Aquathermolysis of Heavy Crude Oil During Steam Stimulation // 2007 SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, 28 February – 2 March 2007, Houston.
27. Zhang Z., Barrufet M., Lane R. et al. Experimental Study of in Situ Upgrading for Heavy Oil Using Hydrogen Donors and Catalyst under Steam Injection Condition // SPE Heavy Oil Conference, 12 – 14 June 2012, Calgary.

ЛИТОЛОГИЯ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (АЧИМОВСКОЙ ТОЛЩИ) ЮЖНОГО ОКОНЧАНИЯ СУРГУТСКОГО СВОДА (ХАНТЫ-МАНСКИЙ АО)

М.А. Осинцева

Научный руководитель доцент О.В. Бетхер

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Сургутский свод был одним из главных объектов начального этапа поисково-оценочных работ на нефть и газ в пределах Широкого Приобья и своеобразным полигоном, на котором отработывалась методика расчленения разреза, корреляции и индексации неоконских продуктивных пластов [5].

В данной работе проводилось исследование ачимовской толщи в пределах южного окончания Сургутского свода. В настоящее время для нижней части неоконской и ачимовской толщи доминирует клиновидная модель строения [2].

Ачимовская толща характеризуется сложной картиной распространения пород, как по разрезу, так и по площади. Она складывается из песчаников, переслаивающихся с алевролитами и уплотненными глинами с частыми причудливой формы следами оползания и течения осадков. Песчаные пласты на погружениях и склонах локальных структур замещаются глинистыми отложениями. Представлены они светло-серыми и серыми мелкозернистыми известковистыми, слабопроницаемыми пластами с прослоями известняков, алевролитов и глин [5]. Мощность песчаных пластов на данной территории изменяется от 2-5 до 10-15 м.

Анализируя результаты исследований ряда ученых, можно сделать вывод, что в раннем неоконе происходило боковое заполнение осадками некомпенсированного морского бассейна. На склоне и у подножия шельфовой террасы накапливалась мощная толща осадков клиновидной формы, которая содержала песчаные осадки. У подножия склона потоки, доставлявшие обломочный материал, образовывали конусы выноса. Придонные течения производили вторичную сортировку осадков, в результате которой у подножия склона образовывалась цепочка сложнопостроенных линз проницаемых пород.

В трансгрессивной фазе осадконакопления цепочка проницаемых тел перекрывалась глинистыми отложениями [1]. Архипов С.В. утверждает, что ачимовская толща формировалась в прибрежно-морских, мелководно-морских и глубоководно-морских условиях [4].

Для изучения литологических особенностей и определения условий осадконакопления был исследован керновый материал и описаны шлифы по разрезам ачимовской толщи ряда разведочных скважин южного окончания Сургутского свода. Породы ачимовской толщи представлены переслаиванием песчано-алевритовых, алевритоглинистых и глинистых пород, среди которых преобладают псаммитовые разности. В песчаниках в основном встречается оползневая, градационная и косая однонаправленная слоистость.

Песчаники относятся к граувакковому классу и характеризуются преобладанием обломков полевых шпатов над кварцем и, по классификации В.Д. Шутова (1967 г.), в основном, относятся к группе полевошпато-кварцевых, кварцево-полевошпатовых граувакк и аркозов (рис. 1). Обломки пород в них представлены сланцами, метаморфическими и осадочными породами.

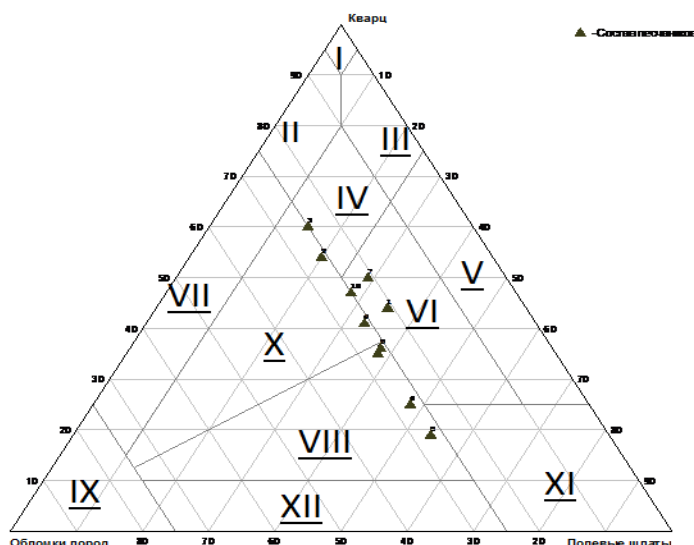


Рис 1. Классификационная диаграмма В.Д. Шутова с результатами количественно-минералогического анализа. Поля на диаграмме, песчаники: I – мономиктовые кварцевые, II – кремнекlasto-кварцевые, III – полевошпато-кварцевые, IV – мезомиктовые кварцевые, V – собственно аркозовые, VI – граувакковые аркозы; VII – граувакки кварцевые, VIII – полевошпато-кварцевые, IX – собственно граувакки, X – граувакки кварц-полевошпатовые, XI – полевошпатовые, XII – песчаники не терригенного происхождения

По гранулометрическому составу песчаники средне- и мелкозернистые с тенденцией увеличения размера зерен от кровли к подошве. Отмечаются равномерно рассеянные в породах практически неокатанные, остроугольные обломки (интракласты) глин. Цемент (рис. 2) преимущественно глинистый порово-пленочного типа, в подчиненном количестве можно наблюдать кальцитовый, кварцевый регенерационный, гидрослюдистый и каолиновый цементы. Состав аксессуарных минералов в песчаниках гранат-апатит-цирконовый.

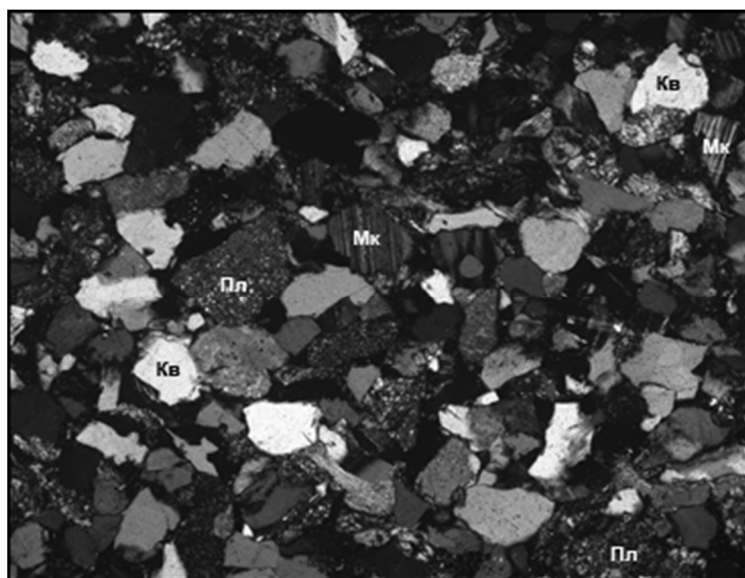


Рис. 2. Полевошпато-кварцевая граувакка мелкозернистая с гидрослюдистым порово-пленочным, кварцевым регенерационным и кальцитовым поровым цементом. Пористость породы 4,2 %. Николи X. Увел. 50

По совокупности всех признаков пород можно говорить о высоких скоростях седиментации и эрозии и наличии высоких уклонов седиментационных поверхностей, по которым перемещались нелитифицированные осадки. Формирование отложений происходило путем перемещения осадков различной плотности из зоны мелководья в глубоководно-морские условия с образованием глубоководных конусов выноса.

При анализе литологических разрезов, условия осадконакопления можно разделить на 4 цикла:

Каналы турбидитового потока заполнялись песчаными осадками с более высокими гранулометрическими характеристиками в подошвенной части – отмечается градационная слоистость.

Текстура слоистая с косою однонаправленной и субгоризонтальной слоистостью. Этот тип слоистости характерен для турбидитов. Отмечаются включения глинистых интракластов.

Прирусловые валы канала турбидитового потока характеризуются переслаиванием песчаного и алевроитового материала. Наличие субгоризонтальных и оползневых текстур, редкое присутствие биотурбационных текстур (рис. 3, А).

Межрусловое пространство глубоководного склона. Состав пород алевроитовый. Наблюдается субгоризонтальная (рис. 3, Б) и волнистослоистая текстуры.

Глубоководный склон. Состав пород песчаный. Структура пород среднезернистая. Отмечаются редкие прослои глинистого материала. Среди текстур преобладает субгоризонтальная и косою однонаправленная, подчеркнутые глинистым материалом.

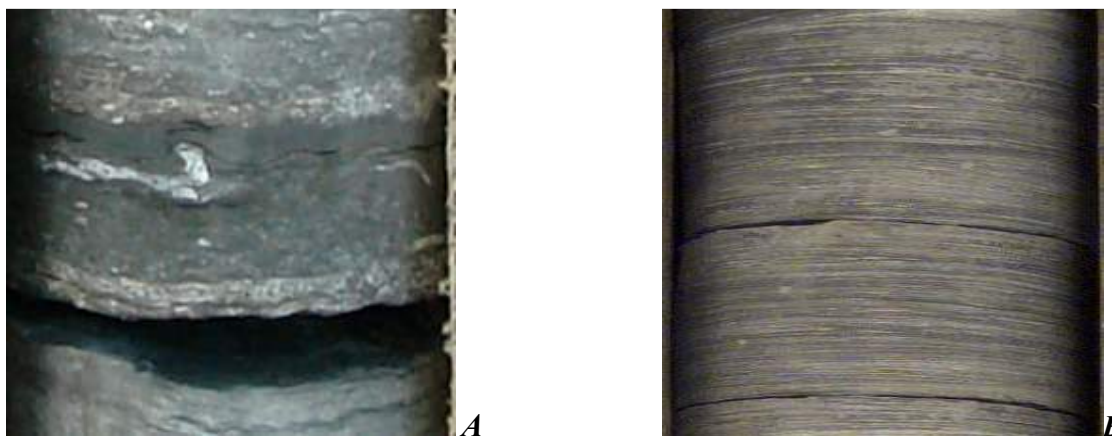


Рис. 3. Текстурные особенности отложений ачимовской толщи: А – биотурбационная; Б – субгоризонтальнослоистая

Литература

1. Архипов С.В., Кос И.М., Стукова В.А. Пласт ЮС₂¹ – условия формирования, стратиграфическое положение и нефтеносность // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск, 2001. – С. 214 – 220.
2. Бетхер О.В., Вологодина И.В. Осадочные горные породы. – Томск: Изд-во НТЛ, 2007. – 172 с.
3. Мухер А.Г., Тугарева А.В. Палеогеографические особенности строения и перспективы нефтегазоносности нижне- и среднеюрских отложений Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск, 1999. – С. 123 – 133.
4. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Недра, 1956. – 703 с.
5. Чернова О.С. Роль и место текстурного анализа в прогнозе обстановок седиментации // Актуальные вопросы литологии и седиментологии: материалы школы-семинара. – Томск: Дельтаплан, 2007. – 134 с.

КОРРЕЛЯЦИЯ НЕФТЬ-НЕФТЬ НА ОСНОВЕ ИЗОТОПНО-ФРАКЦИОННЫХ КРИВЫХ НЕФТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.Н. Павельева¹, Ю.Н. Павельева²

Научный руководитель профессор Э.М. Прасолов

¹ Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Элементный, а также микроэлементный состав несут уникальную информацию о происхождении нефти в отдельных месторождениях. Состав, содержание различных элементов и их изотопные характеристики позволяют дифференцировать образцы различных органических материалов, в том числе, нефтей и нефтепродуктов по их генетическому происхождению.

Одно из направлений таких работ заключается в сопоставлении изотопного состава нефтей из различных залежей для выяснения их генетического родства – так называемые «изотопные корреляции нефть-нефть» [1].

Использование изотопных характеристик образцов сырой нефти не всегда было успешным по причине больших отличий в соотношениях ¹³C/¹²C в отдельных фракциях нефтей. В связи с этим, позднее стали использовать величину δ¹³C отдельных фракций и компонентов, извлеченных из образца сырой нефти, тем самым увеличивая набор изотопных характеристик, повышая достоверность информации об исследуемом образце, чтобы в дальнейшем более надёжно интерпретировать полученные изотопно-фракционные кривые [3].

Основное назначения данного исследования состоит в формализации данных о вещественном составе нефти месторождений Западной Сибири на основе выбора изотопно-геохимических параметров, раскрывающих типовые и индивидуальные характеристики объекта. Эти характеристики должны нести генетическое содержание и характеризовать условия формирования месторождения и иметь, таким образом, прогностическое

и оценочное значение. В рамках работы исследовались нефти Русского и Фёдоровского месторождений Западной Сибири на предмет их возможного генетического родства.

В части изотопно-геохимической характеристики месторождений нефти выполнено:

1) препаративное разделение нефти с целью выделения следующих фракций: низкокипящие – 150°C, средние фракции – 150-200°C, высококипящие фракции – 200-250°C, остаток – выше 250°C, асфальтены, бензолные смолы, спирто-бензолные смолы, насыщенные углеводороды, ароматические углеводороды;

2) изотопный анализ углерода сырой (исходной) нефти Западной Сибири;

3) анализ отдельных фракций нефти из препаратов, приготовленных ранее в лабораториях ВНИГРИ и КамНИИКИГС;

4) интерпретация полученных результатов.

Исследованные нефти месторождений, как оказалось, различны по своим геохимическим характеристикам. Корреляция нефть-нефть изотопно-фракционных кривых нефтей Западной Сибири наглядно демонстрирует различный изотопный состав (рис.). Это свидетельство отсутствия генетического родства исследуемых нефтей.

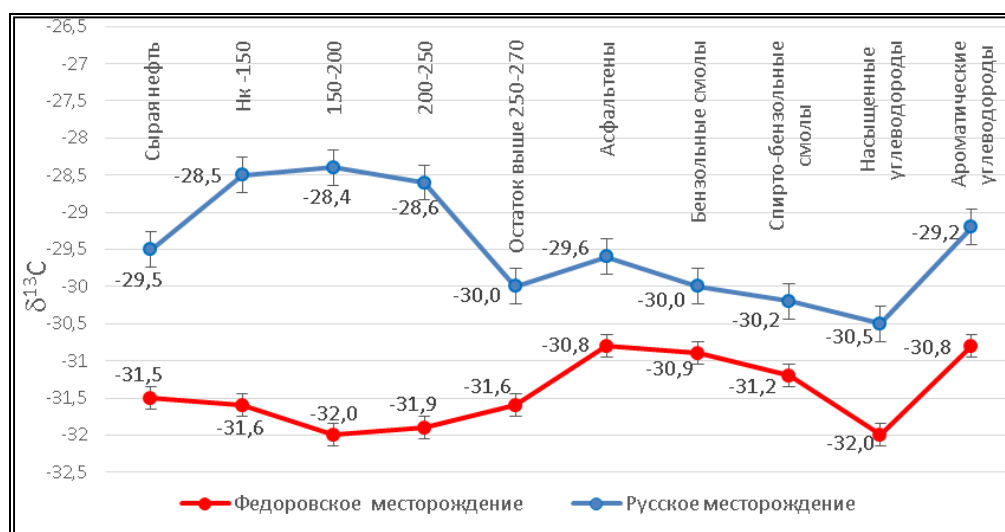


Рис. Диаграмма распределения ^{13}C во фракциях нефти типовых месторождений Западной Сибири. Соотношение изотопов $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, представленное, как обычно, в виде величины $\delta^{13}\text{C}$ – смещения относительно международного стандарта PDB в тысячных долях – промилле (‰) [2]

Полученный уникальный набор изотопных характеристик нефтей месторождений может быть использован во многих аспектах, имеющих практическую направленность:

- выяснение условий формирования собственно самого месторождения;
- как региональный изотопно-геохимический репер;

- выбор информационно оптимального набора изотопных характеристик для решения задач нефтегазовой геологии и геоэкологии в пределах региона.

С помощью полученных данных возможен прогресс и в решении фундаментальных проблем, таких как происхождение нефти, миграция подземных флюидов и формирование их скоплений в пространственно-временных координатах.

Литература

1. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии. – М.: Недра, 1973. – 379 с.
2. Faure G. Principles of isotope geology. – New York, 2005. – 898 с.
3. Stahl W.J. Source rock-crude oil correlation by isotopic type-curves // Geochimica et Cosmochimica. – Acta, 1978. – 1573 – 1577 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ПЕСЧАНИКАХ ПЛАСТА Ю₁³⁻⁴ КЛЮЧЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ

Т.А. Павловец, Н.М. Недоливко

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водонефтяные контакты (ВНК) являются зоной интенсивного изменения нефти, поровых вод и вмещающих залежь пород [1, 4, 5], при этом ловушки в результате массообмена между этими тремя элементами природной системы приобретают зональное строение [1, 2, 3, 5].

Цель работы – изучение характера изменения пустотно-порового пространства терригенных коллекторов в контуре нефтеносности, в переходной и законтурной зонах ВНК в пласте Ю₁³⁻⁴, верхнеюрского продуктивного горизонта Ю₁, вскрытого скважиной 207 в интервале глубин 2693,95–2708,3 м (рис. 1) на Ключевской площади (Томская область).

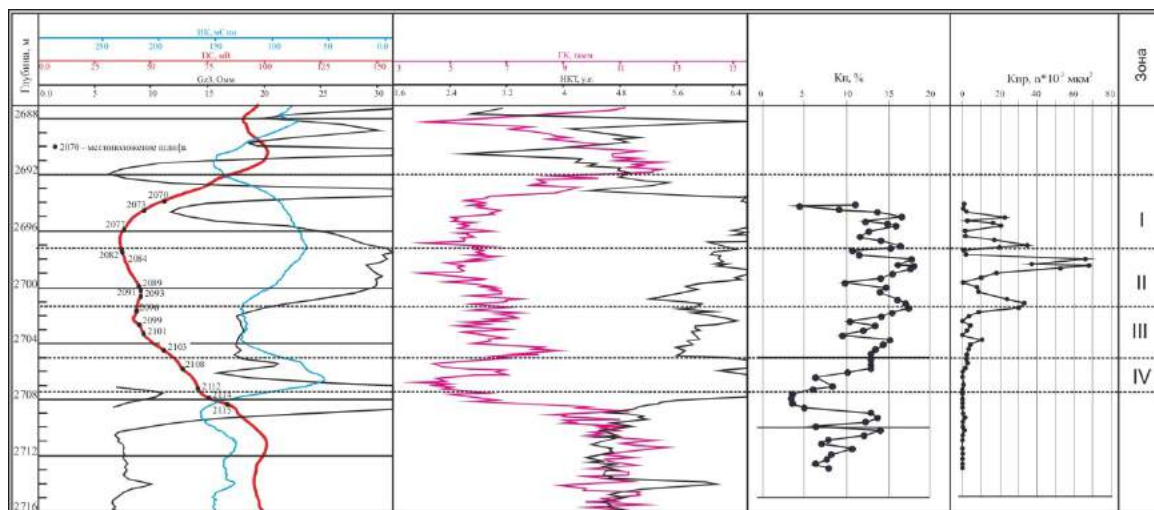


Рис. 1. Геофизическая характеристика и коллекторские свойства песчаников пласта Ю₁³⁻⁴ на Ключевской площади: I – нефтенасыщенная зона; II – переходная зона ВНК; III – подконтурная зона ВНК; IV – законтурная зона ВНК

Установлено, что в нефтенасыщенной части коллектора (интервал 2693,95–2697,0 м) песчаники характеризуются относительной свежестью и слабым растворением обломочных компонентов, цемент развит неравномерно, относится к поровому типу и представлен в основном неравномерно раскристаллизованным каолинитом, реже гидрослюдой и хлоритом. Емкостное пространство песчаников (рис. 2) представлено в основном остаточными межзерновыми (М/з) порами различной конфигурации и размеров, реже – слабо развитыми внутризерновыми (В/з) порами, приуроченными к обломкам эффузивных пород и полевых шпатов, микропорами в каолинитовом (Мкп) цементе и на поверхности слабо растворенных зерен.

Размеры и морфология пор определяются как седиментогенными (гранулометрическим составом, степенью сортировки, формой зерен, особенностью их упаковки и др.), так и диа- и катагенными (аутигенная цементация, уплотнение) и менее наложенно-эпигенными (растворение зерен растворами, мигрирующими совместно с нефтью) факторами. Фильтрационно-емкостные свойства песчаников варьируют в пределах: пористость – 15,8–16,5%; проницаемость – 20,68–34,66·10⁻³мкм².

В песчаниках из переходной зоны ВНК (интервал 2697,0–2705,0 м), сформированной на контакте воды и окисляющейся нефти, обломки интенсивно растворены по периферии и внутри, имеют микрооздреватую поверхность и ячеистое строение, от отдельных зерен зачастую остаются только реликты. Растворение проявляется неравномерно, наиболее растворены зерна полевых шпатов, менее – кварца, зерна которого могут быть одновременно растворены в одних участках и регенерированы в других. В цементе преобладает хорошо и равномерно раскристаллизованный каолинит.

В породах, наряду с межзерновыми порами, широко развиты внутризерновые и поверхностные поры растворения обломков, а также межкристаллитные поры в каолинитовом цементе, вследствие чего поровое пространство здесь отличается высокой степенью сообщаемости. Повсеместно поры заполнены бурым окисленным нефтяным веществом, иногда содержащим сыпь пирита. Коллекторские свойства песчаников, по сравнению с нефтенасыщенными песчаниками, улучшаются: пористость увеличивается до 15,4–17,6 %; проницаемость – до 33,08–52,68·10⁻³мкм².

Песчаники подконтурной зоны ВНК (интервал 2705–2707,5 м) по характеру изменений мало чем отличаются от песчаников переходной зоны, главное их отличие состоит в отсутствии окисленного вещества. Поровое пространство в них также хорошо развито, представлено теми же типами пор с хорошей степенью сообщаемости. Вместе с тем, по мере удаления от зоны ВНК вниз по разрезу уменьшается содержание каолинитового и возрастает роль гидрослюдистого цемента и сидерита, иногда кальцита; степень растворения пород снижается; преобладающим типом пор вновь становятся межзерновые.

Как следствие, ухудшаются коллекторские свойства: пористость – до 12,7–15,1 %; проницаемость – до 2,09–10,24·10⁻³мкм². Снижение коллекторских свойств в нижней части вызвано не только уменьшением степени растворения пород, но и снижением размерности зерен и уменьшением объема пор.

В песчаниках законтурной зоны ВНК (интервал 2707,5–2707,5 м) обломки растворены слабо, чаще регенерированы; цемент порового и базального типов имеет преимущественно кальцитовый состав с примесью вторичного кварца, сидерита и хлорита. Поровое пространство развито слабо и представлено плохо сообщающимися или изолированными остаточными седиментогенными порами. В случаях образования

вторичных кальцитовых цементов поры полностью залечиваются. Емкостно-фильтрационные свойства песчаников резко снижаются: пористость падает до 3,4 %, проницаемость – до $2,27 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

В подошвенной части пласта – интервал 2707,5–2708,3 м, распространены породы, не затронутые влиянием нефти, поступившей в верхнюю часть коллектора.

Песчаники здесь отличаются относительно слабым растворением обломков, повышенным содержанием и поликомпонентным цементом, состоящим из смеси первичного неразделенного глинистого вещества, хлорита, гидрослюда и сидерита. Резко преобладают поры межзернового типа, которые распределены неравномерно и часто заполнены минералами. Емкостно-фильтрационные свойства пород низкие: пористость 12,8–13,6 %; проницаемость – $0,46\text{--}1,42 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

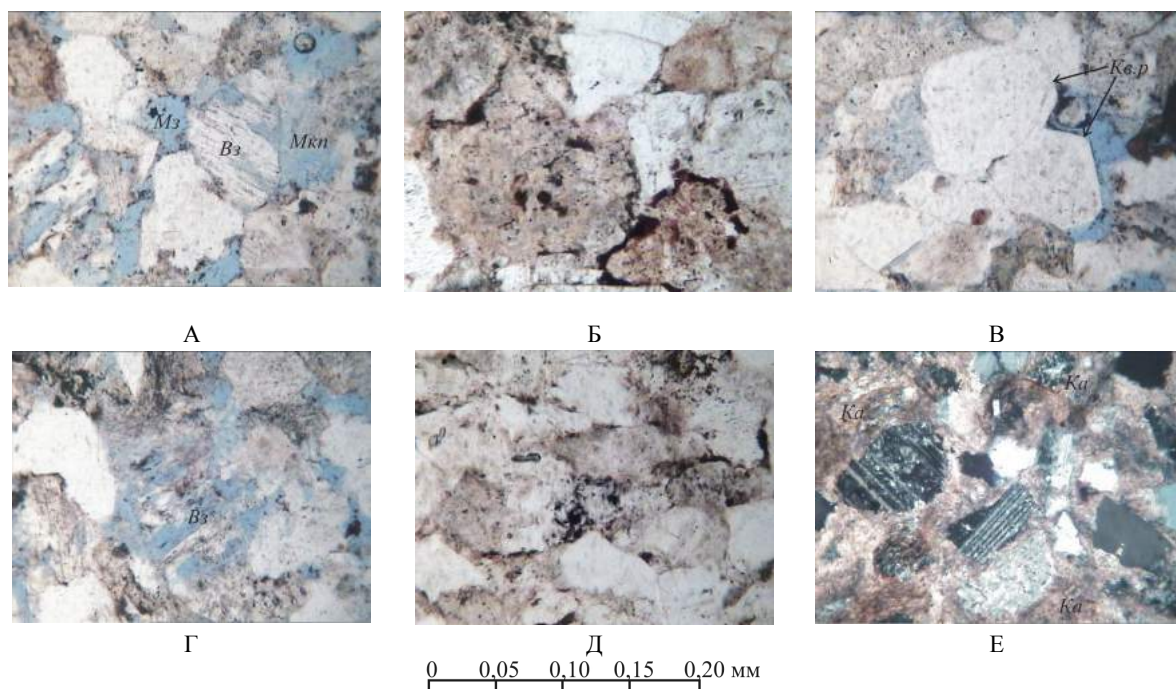


Рис. 2. Особенности порового пространства песчаных пород-коллекторов пласта Ю₁³⁻⁴ на Ключевской площади:

А – межзерновые, внутризерновые поры и микропоры в каолиновом цементе нефтенасыщенных песчаников – Шлиф № 2070. 1 николь. Глубина 2693,95 м. Кп = 16,5 %; Кпр = $22,31 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; **Б** – окисленная нефть в порах песчаников переходной зоны ВНК – Шлиф № 2082. 1 николь. Глубина 2697,28 м. Кп = 16,2 %; Кпр = $37,28 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; **В** – растворение и регенерация зёрен кварца (Кв. р) в песчаниках подконтурной зоны – Шлиф № 2093. 1 николь. Глубина 2700,72 м. Кп = 15,4 %; Кпр = $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; **Г** – реликты зерен в песчаниках подконтурной зоны – Шлиф № 2099. 1 николь. Гл. 2702,68 м. Кп = 15,1 %; Кпр = $10,24 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; **Д, Е** – залечивание пор в песчаниках законтурной зоны кальцитовым цементом (Ка): **Д** – Шлиф № 2103. 1 николь. Глубина 2704,04 м. Кп = 12,7 %; Кпр = $2,09 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; **Е** – Шлиф № 2112. 2 николя. Глубина 2707,18 м. Кп = 3,4 %; Кпр = $0,0 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$

Таким образом, изученный разрез отражает сложную историю возникновения порового пространства в терригенных коллекторах, а полученные материалы свидетельствуют об участии и особой роли нефти в процессе его формирования.

Нефть и мигрирующие с ней кислые воды, поступая в коллектор, растворяли скелетную и цементную части песчаников и (по мере поступления новых порций) оттесняли обогащенные растворенными компонентами растворы в нижние части коллектора.

Окисляясь на ВНК, нефть генерировала битумы (оседающие на стенках пор) и органические кислоты. Последние, смешиваясь с поровыми водами, осуществляли растворение компонентов песчаных пород. По мере удаления от водонефтяного контакта они разгружались в подошве пласта, образуя вторичные карбонатные цементы.

Литература

1. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических изменений. – М.: Недра, 1992. – 126 с.
2. Недоливко Н.М. Минеральные индикаторы стадийного и наложенного эпигенеза в песчаниках юго-востока Нюрольской впадины // Нефтегазовому образованию в Сибири – 50 лет: Труды междунар. конф. – Томск, 2002. – С. 84 – 90.
3. Недоливко Н.М. Эволюция пустотно-порового пространства в зонах водонефтяных контактов // Известия ТПУ, 2010. – №1–Т. 316. – С. 99 – 107.

4. Перозии Г.Н. Эпигенез терригенных осадочных пород Западно-Сибирской низменности. – М.: Недра, 1971. – 160 с.
5. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗВЕСТНЯКОВ ЧЕРЕПЕТСКОГО ГОРИЗОНТА ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Д.И. Петрова

Научные руководители доцент Э.А. Королёв, ассистент А.А. Ескин
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Карбонатные отложения турнейского яруса на территории Республики Татарстан являются регионально нефтеносными. По запасам нефти они занимают второе место после девонских песчаников. Залежи нефти локализованы в известняках кизеловского, черепетского и нерасчлененного упино-малевского горизонтов [1, 4]. Из всех вышеназванных структурных подразделений наиболее проблемными с точки зрения нефтеизвлечения являются карбонатные породы черепетского горизонта. Это обусловлено, с одной стороны, их относительно невысокой пористостью, с другой – наличием в них высоковязких нефтей [2, 3]. Подобные особенности черепетского горизонта заставляют более ответственно подходить к изучению геологического строения локализованных в них нефтяных залежей.

В рамках решения этой проблемы были проведены детальные литолого-петрофизические исследования известняков черепетского горизонта нефтеносных разрезов восточного борта Мелекесской впадины и западного склона Южно-Татарского свода. Исследования включали в себя макроскопическое описание керна скважин, отбор наиболее представительных образцов различных литологических типов карбонатных пород, их оптико-микроскопическое, рентгенографическое и термическое изучение.

Согласно результатам макроскопического описания kernового материала, в разрезах черепетского горизонта переслаиваются слои трех литогенетических типов карбонатных пород: известняки биокластовые зоогенные, известняки биокластовые фито-зоогенные и известняки биокластовые фитогенные. Сверху вниз по разрезам закономерно уменьшается содержание биокластовых зоогенных известняков при уменьшении мощности их слоев и увеличивается доля известняков биокластовых фитогенных. В соответствии с этим меняется и характер нефтенасыщенности пород.

Если в кровле черепетского горизонта нефтенасыщенность карбонатных слоев в основном равномерная, то по мере приближения к средней части стратиграфического подразделения нефтенасыщенность меняется сначала на неравномерно-полосчатую, затем на неравномерно-пятнистую; ближе к подошве горизонта нефтенасыщенность отсутствует.

Известняки биокластово-зоогенные характеризуются равномерной нефтенасыщенностью, однородной темно-коричневой окраской, равномерной кавернозностью. Под микроскопом структура пород комковатая, текстура – массивная, участками пятнистая. Известняки на 85-90% сложены органическими остатками, на 10-15% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 представлены в основном комковатыми микрозернистыми агрегатами сферической формы, в меньшей степени водорослевым детритом и гранулированными раковинами фораминифер. Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, по структуре тонко-мелкозернистый. Аутигенные минералы представлены единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм, метасоматически замещающими кальцит цемента. Известняки содержат 10-15% пор. Поры межформенные сообщающиеся размером 0,05-0,25 мм выполнены углеводородами.

Известняки биокластовые фито-зоогенные характеризуются неравномерно-полосчатой нефтенасыщенностью, темно-коричневой окраской с многочисленными светло-серыми прослойками плотных пород. Под микроскопом структура пород комковато-детритовая, текстура – пятнисто-полосчатая за счет неравномерной пористости и нефтенасыщенности. Известняки на 85-90% сложены органическими остатками, на 10-15% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 мм представлены в основном комковатыми микрозернистыми агрегатами сферической формы и сильно перекристаллизованным водорослевым детритом, в меньшей степени – фрагментами кораллов, криноидей, раковинами брахиопод и фораминифер. Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, в плотных участках является цементом выполнения, по структуре тонко-мелкозернистый. Аутигенные минералы представлены единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм. Известняки содержат 8-12% пор. Поры межформенные сообщающиеся размером 0,01-0,1 мм неравномерно распределены в объеме биокластовых фито-зоогенных известняков.

Известняки биокластовые фитогенные характеризуются плотным сложением, преобладанием светло-серой окраски с редкими темно-коричневыми вытопами нефти, наличием многочисленных черных нитевидных углито-глинистых слоев. Под микроскопом структура пород водорослево-детритовая, текстура – пятнистая за счет неравномерной перекристаллизации структурных элементов. Известняки на 90% сложены органическими остатками, на 10% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 мм представлены в основном сильно перекристаллизованным водорослевым детритом, в меньшей степени комковатыми микрозернистыми агрегатами сферической формы, фрагментами криноидей, раковинами брахиопод и фораминифер. Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, преимущественно выполнения, по структуре тонкозернистый. Аутигенные минералы представлены

единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм. Известняки содержат до 5% пор. Поры межформенные субкапиллярной размерности.

Прямые методы определения емкостно-фильтрационных свойств (ФЕС) известняков черепетского горизонта показали соответствие результатов особенностям строения различных литологических типов карбонатных пород.

Так, биокластовые зоогенные известняки, характеризующиеся равномерной нефтенасыщенностью, обладают наилучшими показателями ФЕС, несколько худшими показателями отличаются биокластовые фитозоогенные известняки и совсем плохими – биокластовые фитогенные известняки (табл.).

Таблица

Петрофизические свойства различных литогенетических типов карбонатных пород черепетского горизонта

Литотип породы	Открытая пористость, %	Остаточная нефтенасыщенность, %		Проницаемость, мД	
		по массе	к объему пор	⊥ оси керна	оси керна
Известняки биокластовые зоогенные	8,35 – 15,42 среднее 10,05	0,55 – 1,71 среднее 1,24	19,24 – 47,04 среднее 32,86	0,34 – 33,77 среднее 3,86	0,29 – 25,55 среднее 2,74
Известняки биокластовые фитозоогенные	1,16 – 12,15 среднее 8,24	0,08 – 1,58 среднее 0,93	9,29 – 47,09 среднее 28,84	0,0 – 23,66 среднее 2,89	0,0 – 15,06 среднее 2,19
Известняки биокластовые фитогенные	0,31 – 5,26 среднее 1,97	0,0 – 0,95 среднее 0,17	0,0 – 40,53 среднее 11,56	0,0 – 1,36 среднее 0,38	0,0 – 1,61 среднее 0,37

В целях изучения состава нефти был проведен термический анализ ряда нефтесодержащих известняков черепетского горизонта. Анализ выполнялся на приборе NETZSCH STA 499F3. Интервал обжига задавался в диапазоне температур от 30 до 1000 °С с шагом нагревания 10 градусов в минуту. Согласно литературным данным [5], термоокислительная деструкция углеводородов в породе начинается в области температур 150-200°С и заканчивается при 600-650°С. Потери массы в этом диапазоне соответствует содержанию в известняках органического вещества нефтяного ряда. У

читывая различную температуру кипения легких и тяжелых углеводородов, можно с высокой точностью определять их содержание в нефтенасыщенных образцах. По кривым ДТА и ДТГ легкие и средние фракции выделяются по экзотермическому эффекту в температурной области 150-400°С, тяжелые фракции – по экзотермическому эффекту в области 400-650°С.

Согласно полученным данным, в составе нефти черепетского горизонта соотношение легких и тяжелых фракций углеводородов варьирует в широких пределах. Причем в пластах-коллекторах, залегающих в кровле стратиграфического подразделения, преобладают легкие углеводороды, а в его средних частях и в подошве – тяжелые углеводороды. При этом сверху вниз содержание тяжелых фракций в составе нефти непрерывно увеличивается. Одновременно возрастает и доля адсорбционной воды. В совокупности все это свидетельствует об интенсивном протекании здесь процессов химического окисления нефти.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. В отложениях турнейского яруса продуктивными являются прослои биокластовых зоогенных и фитозоогенных известняков, залегающих в кровле черепетского горизонта. Разделяющие их биокластовые фитогенные известняки по своим емкостно-фильтрационным свойствам относятся к породам-флюидоупорам. Мощности эффективных прослоев составляют от 0,6 до 2,5 м, постепенно уменьшаясь от кровли к подошве отложений черепетского горизонта.

2. Нефти в породах-коллекторах черепетского горизонта в различной степени претерпели процессы окисления, вызванные естественным обводнением пластов. Сверху вниз по разрезам в нефтяных залежах последовательно увеличивается доля тяжелых фракций углеводородов и адсорбционной воды.

3. При проектировании системы разработки условно массивных нефтяных залежей черепетского горизонта следует учитывать их весьма неоднородное геологическое строение, обусловленное как различными емкостно-фильтрационными свойствами пластов-коллекторов, так и неравномерным их обводнением по разрезам.

Литература

1. Козина Е.А., Королев Э.А., Морозов В.П., Пикалев С.Н. Основные типы карбонатных коллекторов турнейского яруса Республики Татарстан // Нефтегазовое дело, 2005. – Т. 3. – С. 9 – 16.
2. Королев Э.А., Ескин А.А., Морозов В.П., Кольчугин А.Н., Плотникова И.Н., Пронин Н.В., Носова Ф.Ф. Зависимость состава и подвижности нефти в карбонатных породах от их пористости и проницаемости // Нефтяное хозяйство, 2013. – №6. – С. 32 – 33.
3. Королев Э.А., Морозов В.П., Кольчугин А.Н. Особенности строения и формирования нефтеносных карбонатных пород-коллекторов турнейского яруса Республики Татарстан // Нефтяное хозяйство, 2012. – №3. – С. 42 – 45.

4. Морозов В.П., Плотникова И.Н., Ескин А.А., Королев Э.А., Кольчугин А.Н., Пронин Н.В. Структура пустотного пространства карбонатных пород-коллекторов и ее связь с составом нефти // Георесурсы, 2014. – №1(56). – С. 35 – 37.
5. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 190 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА ПУТЕМ УЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИИ

А.И. Подшивалов, А.Ш. Шеуджен

Научный руководитель профессор И.П. Попов

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее время добыча нефти не обходится без современных геолого-технических мероприятий (ГТМ), поскольку с каждым годом возрастает доля трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), выработка которых требует вовлечение новейших технологий. Наиболее перспективным и эффективным ГТМ является гидравлический разрыв пласта (ГРП), который чаще всего используют передовые нефтяные компании при разработке месторождений. Технология ГРП уже давно отмечена экспертами и является приоритетной для многих нефтяных компаний. Проведение операции по разрыву пласта позволяет не только интенсифицировать добычу, но и увеличить коэффициент извлечения нефти (КИН) в результате вовлечения в разработку слабодренлируемых зон и пропластков. Однако бывают случаи, когда после ГРП добыча нефти падает, возрастает обводненность в результате не учета некоторых факторов при проведении операции [3].

Очень часто возникают риски и неопределенности, связанные с не учетом параметров распространения трещин ГРП. Ранее эти параметры определялись на основе анализа изменения давления в скважине, диагностики околоствольной зоны и изменения добычи, что позволяло оценить высоту и длину для системы трещин. Все подобные методики имеют ограничения, которые обуславливают низкую или среднюю степень точности при определении конкретных геометрических параметров [1].

Эти геометрические показатели очень важны, поскольку часто происходит так, что после операции по разрыву пласта обводненность резко возрастает из-за приобщения трещиной ГРП водонасыщенной части пласта. На сегодняшний день существует множество методов. Например, компанией Schlumberger был разработан и осуществлен алгоритм работ по определению реальной геометрии трещины ГРП, включающий акустику, термокартаж и моделирование трещины. Однако, как оказалось на практике, данный алгоритм требует доработок, поскольку в ходе исследования были получены противоречивые показатели [2].

Многие методы имеют ряд недостатков, например, термометрия позволяет определить распространение трещины ГРП в пределах полуметра от ствола скважины, так же как и метод радиоактивных изотопов. Оценку азимута разрыва трещины ГРП вблизи ствола скважины можно определить с помощью кросс-дипольного каротажа, однако данный метод не так эффективен, поскольку может определить только один параметр.

Геометрические показатели распространения трещин могут быть выявлены сейсмическими исследованиями. На сегодняшний день это самый эффективный метод, который применяют чаще всего.

Выделяют три основные группы сейсмических исследований:

- наземный пассивный сейсмический мониторинг пласта (ПСМ);
- микросейсмика в обрабатываемой скважине
- пассивный сейсмический мониторинг с заглубленным датчиком в соседней скважине.

Последняя технология приобрела наибольшую популярность в связи с хорошими показателями по точности. Схема работ наглядно показана на рисунке.

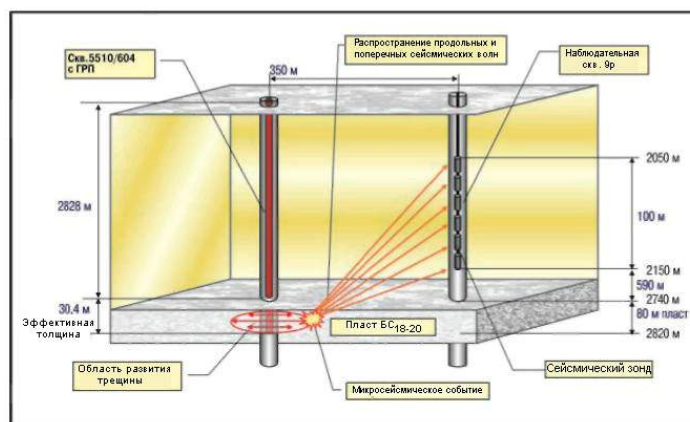


Рис. Схема пассивного сейсмического мониторинга ГРП из соседней скважины

Принцип микросейсмического мониторинга заключается в том, что процессы, происходящие в пласте, регистрируют возбужденными сейсмическими волнами из соседней скважины (как правило, соседнюю скважину располагают метров в 600 от скважины ГРП). Микросейсмический мониторинг, как правило, проводится дважды,

первый раз для определения характеристик породы, а второй уже после проведения ГРП. Отражающие сейсмические лучи фиксируются сейсмоприемниками, определяя параметры распространения трещин. Для более точной интерпретации данных, перед пассивным сейсмическим методом проводят геофизические исследования скважин, которые позволяют качественно определить характеристики слоев горных пород, где будет проводиться ГРП.

ПСМ проводился на пласте БС₁₈₋₂₀ Мало-Балыкского месторождения и показал свою эффективность, поскольку полученные результаты практически совпали по высоте и общей длине с расчетами дизайнера подрядчиков по ГРП.

Дополнительным преимуществом технологии ПСМ является определение азимута и асимметрии трещины, которые являются очень полезными сведениями при проведении операции ГРП.

Первый в России микросейсмический мониторинг проводился за 4-х стадийным ГРП горизонтального участка скважины с расстоянием между портами 100-150 м. Гидроразрыв происходил в пласте ЮС₁. При этом было выявлено 149 микросейсмических событий. Исследование показало, что азимут облака распространения микросейсмических событий был одинаков и составил 151 градус. Это дало компании-оператору информацию о направлении поля напряжений пласта, что позволит в будущем строить скважины таким образом, чтобы ГРП распространялся перпендикулярно стволу скважины – в таком случае достигается наибольшая продуктивность операции по стимуляции притока.

Метод пассивного сейсмического мониторинга, несмотря на свою эффективность, имеет некоторые ограничения по точности определения положения и параметров источника микросейсмического события. Необходимо учитывать точность позиционирования приемников (положение и ориентация), степень изученности скоростного строения коллектора, а также точность снятия показаний. Некоторые ограничения, связанные исключительно с характеристиками самого прибора, могут быть сняты путем совершенствования его технических характеристик. То есть характеристики датчиков, электрические помехи, точность определения направления, степень соединения с породой или частотой дискретизации. Другие ограничения могут снижаться с помощью адаптивной фильтрации, корреляции или других методов обработки сигнала. В то же время более детальное изучение скоростного строения требует специального исследования коллектора, которое может либо являться составной частью процесса мониторинга, либо проводиться отдельно.

Таким образом, технология пассивного сейсмического мониторинга гидроразрыва пласта из соседней скважины является полезным и очень эффективным инструментом для определения геометрических параметров трещины ГРП. Принцип работы метода непростой и требует тщательной проработки всех нюансов и неопределенностей, связанных как с самим устройством, так и с характеристиками пластов горных пород, в которых будут распространяться сейсмические волны. С учетом всех необходимых параметров, при правильной настройке приборов и предварительных геофизических исследований, метод пассивного сейсмического мониторинга позволяет оперативно определять геометрические параметры трещин и производить изменения в ходе самой операции, то есть осуществлять контроль и своевременно воздействовать на рост и распространение трещин ГРП. Это в свою очередь позволяет достигать максимального эффекта, избегать неопределенностей при проведении операции по разрыву пласта и получать высокие коэффициенты извлечения нефти.

Литература

1. Джоэль Г. Ле-Кливе, Ле-Бенне. Микросейсмический мониторинг развития трещин ГРП для оптимизации мероприятий по повышению нефтеотдачи месторождений на поздних стадиях эксплуатации // Технологии ТЭК 2005. – 7 с.
2. Дифференциальная акустическая анизотропия в обсаженных скважинах для оценки геометрии трещин ГРП в Западной Сибири, Россия / А.Н. Никитин, А.Г. Пасынков, Г. Макарычев, Ж. Маньер и др. // Paper SPE 102405. – 8 с.
3. Подшивалов А.И. Анализ эффективности проведения гидравлического разрыва пласта на Усть-Тегусском нефтяном месторождении // Кристаллы творчества: материалы докладов студенческой академии наук. – Т. 1. / ТюмГНГУ; под общ. ред. Т. В. Семеновой. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – С. 28 – 31.

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ

Е.А. Полтавченко

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из методов контроля за параметрами пласта являются гидродинамические исследования скважин (ГДИС). Эффективное управление разработкой месторождения подразумевает проведение ГДИС с периодичностью, достаточной для получения четкого представления о динамике изменения фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) пласта и энергетического состояния залежи. Однако параметры, полученные при интерпретации результатов ГДИС, могут значительно отличаться от значений, определенных другими методами (по данным керна и ГИС). Это может быть обусловлено тем, что по керну и данным ГИС получают начальные параметры залежи – до введения скважины в эксплуатацию, а ГДИС проводят в работающей скважине (кроме ГДИС, выполненных при испытании).

Рассмотрим результаты определения ФЕС пласта на примере одного из крупных месторождений Западной Сибири. Исследуемый пласт является вторым по продуктивности, имеет сложное строение.

По данным описания керна, отложения пласта в верхней части представлены в основном алевролитами серыми песчанистыми, глинистыми, известковистыми, неяснослоистыми, биотурбированными. Отмечаются многочисленные трещины, как открытые, так и закрытые. Трещины часто ориентированы по слоистости. По плоскостям напластования отмечаются мелкие включения углефицированного растительного детрита.

Встречаются прослои песчаника серого мелкозернистого алевритистого, глинистого, известковистого, неяснослоистого, биотурбированного, с запахом УВ на свежем сколе.

В средней части изученного разреза преимущественно залегают песчаники серые, часто с буроватым или желтоватым оттенком, мелкозернистые, алевритовые, слабоглинистые, известковистые, сцементированные, неяснослоистые, участками биотурбированные. Вниз по разрезу песчаники мелкозернистые переходят в песчаники средне-мелкозернистые и мелко-среднезернистые с единичным гравием, алевритистые, слабоглинистые, известковистые, сцементированные, неслоистые, неяснослоистые, местами полого-горизонтально- и косо-волнистослоистые, участками скрыто-косослоистые. Местами наблюдаются мелкие трещинки, залеченные кальцитом. Редко отмечаются неправильные включения и прерывистые прослойки известковистого материала, иногда подчеркивающие текстуры подводного оползания.

Нижняя часть изученного разреза представлена в основном алевролитами серыми песчанистыми, глинистыми, известковистыми, косослоистыми за счет миллиметровых прослоек слюдисто-глинистого материала и аргиллита. Встречается алевролит известковистый, из-за постепенного увеличения содержания известковистого материала переходящий в алевролит известковый. По плоскостям напластования отмечается примесь слюды, редкие мелкие включения углефицированного растительного детрита и остатки углефицированной, иногда частично пиритизированной древесины. Единично наблюдаются включения и линзы углистого материала и угля черного цвета, ориентированные параллельно плоскости напластования.

Анализируя результаты литолого-петрофизических исследований в разрезе изучаемого пласта, можно выделить следующие литотипы (табл.):

- песчаники мелко-среднезернистые, с единичным гравием, алевритистые, слабоглинистые – коллекторы I, II, III и IV классов;
- песчаники мелкозернистые, единично средне-мелкозернистые, алевритовые, слабоглинистые, местами глинистые, слабоизвестковистые – коллекторы IV, V и VI классов;
- алевролиты песчаные, слабоглинистые, со следами биотурбации – коллекторы V и VI классов.

Неколлекторы в разрезе пласта представлены песчаниками мелкозернистыми, единично мелко-среднезернистыми, алевритовыми, слабоглинистыми, известковыми, единично известковистыми. Суммарная карбонатность в породах данного литотипа составляет 21,5-35,2 %.

Таблица

Обобщенная литолого-петрофизическая характеристика отложений

Литотип	Класс коллектора	Проницаемость, 10^{-3} мкм ²	Пористость, %	Плотность, г/см ³	
				объемная	минералогич.
Песчаники мелко-среднезернистые, с единичным гравием, алевритистые, слабоглинистые	1	1724,66	22,4	2,06	2,66
	2	<u>500,39-907,14</u> 629,81	<u>18,6-21,2</u> 20,0	<u>2,08-2,16</u> 2,12	<u>2,64-2,66</u> 2,65
	3	<u>123,33-499,35</u> 324,06	<u>16,2-20,9</u> 19,4	<u>2,10-2,22</u> 2,14	<u>2,63-2,67</u> 2,65
	4	<u>14,05-83,23</u> 48,64	<u>11,4-18,4</u> 19,9	<u>2,17-2,35</u> 2,26	<u>2,65-2,66</u> 2,65
Песчаники мелкозернистые, единично средне-мелкозернистые, алевритовые, слабоглинистые, местами глинистые, слабоизвестковистые	4	<u>10,0-80,7</u> 29,3	<u>18,6-22,8</u> 20,7	<u>2,06-2,18</u> 2,12	<u>2,65-2,69</u> 2,67
	5	<u>1,00-8,50</u> 3,82	<u>16,2-20,9</u> 18,6	<u>2,12-2,24</u> 2,18	<u>2,65-2,69</u> 2,68
	6	<u>0,11-0,85</u> 0,49	<u>12,8-18,7</u> 16,7	<u>2,18-2,35</u> 2,24	<u>2,65-2,70</u> 2,68
Алевролиты песчаные, слабоглинистые, со следами биотурбации	5	<u>1,28-3,20</u> 2,24	<u>17,3-20,8</u> 19,1	<u>2,12-2,22</u> 2,17	<u>2,68-2,69</u> 2,68
	6	<u>0,22-0,94</u> 0,56	<u>14,2-19,7</u> 18,2	<u>2,15-2,30</u> 2,19	<u>2,68-2,69</u> 2,68
Песчаники мелкозернистые, единично средне-мелкозернистые, алевритовые, слабоглинистые, известковые, единично известковистые	неколлектор	<u>0,02-0,99</u> 0,17	<u>1,9-11,7</u> 5,0	<u>2,38-2,64</u> 2,55	<u>2,66-2,69</u> 2,68

Примечание: в знаменателе – среднее значение

В целом отложения пласта представлены породами со средними, пониженными и низкими коллекторскими свойствами (III-V класс), реже отмечаются породы с высокими (II класс) ФЕС. Неколлекторы приурочены к известковым разностям пород с порово-базальным кальцитовым цементом.

Таким образом, основной объем образцов пород изучаемой свиты характеризуются пористостью 18-20%, объемной плотностью 2,1-2,2 г/см³. Наибольшее количество определений проницаемости приходится на интервалы 8-16·10⁻³ мкм² и 256-512·10⁻³ мкм², остаточной водонасыщенности 20-30 %, глинистости 8-10 %, карбонатности 4-8 %.

При проведении ГДИС в этой же скважине были получены другие значения фильтрационных параметров: проницаемость составляла 30·10⁻³ мкм², скин-фактор – 8,3. Полученное положительное значение скин-фактора может быть связано с перетоками между пропластками различной насыщенности (нефть+газ), а значит различной пьезо- и гидропроводностью. Также положительный скин-фактор может быть обусловлен неполным вскрытием продуктивного пласта.

Подобное расхождение в фильтрационных параметрах, определенных по керну и при обработке данных ГДИС, обусловлено различием в методиках их получения. Лабораторные изучения керна выполняются с высокой точностью и изучают параметры каждого пропластка в отдельности. А ГДИС учитывают фильтрацию флюида в пластовых условиях сразу по всей толщине залежи, усредняя тем самым параметры. Однако радиус изучения ГДИС значительно больше – может составлять более километра, тогда как кернавые исследования способны отражать свойства пласта непосредственно в самом стволе скважины. Поэтому для анализа состояния разработки на месторождениях широко применяют данные, полученные с помощью ГДИС [1, 2].

Таким образом, проведенные исследования показали, что при частом неоднородном переслаивании отложений, только отбор керна и ГИС позволяют определить параметры залежи. Такое детальное расчленение позволит выбрать наиболее нефтегазоперспективный интервал пласта. В то время как методы ГДИС способствуют контролю динамики изменения параметров непосредственно в процессе самой разработки.

Литература

1. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 476 с.
2. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений / В.Д. Лысенко и др. – М.: Недра, 2001. – 284 с.

«ЦИФРОВАЯ ПЕТРОФИЗИКА» ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОЛЛЕКТОРОВ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ

А.А. Пономарев

Научный руководитель доцент М.Д. Заватский

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее время в России отмечается снижение дебитов добычи нефти, обусловлено это истощением активных запасов, в сравнении с началом освоения Западной Сибири 60–80-х годов прошлого столетия. Дело осложняется тем, что коллекторы с низкой проницаемостью и высокой вязкостью нефти, относящиеся к категории трудноизвлекаемых запасов, не поддаются стандартным петрофизическим методам исследования. Появляется необходимость внедрения инновационных подходов и применения нестандартных методик изучения, а так же экономии средств при изучении свойств горных пород.

В данной работе рассматриваются недостатки стандартных методов определения фильтрационно-емкостных свойств сложных коллекторов; предлагается тестовый вариант экспресс-анализа керна по средствам технологии «Цифровой керн»; обсуждаются перспективы использования комплексной разноуровневой томографии при прогнозировании гидроразрыва пласта и кислотной обработки.

Прежде всего, к коллекторам с трудноизвлекаемыми запасами в Западной Сибири относятся: ачимовская, тюменская, кузнецовская и баженовская свиты. По геологическим аспектам эти залежи совершенно разные, но все-таки есть одно сходство. Запасы можно отнести к трудноизвлекаемым по следующим характеристикам: низкие фильтрационно-емкостные свойства: пористость и проницаемость; литологическая изменчивость; неоднородность в пространственном расположении по площади; повышенный градиент пластового давления продуктивных горизонтов [1].

Приведенные выше проблемы свидетельствуют о том, что стандартные методы определения фильтрационно-емкостных свойств по керну будут неэффективны, так как при пробоподготовке образцов – экстракции углеводородов – не удается извлечь органику полностью, в микро и нанопорах остаются битумоиды, что априори искажает результаты исследований. Поэтому автор данной работы видит перспективы применения комплексной томографии для получения приближенных к истине результатов.

Тест-схема внедрения «Цифровой петрофизики» в комплекс исследований керна представлена на рис. 1.

Автор считает, что главным образом движение флюида в резервуаре зависит: а) от структуры пустот горной породы; б) от соотношения гидрофильных и гидрофобных минералов. В этой связи была предложена краткая схема изучения свойств горных пород. Для привязки керна к геофизическим исследованиям скважин использовать стандартный гамма-каротаж керна; далее делать томографию полноразмерного керна (выявление крупных пустотных неоднородностей, также определение мест для отбора образцов на микротомографию). Диаметр цилиндров образцов для исследований на микротомографе предлагается использовать 30 мм и 8 мм – вторых в два раза больше. Будут рассчитываться фильтрационно-емкостные свойства; создаваться 3D модели

минералогического состава и пустотного пространства пород, которые будут коррелироваться с другими свойствами.



Рис. 2. Схема использования «Цифровой петрофизики» при анализе керна коллекторов ТРИЗ

При сложностях корреляции керн-ГИС будут учитываться на микроуровне включения тяжелых, а также радиоактивных минералов (элементов).

Для калибровки данных микротомографии предлагается использовать оптическую микроскопию – изучение горных пород в аншлифах. Кроме этого данные по литологии будут очень ценны для получения информации о соотношении гидрофильных и гидрофобных минералов, что впоследствии будет использоваться в гидродинамике.

Для уточнения гидродинамических свойств резервуара на макроуровне, автор считает необходимым проводить трассерные исследования – закачивать индикаторы в скважины и анализировать пробы флюида с других скважин с помощью хроматографии. Учет структур на микроуровне необходимо вносить в данные при дизайне математических моделей резервуаров [3].

На стадии изучения петрофизических свойств коллекторов по данной схеме рекомендуется проводить в лабораторных условиях эксперименты с керном. В первую очередь, никак не воздействуя на него, необходимо пройти цепочку операций по данной схеме.

Далее необходимо произвести выборочно с несколькими образцами процедуры воздействия на них (на каждый образец отдельная процедура): помещение в высокие термобарические условия, кислотная обработка (плавиковая, соляная кислоты), техногенное сжатие образца.

После чего следует заново проанализировать на микротомографе экспериментальные образцы. Финалом будет применение метода сравнительного анализа ДО и ПОСЛЕ воздействия на образцы (результаты целесообразно применять для прогнозирования эффективности методов увеличения нефтеотдачи пласта).

Примером служит *пиролиз*. Для постановки эксперимента были отобраны породы преимущественно кремнисто-карбонатного состава доманикового горизонта Южно-Татарского свода. Эксперимент заключался в прогреве пород в пиролизаторе до температур, соответствующих стадиям катагенеза.

Для наблюдения за изменениями морфологии пустотного пространства применялся метод рентгеновской микротомографии (рис. 2).

На каждом этапе эксперимента морфология всех измененных пород характеризовалась образованием новых пор и каналов, связывающих первичные пустоты. Но при этом было отмечено, что в образцах с относительно низким содержанием органического вещества (ОВ) морфология порового пространства изменилась в меньшей степени, в отличие от пород с высокими содержаниями ОВ.

На втором этапе исследований было также выявлено, что преобразования пустотного пространства за счет первично-миграционных процессов в породах с разными текстурами может проходить по-разному. При последовательном прогреве существенные преобразования в структуре пустотного пространства произошли на этапе от 260°C до 430°C (рис. 2).

Данный температурный интервал соответствует наиболее интенсивной стадии образования углеводородов (УВ). Необходимо отметить, что данный эксперимент может лечь в основу методики разработки и добычи УВ из незрелых пород [2].

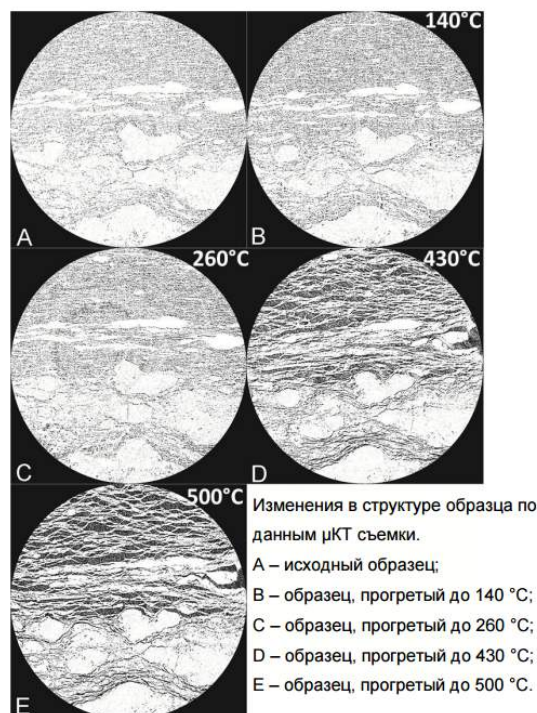


Рис. 3. Изменения в структуре образца по данным микротомографической съемки

Заключение. В настоящей работе приведен принципиально новый подход изучения свойств коллекторов категории трудно извлекаемых запасов. Развитие и применение данной технологии впоследствии позволит правильно разрабатывать месторождения углеводородов, что повысит коэффициент извлечения нефти.

Литература

1. Вилков М., Муравьев А., Копытцев В., Кравченко А, Садыков Р. От сейсмоки до добычи: основные технологические проблемы разработки трудноизвлекаемых запасов // OIL&GAS JOURNAL RUSSIA, 2014. – № 7. – 40 – 44.
2. Гилязетдинова Д.Р., Корост Д.В. Изучение процессов первичной миграции углеводородов методом рентгеновской микротомографии // «Практическая микротомография»: материалы III Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 2014. – С. 31 – 32.
3. Пономарев А.А., Заватский М.Д. Методы применения компьютерной микротомографии в геологии. – Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, 2015. – № 3. – С. 29 – 33.

РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

А.В. Пономарева

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью работы являлось расчленение и корреляция верхнеюрских отложений надугольной толщи, литолого-фациальный анализ, выделение маркирующих горизонтов (реперов) и построение схемы корреляции разреза на примере месторождений Казанского нефтегазоносного района (НГР): Казанского нефтегазоконденсатного и Болтног нефтяного месторождений.

Казанский нефтегазоносный район расположен в Парабельском и Бакчарском районах Томской области. В геологическом строении разреза изучаемой территории принимают участие доюрские породы фундамента и вышезалегающие юрско-меловые, кайнозойские и четвертичные образования осадочного чехла.

Породы фундамента разбиты большим количеством разнонаправленных разломов. По отложениям платформенного чехла Казанская структура расположена в юго-восточной части Нюрольской впадины, на северо-западном склоне Калгачского мезовыступа (положительной структуры II порядка) в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Основным продуктивным горизонтом Казанского НГР является горизонт Ю₁, выделенный в объеме верхневасюганской подсвиты поздней юры, в составе которой снизу вверх по разрезу выделяется подугольная, межугольная и надугольная толщи [2].

Перекрывается горизонт регионально выдержанными глинистыми отложениями георгиевской (кимеридж) и баженовской (волга) свит морского генезиса.

Объектом исследования явились отложения надугольной толщи, сформированной в позднеоксфордское время. В исследуемом районе они достаточно уверенно выделяются в разрезе, так как залегают на угольном пласте У₁, имеющем хорошо выраженную геофизическую характеристику ($\rho = 342$ Ом·м, минимальные значения ГК равны 1,43 мкР/ч), и перекрываются слоем ракушняка, так же хорошо распознаваемым на каротаже. Формирование пласта У₁ связано с завершающим этапом континентального осадконакопления межугольной толщи и эпохой максимального тектонического покоя и пенепленизации рельефа и осуществлялось на обширной территории в условиях застойных болот с очень низким гидродинамическим режимом [3]. Принимая во внимание повсеместное распространение и хорошую выдержанность пласта на территории (мощность пласта на Казанском месторождении колеблется от 3 до 8 м, а на Болтном – от 4 до 5 м), можно считать, что угольный пласт У₁ обладает признаками изохронности и является репером, отделяющим межугольную и надугольную толщи в изучаемой части разреза.

Нижний циклит – Ю₁² – распространен в пределах всей изучаемой площади и представлены преимущественно песчаной толщей, лишь в кровле сменяющейся алевритами и глинистыми породами. Мощность циклита на Казанском месторождении колеблется от 5 до 15 м, на Болтном – от 11 до 15 м.

Верхний циклит – Ю₁¹ характеризуется очень изменчивым литологическим составом (от мелкозернистых песчаников до глинистых алевролитов и глин) и меньшей толщиной по сравнению с циклитом Ю₁², которая варьируется от 2–9 м на Казанском месторождении до 3–8 м – на Болтном.

Отложения циклитов Ю₁² и Ю₁¹ формировались в прибрежно-морских условиях на фоне усиливающейся трансгрессии моря: песчаный материал отлагался при высокой и средней гидродинамической активности; алевритовый и глинистый – при низкой гидродинамике. Основными движущими силами переноса и накопления терригенного материала являлись приливно-отливные течения и волнение моря.

Циклит Ю₁¹ перекрывается слоем ракушняка толщиной от 3 до 8 м, представляющего скопления раковинного детрита и целых раковин, сцементированных карбонатным, карбонатно-глинистым и глинистым материалом.

Выше слоя ракушняковых отложений выделяется барабинская пачка – нижняя часть георгиевской свиты, представленная зеленовато-серыми породами смешанного песчано-алевритоглинистого состава, глауконитизированными, карбонатизированными, пиритизированными. Пачка вскрыта всеми скважинами Казанского месторождения, где толщина ее достигает 1 м, и единственной скважиной №106b на Болтном месторождении, что позволяет сделать заключение о выклинивании ее в юго-восточном направлении.

Глинистые отложения георгиевской свиты распространяются повсеместно, максимальные мощности вскрыты скважинами, пробуренными в северо-западной и юго-восточной части исследуемой территории и достигают 18 м; уменьшаясь в районе скважин №3b и №1b Болтного месторождения до 11 м.

Баженовская свита хорошо отбивается по диаграммам геофизических данных: имеет очень высокие значения электрического сопротивления (до 228 Ом·м), и высокие значения естественной радиоактивности (до 40 γ) [3].

Вслед за А.В. Ежовой [1], по степени выдержанности и литологической однородности, на территории исследования в качестве основных реперных горизонтов были выделены: угольный пласт У₁ и аргиллиты баженовской свиты. После выделения реперов и расчленения разрезов скважин была построена корреляционная схема (рис. 2).

Корреляция разреза была выполнена по линии скважин № 18k-15k Казанского нефтегазоконденсатного месторождения и № 3b-1b-2b Болтного нефтяного месторождения (рис. 1).

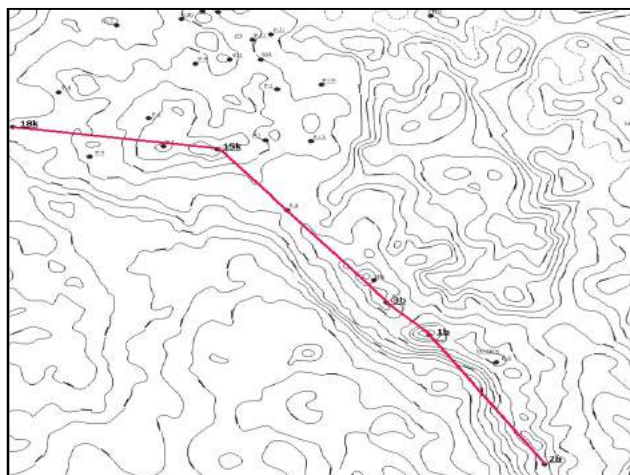


Рис. 1. Линия корреляции на структурной карте по отражающему горизонту Па (подшва баженовской

свиты) через Казанское и Болтное месторождения

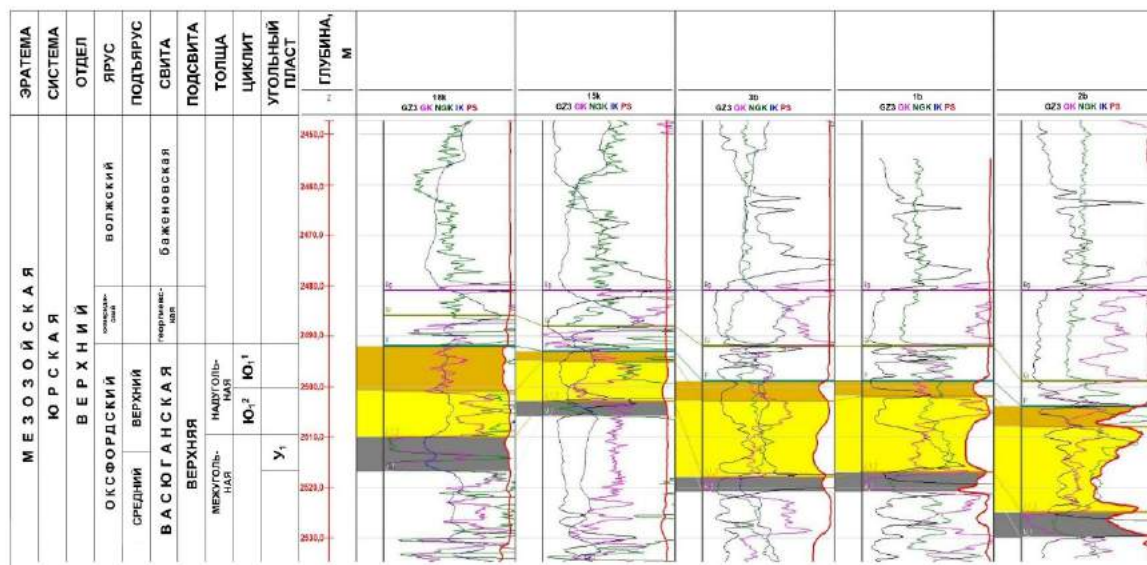


Рис. 2. Схема корреляции по линии скважин 18k-15k-3b-1b-2b Казанского (k) и Болтного (b) месторождений

Выводы:

В результате были выполнены расчленение и корреляция верхнеюрских отложений верхневасьуганской подсвиты надугольной толщи.

Надугольная толща образовалась в условиях трансгрессии моря. Выделенные циклиты ($Ю_1^2$ и $Ю_1^1$), которые представляют собой комплексы пород, формировались в прибрежно-морских условиях повышенного гидродинамического режима. Максимум трансгрессии характеризуется морскими глубоководными отложениями георгиевской и баженовской свит. Барабинская пачка, выделяемая в составе георгиевской свиты, выклинивается в юго-восточном направлении. По всей изучаемой территории прослеживается слой ракушняка, образованный за счет раковинного детрита, привнесенного в периоды штормов с окраин лагун.

Основные маркирующие горизонты (реперы): аргиллиты баженовской свиты и угольный пласт $У_1$.

Построена схема корреляции по линии скважин №18k-15k-3b-1b-2b.

Корреляция разрезов при изучении многофациальных толщ, поможет проводить сопоставление нефтегазоносных отложений и проследить их изменение в пространстве и времени.

Литература

1. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие/ А.В. Ежова. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 113 с.
2. Ежова А.В. Способы расчленения и корреляции осадочных толщ методом системного анализа на примере юрских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты // Нефтегазовому образованию в Сибири – 50 лет: сборник. – Томск, 2002. – С. 39 – 48.
3. Ежова А.В., Недолилко Н.М. Стратиграфия и корреляция отложений средней-верхней юры восточной части Нюрольской впадины // Проблемы стратиграфии мезозоя Западно-Сибирской плиты (материалы к Межведомственному стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты): Сб. науч. трудов. // Под ред. Ф.Г. Гурари, Н.К. Могучевой. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – С. 107 – 11.
4. Справочник по литологии / Под редакцией Н.Б. Вассоевича, В.И. Марченко. – М.: Недра, 1983. – 509 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РЕГИОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН (НА ПРИМЕРЕ ДЕВОНСКОГО ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Г.Н. Потемкин

Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция уже более 75 лет является одним из основных регионов добычи углеводородов в России. Продолжающееся несколько десятилетий снижение суммарных добываемых объемов нефти и газа в пределах провинции предопределяет необходимость обеспечения прироста сырьевой базы углеводородов.

Одним из сложных участков на юге провинции является зона сочленения крупных тектонических сооружений: Бузулукской впадины, Южно-Татарского, Жигулевско-Пугачевского сводов и Мелекесской

впадины. Эта территория в административном отношении приурочена к Самарской области – региону с высокоразвитой инфраструктурой. Область относится к старейшим нефтегазодобывающим регионам страны.

Стратиграфический диапазон, в котором выявлены промышленные залежи углеводородов, весьма широк: от девонских до пермских отложений. По современным оценкам, существенный вклад (около 30%) в начальные суммарные ресурсы области вносит девонский терригенный комплекс, тогда как доля его запасов не превышает 5%.

Регион характеризуется высокой степенью разведанности бурением и сейсморазведкой. Накоплен обширный фактический материал. Вместе с тем в связи со сложностью геологического строения остаются неясными многие аспекты строения, формирования и развития геологических объектов, понимание которых играет ключевую роль в дальнейшем развитии геологоразведочных работ.

Сложность геологического строения девонских терригенных отложений, в которых отражена структура фундамента, а также большой объем накопленного к настоящему времени материала по данным глубокого бурения обуславливают необходимость проведения работ по комплексному обобщению данных сейсмических исследований, разведочного и эксплуатационного бурения по всей территории Самарской области. Этот регион характеризуется высокой плотностью бурения, накоплен обширный фактический материал. В этих условиях ручная обработка накопленных массивов данных (в первую очередь, корреляция данных ГИС) уже не может обеспечить качественную основу для геологического изучения.

В связи с этим, возрастает роль автоматизированной корреляции разрезов всего фонда скважин, алгоритм которой реализован в программном комплексе Autocorr [1].

Изучаемая территория имеет блоковое строение. Древний кристаллический фундамент разбит сетью разрывных нарушений, которые образуют несколько систем: диагональную (северо-восточную, северо-западную) и ортогональную (субширотную и субмеридиональную). Наиболее существенное влияние на формирование и строение девонских и каменноугольных отложений оказали диагональные (северо-восточная и северо-западная) системы разрывных нарушений. Очевидно, что в процессе формирования девонского терригенного комплекса главная роль принадлежала северо-восточным нарушениям, что подтверждается именно такой ориентировкой изопахит на картах общих толщин практически всех пачек разреза, а также морфологией крупного геологического объекта – Волго-Сокской палеовпадины.

Девонский терригенный комплекс на территории Самарской области характеризуется достаточно высокой степенью литологической изменчивости.

Вовлечение в настоящей работе более 2400 скважин с учетом привязки керна к промыслово-геофизическим данным позволило предложить скорректированную схему типизации разрезов.

В качестве основных критериев разделения разрезов приняты следующие:

- стратиграфическая полнота;
- структурно-морфологические взаимоотношения стратиграфических подразделений;
- литологическая характеристика отложений.

На основе указанных критериев предложено 7 типов разреза девонского терригенного комплекса (рис.).

Заслуживают внимания особенности и распределение выявленных залежей и их запасов применительно к зонам распространения каждого типа разрезов в пределах Самарской области. Можно сделать вывод, что восточная часть Самарской области более перспективна для поисков углеводородов. Преобладание здесь стратиграфически полных разрезов выражается в большем наборе продуктивных горизонтов, что наиболее существенно для эйфельско-воробьевских пластов.

По итогам районирования ДТК с учетом изучения неоднородности отложений, распределения запасов и некоторых промысловых характеристик установлено, что для низов комплекса (эйфельско-живетский интервал) перспективные территории находятся на востоке и юге Самарского региона (Куцебовский, Подгорненский и Западно-Коммунарский типы), где разрезы обладают наибольшей полнотой, высокими толщинами коллекторов, относительно низкой неоднородностью.

На территориях с широким этажом нефтеносности следует ориентироваться на поиски пропущенных залежей структурного типа. При этом высокая разбуренность Бузулукской впадины не является основанием для категоричного отказа от работ в этих районах, т.к., во-первых, для Самарской области в целом характерны небольшие по размеру месторождения, и в таких районах возможны открытия мелких структурных залежей, ранее пропущенных по результатам структурного бурения или сейсморазведки устаревших модификаций.

Вместе с тем можно ожидать также ловушки неантиклинального типа, в первую очередь, тектонические и стратиграфические. Наиболее перспективным типом разреза (преимущественно по тиманско-пашийским объектам) в этом аспекте является Горбатовский, поскольку при удовлетворительных структурно-тектонических и морфологических особенностях прогнозируется развитие приконтактных, тектонических ловушек и структур облекания выступов фундамента.

Тиманские пласты в целом характеризуются худшей выдержанностью по латерали и вертикали, но их коллекторские свойства оцениваются как довольно высокие. Перспективы тиманских отложений связаны, в первую очередь, с Волго-Сокским типом разреза ДТК (вместе с периферийными зонами).

Ключевые мероприятия, направленные на совершенствование поисково-разведочного процесса в Самарской области, следует связывать на региональном уровне с использованием расширенного массива геолого-геофизических данных, в первую очередь скважинных, поскольку регион обладает высокой степенью разбуренности. Эффективная обработка таких массивов данных невозможна без использования средств автоматизации. Вместе с тем необходимо комплексирование с результатами современной региональной сейсморазведки и других методов (дистанционных), что позволяет получить обоснованную региональную

модель, характеризующуюся качественно новым уровнем достоверности за счет использования практически полного объема данных всего массива скважин.

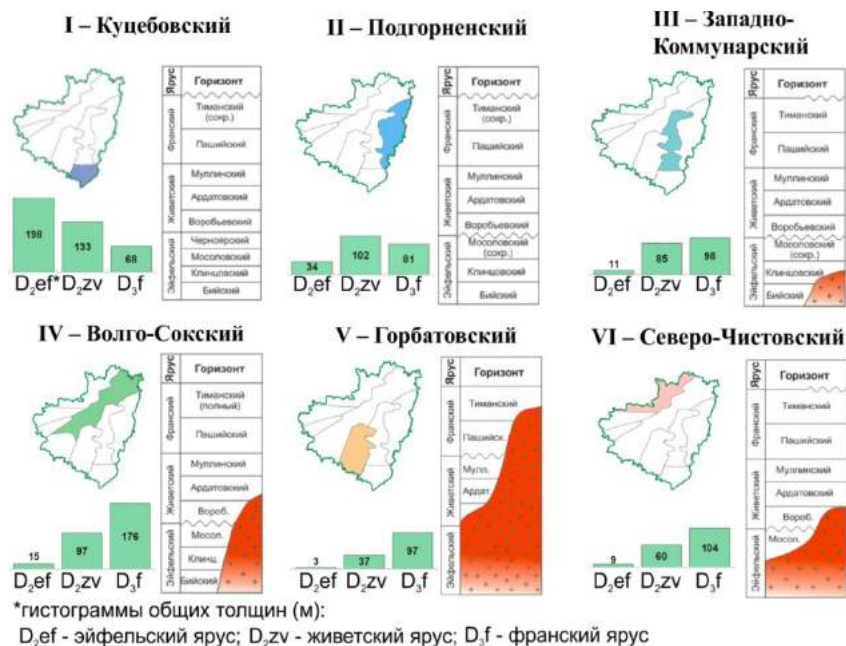


Рис. Распространение типов разрезов девонского терригенного комплекса, их стратиграфическая полнота и распределение общих толщин по ярусам

Особое внимание следует уделить процессу перехода на локальные объекты. В рамках данной стадии описанная выше региональная модель уже обладает достаточной детальностью, чтобы при локализации избежать кардинальных перестроений и уточнений. С привлечением данных локальной сейсморазведки (как правило, 3D), керновой, промысловой информации по результатам бурения новых скважин модель локального объекта детализируется, что в свою очередь, позволяет уточнить региональную модель и получить новую информацию о нефтегазоносной территории в целом. Таким образом, поддерживается взаимосвязь между региональными и локальными исследованиями, что положительным образом сказывается как на оптимизации геологоразведочного процесса, так и, в конечном счете, на эффективности проектирования и реализации разработки месторождений.

Литература

1. Методические рекомендации к корреляции разрезов скважин / Под ред. И.С. Гутмана. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2013 – 112 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАСТА АВ1-2 ВАТЬЕГАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.Л. Потемкина

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», г. Москва, Россия

Создание геологической основы, описывающей реальное строение сложнопостроенных отложений, является первостепенным звеном цепи, влияющим, в конечном счете, на количество добытых углеводородов. Основой построения геологической модели служит анализ имеющейся литологической информации с целью локализации по площади исследования коллекторов с разными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). На базе выявленных макро- и микронеоднородностей возможно спрогнозировать зоны скопления запасов, не вовлеченных в разработку, и дать рекомендации к их доизвлечению. Основная доля запасов углеводородов в Нижнеартовском нефтегазоносном районе связана с терригенными отложениями барремского возраста, приуроченными к ванденской свите (пласт АВ1-2) нижней отдела меловой системы. Примерами могут послужить Самотлорское, Покачевское, Кечимовское, Нивагальское и Ватьеганское месторождения. Последнее было выбрано в качестве объекта исследования. Стоит отметить, что изучаемое месторождение по количеству запасов относится к категории крупных, а по типу строения – к сложным.

Цель работы заключается в детальном изучении строения природного резервуара, вмещающего отложения пласта АВ1-2, условий их формирования, а также в установлении изменчивости коллекторских свойств разных типов разреза.

Диагностика фаций проводилась на основе генетической интерпретации образцов керна согласно методике, детально описанной в [1]. Особое внимание было уделено определению слоистости отложений,

несущей ключевую информацию о характеристике гидродинамики среды осадконакопления. Было установлено, что пласт имеет сложное строение (рис.).

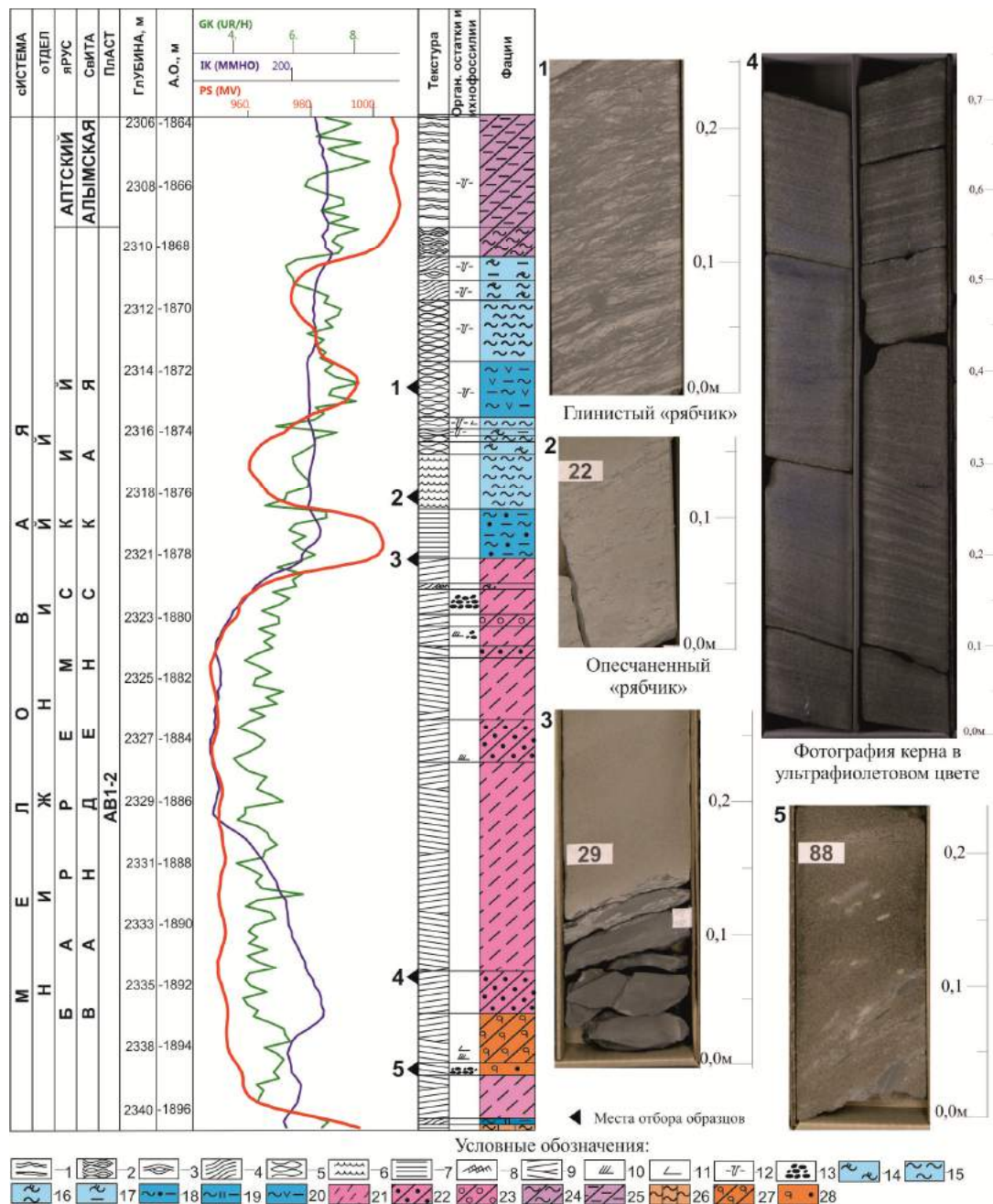


Рис. Геолого-геофизическая и литолого-фациальная характеристика пласта АВ1-2:
 слоистость: 1 – линзовидно-полосчатая; 2 – полого-линзовидно-волнистая; 3 – бугорчатая; 4 – косоволнистая; 5 – линзовидно-волнистая; 6 – рябь волнения; 7 – горизонтальная; 8 – восходящая рябь; 9 – косая слабо срезанная. Органические остатки и ихнофоссилии: 10 – крупный детрит; 11 – мелкий детрит; 12 – ходы илоедов; 13 – литокласты. Фации: 14 – подвижное мелководье (бары); 15 – прибреговое взмучивание; 16 – активное подвижное мелководье; 17 – зона волновой переработки; 18 – малоподвижное мелководье; 19 – приморские озера; 20 – приливно-отливное побережье; 21 – конуса выноса рек; 22 – центральные части конусов выноса рек; 23 – основания конусов выноса рек; 24 – прибрежные части заливов; 25 – полуизолированные части побережья заливов; 26 – пойма прибрежных водотоков; 27 – приустьевые части равнинных рек; 28 – русла крупных равнинных рек

По разрезу одной из скважин нижняя часть пласта по кривым ГИС представлена мощным песчаным телом, в подошве которого выделяются фации (толщиной до 2-х метров) приустьевых частей равнинных рек и русла крупных равнинных рек, переходящие выше по разрезу в подводнодельтовые отложения (фации гравийно-

песчаных осадков центральных частей, гравийно-песчаных осадков оснований конусов выноса рек и собственно песчаных осадков конусов выноса рек).

Отличия фаций базируются на комплексе признаков [1]. В целом для отложений фаций конусов выноса характерны следующие особенности: отложения представлены мелко-среднезернистыми песчаниками, хорошо отсортированы, отлично выделяются серии косой слабо срезанной слоистости (обр. 4 на рисунке) по разрезу, содержат растительный детрит, а также встречаются окатанные литокласты. Между дельтовыми каналами располагаются песчано-алевритовые породы, формирование которых проходило на мелководье. Отмечены следующие текстуры: волнистая, волнисто-линзовидная, горизонтальная, оплывания со взмучиваниями. Кроме того, первичная слоистость довольно часто нарушена донными организмами.

Верхняя часть интервала накапливалась в мелководно-морских обстановках осадконакопления. Отложения хорошо коррелируются и выдержаны по толщине. Были выявлены фации переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби (опесчаненный «рябчик») (обр. 2 на рисунке), глинисто-алевритовые осадки приливно-отливной зоны (глинистый «рябчик») (обр. 1 на рисунке), проксимальных и дистальных темпеститов.

Как правило, отложения подводной дельтовой равнины отделяются от «рябчиковых» пород достаточно выдержанной алевритоглинистой перемычкой, формирование которой происходило на малоподвижном мелководье. В результате образуются резкие границы перехода между комплексами, которые четко идентифицируются по керну и выделяются по кривым ГИС (обр. 3 на рисунке). Однако довольно часто «рябчики» залегают непосредственно на песчаниках конусов выноса рек, в результате чего формируются зоны слияния пластов полифациального генезиса.

Коллекторы по разрезу существенно различаются по ФЕС, что обусловлено их специфическими условиями формирования. Конуса выноса рек рассматриваются в качестве «суперколлекторов», обладающих наилучшими свойствами. При пористости от 20% до 26% проницаемость изменяется в интервале от 40 до 1500 мД. Вмещающие отложения вследствие своей неоднородности характеризуются ухудшенными ФЕС. Коэффициент пористости изменяется в широком диапазоне от 13 до 22%. Несмотря на случаи, когда пористость коллекторов пойменных отложений составляет более 21%, коэффициент проницаемости в основном менее 20 мД. Та же особенность выявлена и для «рябчиковых» пород, что отмечено в работе [2]. Как было отмечено выше, на большей части территории месторождения наблюдаются размывы глинистых перемычек между верхней и нижней частями пласта, в результате чего сформировался гидродинамически связанный резервуар. При подсчете запасов углеводородов эти части рассматриваются в качестве неразделенного подсчетного объекта с одинаковым водонефтяным контактом, что явилось определяющим критерием при создании единой системы разработки. В зонах слияния пластов, в связи с низкой фильтрационной способностью «рябчиковых» пород, заводнение является малоэффективным, т.к. распределение водных потоков происходит в основном в высокопроницаемых канальных фациях. В результате в верхней части пласта АВ1-2 остаются запасы нефти, не вовлеченные в активную разработку. Для повышения нефтеотдачи необходимо подбирать геолого-технические мероприятия к каждому типу разреза. Для «рябчиковых» пород и вмещающих отложений между конусами выноса наиболее эффективным является гидроразрыв пласта, позволяющий вырабатывать запасы нефти в неоднородных объектах.

Таким образом, на основе анализа керна материала в пределах пласта АВ1-2 была установлена смена комплексов прибрежно-морских фаций на мелководно-морские вверх по разрезу. Комплексы обладают разными коллекторскими свойствами. Кроме того, были даны рекомендации по более эффективному извлечению нефти.

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного университета, 2014. – 284 с.
2. Алексеев В.П., Амон Э.О., Валеев Р.А. и др. О некоторых закономерностях формирования продуктивных пластов АВ1-3 в нижнемеловых отложениях Широного Приобья (Западная Сибирь) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – №4. – С. 18 – 28.

АНОМАЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЧУПАЛЬСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА (ШИРОТНОЕ ПРИОБЬЕ)

М.А. Розенбуш, А.В. Мустафина

Научный руководитель заведующий лабораторией Г.Г. Кравченко

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

В настоящее время в связи с необходимостью восполнения ресурсной базы и истощением запасов нефти в традиционных коллекторах внимание исследователей все более привлекают слабоизученные породы-коллекторы сложного геологического строения с трудноизвлекаемыми запасами нефти. К числу таких коллекторов относятся залежи нефти в отложениях баженовской свиты.

Баженовская свита впервые была выделена Ф.Г. Гурари (1958 г.) по скважинам Саргатской площади как пачка [5]. Период формирования осадков свиты охватывает весь волжский век (верхняя юра) и часть раннего берриаса (нижний мел). В ее геологическом строении выделяют два типа разреза: традиционный (нормальный),

толщиной 25–30 м, и аномальный с увеличенными до 90–100 м толщинами [6]. Для первого типа характерны буровато-серые битуминозные, массивные и плитчатые аргиллиты с прослоями карбонатно-кремнистых пород.

Аномальный разрез представляет собой расслоение богатых органическим веществом нефтематеринских битуминозных аргиллитов алевролито-песчаными турбидитными отложениями с однородными и оползневыми текстурами, представляющими собой проницаемые коллекторы с высоким доказанным потенциалом нефтеносности [1]. Зоны развития аномальных разрезов баженовской свиты вызывают наибольший интерес среди исследователей, в связи с перспективами обнаружения в них промышленных коллекторов.

В настоящее время существует три основные гипотезы формирования аномальных разрезов баженовской свиты [2]:

Подводно-оползневая модель (А.А. Нежданов, Н.Н. Туманов, В.А. Корнев). Аномальный разрез – это продукт деятельности более поздних оползней, расклинивших отложения баженовской свиты и внедривших в нее принесенный обломочный материал ачимовской толщи.

Модель палеостровов (О.Г. Зарипов, В.П. Сонич). Песчаные прослои внутри баженовской свиты – результат деятельности пульсационных течений волжского палеоморя, транспортирующих с областей размыва терригенный материал.

Седиментологическая модель (О.М. Мкртчян). Отложения аномального разреза – самые глубоководные фации клиноформного комплекса, которые в трансгрессивные этапы перекрывали ранее сформировавшиеся ачимовские песчано-алевролитовые пласты.

Алевролито-песчаные прослои, выделяемые в аномальных разрезах баженовской свиты, индексируют как пласты $Ю_0^K$ и $Ю_{0-ач}$. Ряд исследователей предлагает выделять аномальные разрезы баженовской свиты в самостоятельное стратиграфическое подразделение – новобустринскую пачку [2]. Вышеупомянутые отложения по своему внешнему облику и составу сходны и идентифицируются многими исследователями с породами нижней части ачимовской и подачимовской пачек, перекрывающими в стандартных разрезах баженовскую свиту [2]. Это явление подтверждается данными сейсморазведки 3D, где отчетливо видно, что песчано-алевролитовые пласты внутри аномального разреза являются продолжением пластов ачимовской толщи [3]. В частности, на Северо-Конитлорском месторождении результаты определения возраста на основе микрофаунистического и споро-пыльцевого анализов в интервале развития аномального разреза однозначно доказывают, что песчано-алевролитовые отложения моложе битуминозных аргиллитов, перекрывающих их [3].

Продуктивные алевролито-песчаные отложения, как правило, характеризуются низкими фильтрационно-емкостными свойствами: пористость изменяется в пределах 4,9–20 %, проницаемость – в пределах $0,01–0,4 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$, карбонатность достигает 32 % [1]. Развитие аномальных разрезов носит локальный характер (рис. 1). По данным бурения и сейсморазведки подобные разрезы были встречены на территории ХМАО-Югры и ЯНАО.



Рис. 1. Схема размещения зон аномальных разрезов (по А.А. Нежданову, 2004; Бембель, 2014). Условные обозначения: 1 – антиклинальные структуры и их названия; 2 – зоны аномальных разрезов; 3 – административные границы

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что в 2015 г. поисковой скважиной 70П на Чупальском лицензионном участке был вскрыт аномальный разрез баженовской свиты значительной толщины – 83 м.

Авторами настоящей статьи, с целью изучения аномального строения разреза баженовской свиты на территории Чупальского лицензионного участка, изучен керновый материал пяти поисково-разведочных скважин, выполнен анализ результатов гранулометрического, рентгенофазового и петрографического анализа, проведено детальное расчленение разреза с учетом литологических особенностей пород.

Чупальский лицензионный участок расположен в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области (рис. 2).

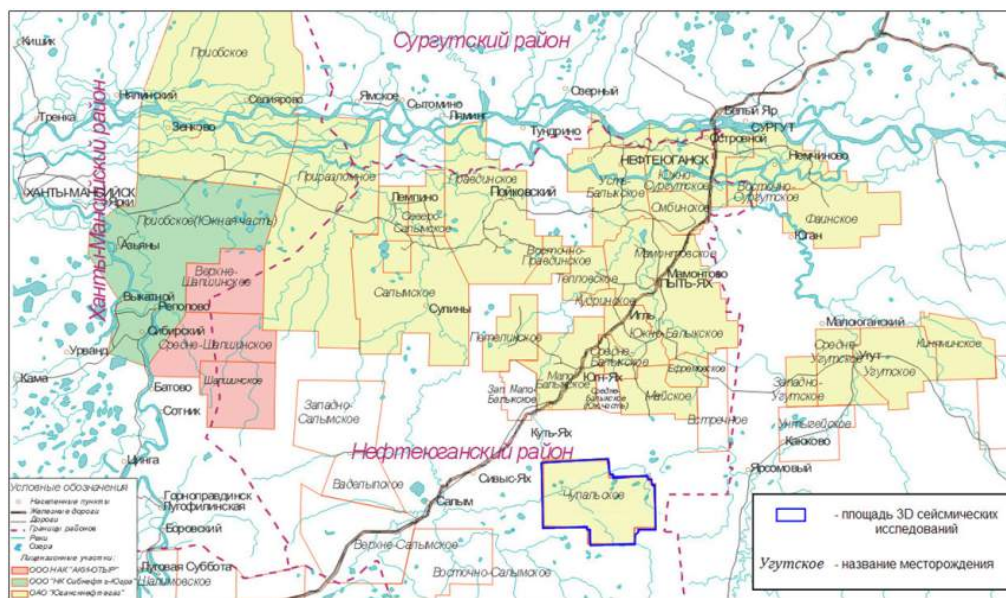


Рис. 2. Административная карта расположения Чупальского лицензионного участка

В тектоническом отношении он приурочен к структуре I-го порядка – Юганской мегавпадине. Основная часть участка находится в пределах структуры II-го порядка – Чупальского куполовидного поднятия. В пределах участка открыто два месторождения: им. Москвитцева О.А. и Кузоваткинское.

В скважине 70П Чупальского лицензионного участка в интервале глубин 2852,9-2954,9 м вскрыт стратиграфически полный аномальный разрез баженовской свиты: пласты ЮС₀ и Ач-ЮС₀ (прим. индексация недропользователя). Для верхней части разреза характерны типичные для свиты битуминозные глинисто-кремнистые породы с прослоями толщиной 0,1-2,0 м турбидитного песчаника однородного, реже со слабовыраженной горизонтальной слоистостью. В нижней части разреза наблюдаются деформированные прослои аргиллита буровато- и темно-серого и песчаника светло-серого с оползневыми текстурами (рис. 3).

В пределах всего разреза отмечаются многочисленные дайки и трещины, выполненные песчаным известковым материалом, зеркала скольжения и неокатанные глинистые интракласты.

По гранулометрическим данным были построены усредненные кривые распределения фракций по каждому пласту (рис. 4).

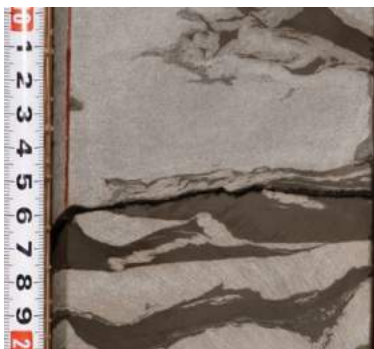


Рис. 3. Прослои песчаника с глинистыми интракластами в аномальном разрезе баженовской свиты

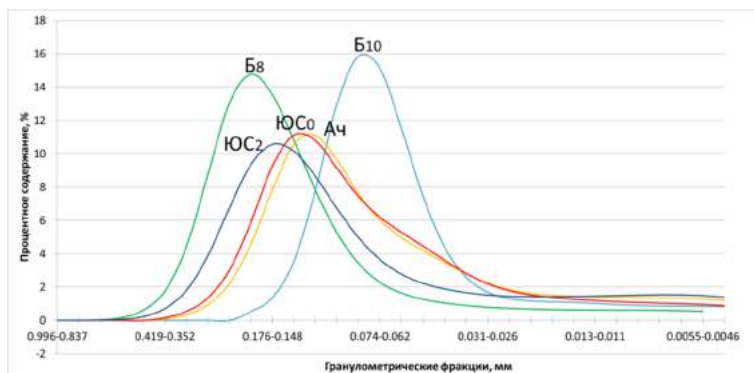


Рис. 4. Усредненные кривые распределения фракций по пластам Б₈, Б₁₀, Ач, ЮС₀ и ЮС₂

Кривые распределения для пластов Ач и ЮС₀ идентичны, что указывает на существование одного источника обломочного материала и единого механизма его переноса. Следует отметить, что данные кривые представляют собой двухвершинные распределения. Наличие двух вершин (вторая выражена слабо) означает существование двух типов переноса обломочного материала: сальтацией и во взвеси, что характерно для однонаправленных потоков, в частности, для турбидитовых [4].

По результатам общего рентгенофазового анализа пелитовых пород ачимовской пачки и аномального разреза отмечается существенное сходство полученных дифрактограмм (рис. 5). Прежде всего, прослеживается почти полное соответствие содержаний преобладающих фаз: кварца и калиевых полевых шпатов (КПШ). В составе глинисто-кремнистых пород баженовской свиты отмечаются повышенные содержания смешанно-слоистых образований и меньшие содержания КПШ.

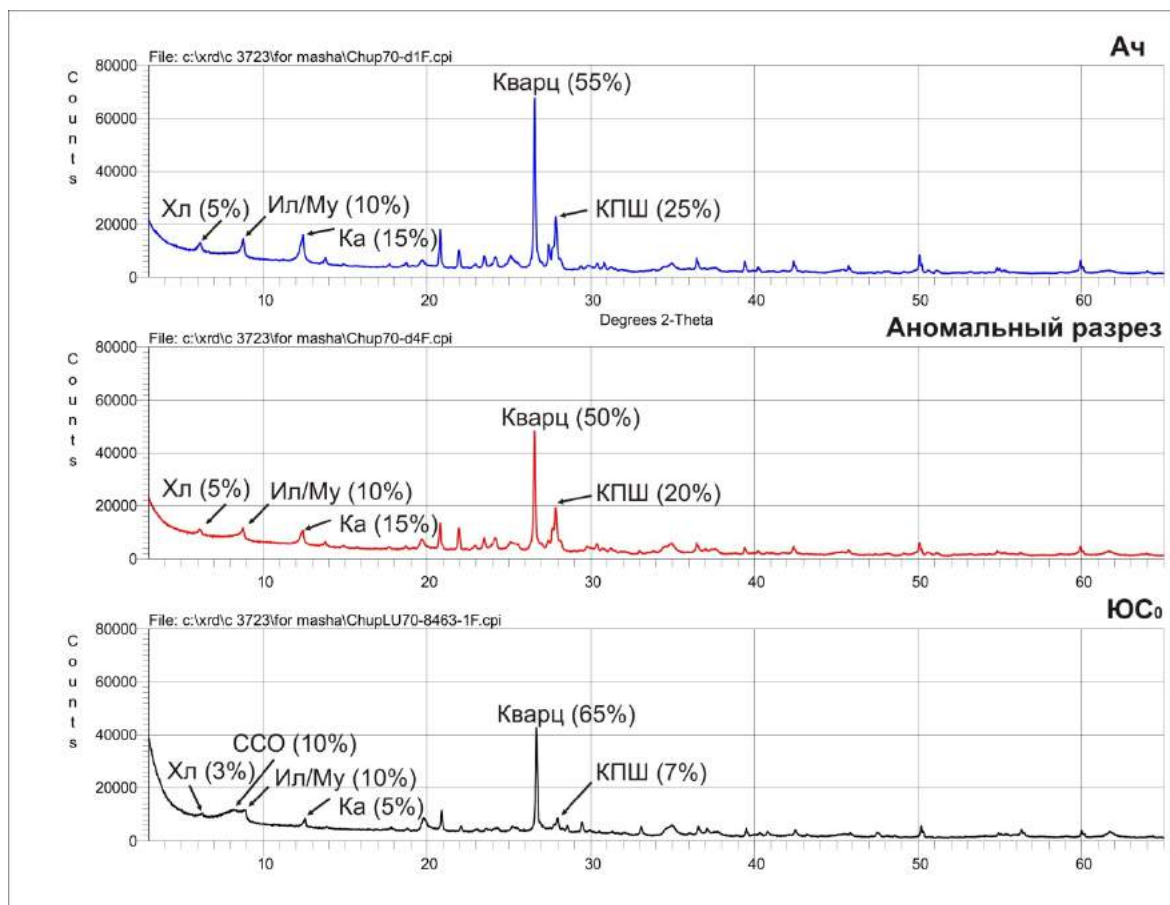


Рис. 5. Дифрактограммы состава пелитовых пород ачимовской пачки (Ач), нормального (ЮС₀) и аномального разреза баженовской свиты

На основании полученных данных литолого-седиментологических исследований выявлено практически полное сходство пород ачимовского пласта и пород аномального разреза баженовской свиты, вскрытых в скважине 70П. Текстурные особенности песчаника указывают на их образование путём осаждения из турбидитовых потоков. В то же время вмещающие такие песчаники глинисто-кремнистые аргиллитоподобные породы нормально-баженовского облика являются типичными представителями фации пелагиали.

Их чередование в разрезе скважины 70П на данном этапе исследований может быть объяснено результатом деятельности более поздних оползней, расклинивавших отложения баженовской свиты и внедрявших в неё слаболитифицированный обломочный материал ачимовской толщи. Породы, слагающие аномальный разрез, обладают фрагментами оползневых текстур, нептуническими дайками, трещинами, зеркалами скольжения и различными формами дислокаций, доказывающими существование активной тектонической деятельности.

В ходе исследования найдено подтверждение подводно-оползневая модель формирования аномального разреза (рис. 6).

Принятая модель также подтверждается данными 3Д-сейсморазведки, выполненной в пределах изучаемой территории: на временных разрезах в интервале залегания баженовской свиты четко видна нетипичная для нее волновая картина (рис. 7).

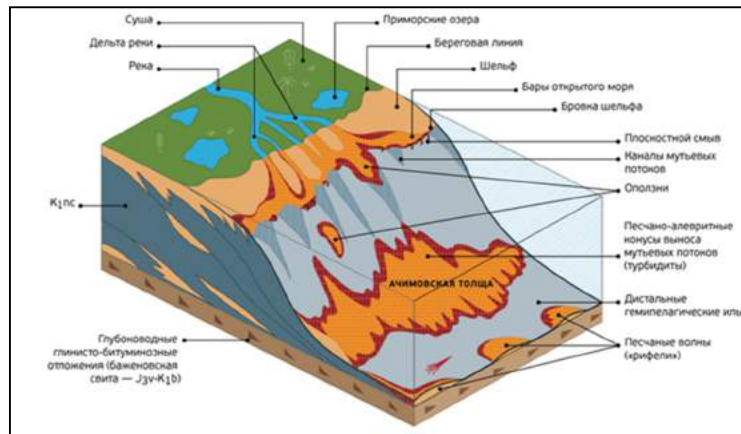


Рис. 6. Концептуальная модель формирования оползневых тел

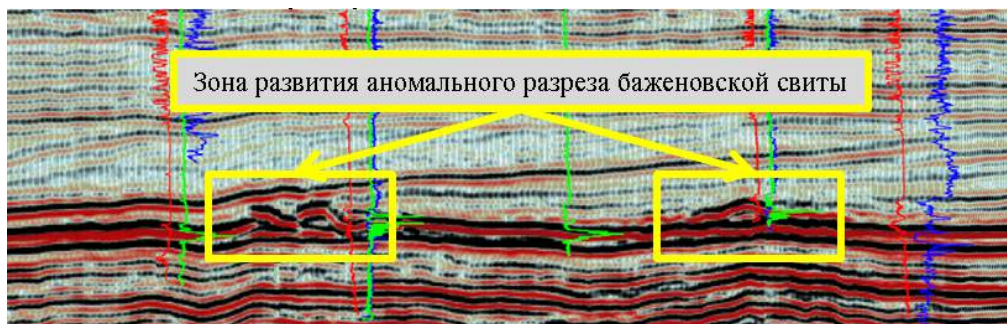


Рис. 7. Фрагмент временного разреза по линии скважин 61P-63P-64P-65P-58P-54P-57P-53P-67P

По прямым и косвенным признакам по ГИС в скважинах были выделены интервалы коллекторов, которые по результатам исследования керна скважины 70П характеризуются низкими фильтрационно-емкостными свойствами: средняя пористость – 15 %, средняя проницаемость – 1 мД. По ГИС коллектор в скважине 70П определяется как водонасыщенный, однако по керну (отенок, свечение в ультрафиолетовом свете) он имеет выраженное нефтенасыщение пятнисто-полосчатого типа (рис. 8).

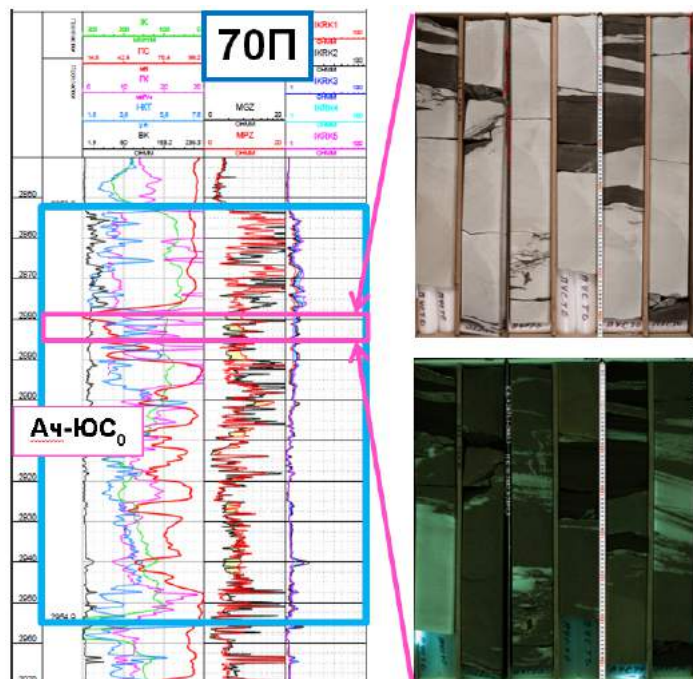


Рис. 8. Геолого-геофизическая и керна характеристика скважины 70П

В ходе проведенной работы была доказана генетическая связь ачимовских пластов и аномального разреза баженовской свиты. Авторами работы предлагается выделять песчаные пласты аномальных разрезов в отдельное стратиграфическое подразделение, отделяя их от пласта ЮС₀, имеющего другое происхождение.

В результате получения новых данных появляется возможность существенно уточнить геологические модели сложнопостроенных объектов аномальных разрезов баженовской свиты, а также прогнозировать сложные ловушки с тектоническим и литологическим экранированием. Знание генезиса аномальных разрезов баженовской свиты позволит более качественно проектировать поисково-разведочные работы, оценивать запасы углеводородов.

Литература

1. Абдрахимов Ю.Р., Федосов А.В., Апликаева В.М. Перспективы освоения аномальных зон баженовской свиты месторождений Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Нефтегазовое дело, 2015. – № 4. – С. 1 – 18.
2. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Геологическое строение и некоторые особенности формирования аномальных разрезов баженовской свиты в Западной Сибири // Вестник ПНИПУ, 2014. – № 10. – С. 7 – 17.
3. Бордюг М.А. Особенности строения и формирования аномального разреза баженовской свиты на примере Северо-Конитлорского месторождения / М.А. Бордюг, В.С. Славкин, С.С. Гаврилов и др. // Геология нефти и газа, 2010. – №1. – С. 32 – 40.
4. Котельников Б.Н. Реконструкция генезиса песков: Гранулометрический состав и анализ эмпирических полигонов распределения / Под ред. В.Н. Шванова. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. – 132 с.
5. Курчиков А.Р., Бородкин В.Н., Недосекин А.С., Лукашев А.В. Фациальная зональность верхнеюрского палеобассейна Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2015. – №2. – С. 4 – 11.
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.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖИ НЕФТИ ПЛАСТА Ю₁¹ ВЕРХ-ТАРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Ростовцев

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Верх-Тарский лицензионный участок площадью 498 км² расположен в северо-западной части Новосибирской области. К настоящему времени район довольно хорошо изучен бурением и сейсморазведкой МОГТ-2D, МОГТ-3D. Согласно схеме нефтегазогеологического районирования территория Верх-Тарского месторождения относится к Верх-Тарскому нефтегазоносному району, Каймысовской нефтегазовой области, Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. На месторождении открыто две залежи нефти – в доюрских отложениях (пласт М) и в горизонте Ю₁ [2].

Актуальность работы заключается в необходимости исследования фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) залежи нефти пласта Ю₁¹, имеющего сложное геологическое строение с высокой степенью неоднородности коллекторских свойств.

Материалом исследования послужило описание керна и данные ГИС по более 20 скважинам, а также результаты обработки ГДИС. В результате изучения условий осадконакопления пласта Ю₁¹ установлен характер распределения ФЕС в его пределах.

Васюганская свита, к которой приурочен продуктивный пласт Ю₁¹, подразделяется на две подсвиты, существенно различающиеся по литологическому составу. На исследуемой территории нижневасюганская подсвита сложена преимущественно аргиллитами темно-серыми до черных и алевролитами, с редкими маломощными прослоями песчаников. Толщина подсвиты – 20-30 м. Верхневасюганская подсвита толщиной 40-70 м, в свою очередь, разделяется на межугольную и надугольную пачки. Подугольная пачка, имеющая широкое распространение на территории юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в пределах изучаемого месторождения отсутствует, замещаясь межугольной пачкой [1].

В целом пласты надугольной пачки (Ю₁¹⁻²) характеризуются следующими особенностями:

- полифациальным строением, обусловленным формированием пласта в двух разных обстановках осадконакопления, что определило различие коллекторских свойств на севере и юге месторождения;
- присутствием многочисленных карбонатизированных пропластков, которые значительно увеличивают внутреннюю неоднородность пласта;
- тектонической дислоцированностью и присутствием многочисленных разломов, играющих во многих случаях роль гидродинамических экранов или локальных барьеров.

Изучая палеогеографию исследуемой территории видно, что в раннеоксфордское время здесь существовала обширная заболочивающаяся аллювиально-пойменная равнина и формировались континентальные осадки межугольной пачки. В начале среднего оксфорда произошло резкое наступление моря – накопление осадков происходило в пределах умеренно-глубоководного шельфа. Эти отложения, возможно, могли частично размываться во время последовавшего выдвигания песчаных баров. В начале позднеоксфордского времени произошел второй этап затопления, но уже в значительно больших масштабах.

Отложения в это время формировались в основном в обстановке песчаных отмелей в пределах шельфа с отдельными ракушняковыми банками (скв. 125, 126, 127, 128).

Детальное расчленение и корреляция разрезов скважин показала, что в пределах месторождения надугольная пачка делится на верхнюю и нижнюю части, формирование которых отвечает различным этапам развития седиментационного бассейна (рис.).

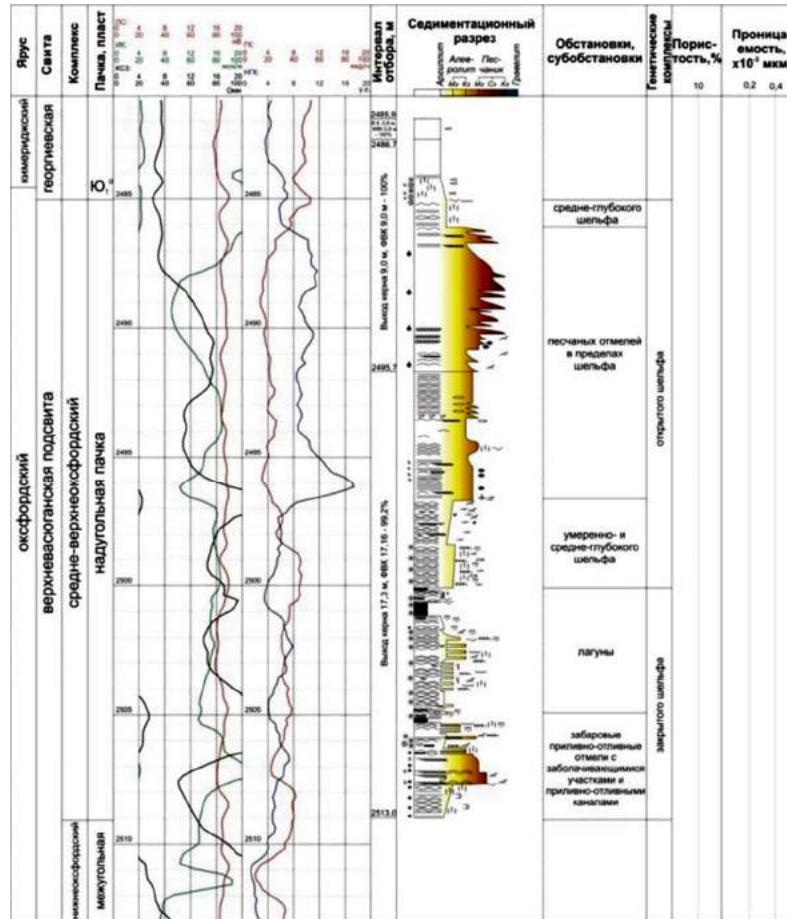


Рис. Временная седиментационная модель надугольной пачки горизонта Ю₁, скв. 194, Верх-Тарское месторождение [3]

Нижняя часть надугольной пачки (пласт Ю₁²) в пределах рассматриваемой территории характеризуется неоднородным строением. На севере и в центре месторождения она имеет толщину от 6 до 13 м. Ее формирование происходило в обстановках умеренно- и средне-глубокого шельфа, песчаного бара, лагун, забаровой приливно-отливной отмели с заболочивающимися участками и приливно-отливными каналами, последовательно сменявшимися друг друга. Позже они сменились обстановкой песчаного бара, которой отвечают песчаники мелкозернистые массивные, редко с волнистой слоистостью за счет намыва углефицированного растительного детрита и неравномерно проявленной сидеритизацией. Толщины баровых отложений здесь составляют от 2 до 7 м.

Литофации врезания приливно-отливных каналов, отмеченные в центральной части месторождения, представлены песчаниками средне-, мелкозернистыми с характерной резкой эрозионной нижней границей и уменьшением зернистости вверх по разрезу до крупнозернистого алевролита.

На юге месторождения толщина нижней части надугольной пачки увеличивается до 18 м. Ее формирование началось в условиях средне- и умеренно-глубоководного шельфа, быстро сменившихся выдвинувшимися обстановками барьерного бара, в которых происходило накопление мелкозернистых песчаников (толщины от 8-10 до 15 м) преимущественно массивных, с редкой слабонаклонной и горизонтальной слоистостью за счет намыва углефицированного растительного детрита. Обстановки забаровой приливно-отливной отмели с заболочиваемыми участками выделены в кровле пласта Ю₁² лишь на самом юго-востоке месторождения, где происходило формирование алевритоглинистых пород с прослоями мелкозернистых песчаников и углей [2].

Верхняя часть надугольной пачки (пласт Ю₁¹) на изучаемом месторождении имеет более однородное строение. Ее толщина изменяется от 8 до 17 м, достигая максимальных значений в центре и на севере территории.

В основании пласта Ю₁¹ эпизодически присутствуют отложения умерено- и средне-глубокого шельфа, представленные маломощными алевритоглинистыми пачками, слоистость в которых снизу вверх сменяется от волнистой, волнисто-линзовидной за счет намыва глинистого материала, до редкой слабонаклонной со знаками ряби, нарушенной тектоническими трещинами. Отмечены конкреции пирита, биотурбация, многочисленные смятия, ризоиды. Наблюдаются многочисленные следы жизнедеятельности и углефицированный растительный детрит.

Большая часть пласта Ю₁¹ сложена отложениями песчаных отмелей в пределах шельфа. На подстилающих породах они залегают резко, часто с видимыми следами размывов и представлены алевропесчаниками и мелкозернистыми песчаниками, гранулометрический состав которых увеличивается вверх до песчаников средне- и крупнозернистых.

В центральной части месторождения выделены участки, где песчаные отмели усложнены приливно-отливными каналами. Они представлены частым волнистым, редко наклонным разнонаправленным переслаиванием аргиллита и алевролита мелко-крупнозернистого, в которых отмечаются следы биотурбации. Иногда наблюдаются прослои, формировавшиеся в пределах мелководного шельфа, в обстановках ракушняковых банок, представленные терригенно-карбонатными породами с многочисленными крупными раковинами реафильных двустворок и раковинным детритом (скв. 119).

Учитывая столь полифациальное строение продуктивного пласта Ю₁¹, можно объяснить сильно неоднородное распределение коллекторских свойств. В пределах месторождения открытая пористость изменяется от 0 до 18 %, проницаемость – от 0 до 450 мД [2].

Исследования проницаемости пласта по результатам обработки ГДИС, показывают, что наиболее высокие значения проницаемости совпадают с участками распространения баровых отложений.

Наличие тектонических нарушений, выклинивание, пространственная невыдержанность коллекторов, их низкие коллекторские свойства и значительная изменчивость толщин по площади и разрезу – все это снижает эффективность разработки залежей углеводородов, оставляя нерешенными вопросы дальнейшего вовлечения в разработку трудноизвлекаемых остаточных запасов.

Поэтому на современном этапе разработки Верх-Тарского месторождения для повышения добычи применяют ГРП почти на всех скважинах. Благодаря таким мероприятиям происходит увеличение ФЕС, но при этом значительно растет и обводненность. В связи с этим общая добыча составила около 14 млн. т при первоначальных извлекаемых запасах – 24,5 млн. т нефти.

Литература

1. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
2. Ростовцев А.В. Особенности фильтрационной неоднородности пласта Ю₁¹ залежи нефти Верх-Тарского нефтяного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: Материалы XIX Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 1. – С. 286 – 288.
3. Хабаров Е.М., Ян П.А., Вакуленко Л.Г., Попов А.Ю., Плисов С.Ф. Палеогеографические критерии распределения коллекторов в средне-верхнеюрских отложениях юга Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Геология нефти и газа, 2009. – №1. – С. 26 – 33.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОЗДНЕОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.И. Санина

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Калиновое нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Парабельском районе Томской области. В тектоническом отношении район работ приурочен к зоне сочленения двух крупных структур первого порядка: Нюрольской впадины и Пудинского мегавала.

Нефтегазоносность Калинового месторождения связана с песчаными отложениями циклитов Ю₁¹ + Ю₁² надугольной толщи верхневасюганской подсвиты оксфордского возраста [4].

В статье анализируются результаты геофизических исследований скважин и результаты гранулометрического анализа. Интерпретация электрометрических моделей и определение фаций производится, согласно методике В.С. Муромцева [3].

Циклит Ю₁² представлен, главным образом, песчаной толщей и хорошо отделяется от вышележащих отложений глинистым пропластком. Часто надугольная толща ложится на междугольную с размывом, в этом случае в подошве пласта залегают конгломератовидная порода, содержащая окатанные обломки алевролитов в глине или углистых остатков в песчанике. На диаграммах высокочувствительного радиоактивного каротажа

конгломератовидные породы можно интерпретировать как кровлю угольного пласта, но истинное положение пласта $У_1$ можно определить по данным каротажа сопротивлений.

Мощность циклита $Ю_1^2$ варьирует от 5 м (скв. 13) до 27,4 м (скв. 30), в среднем она составляет 10-12 м. На карте изопакит (рис. 1) видно, что мощность циклита увеличена в северо-восточной части месторождения и имеет минимальные значения в центральной.

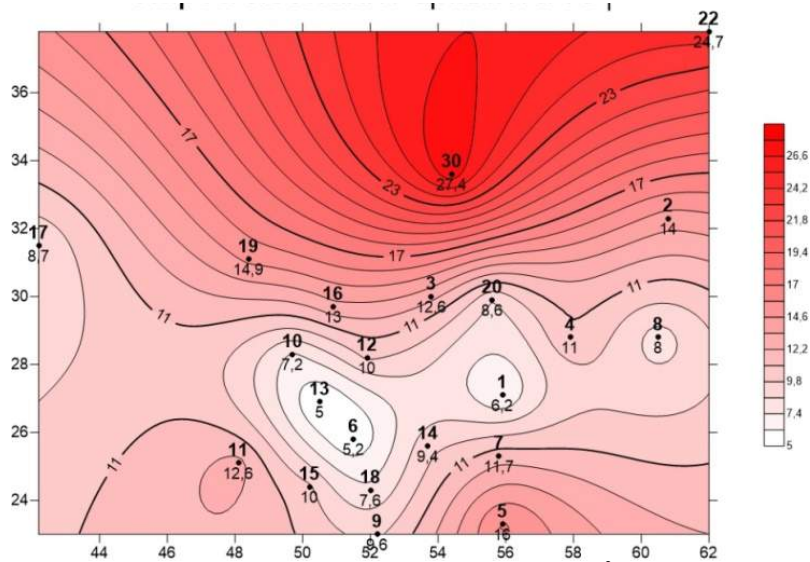


Рис. 1. Карта изопакит циклита $Ю_1^2$

Эта тенденция также наглядно прослеживается на схеме корреляции, построенной в субмеридианальном направлении по линии скважин 30–20–1–7–5 (рис. 2).

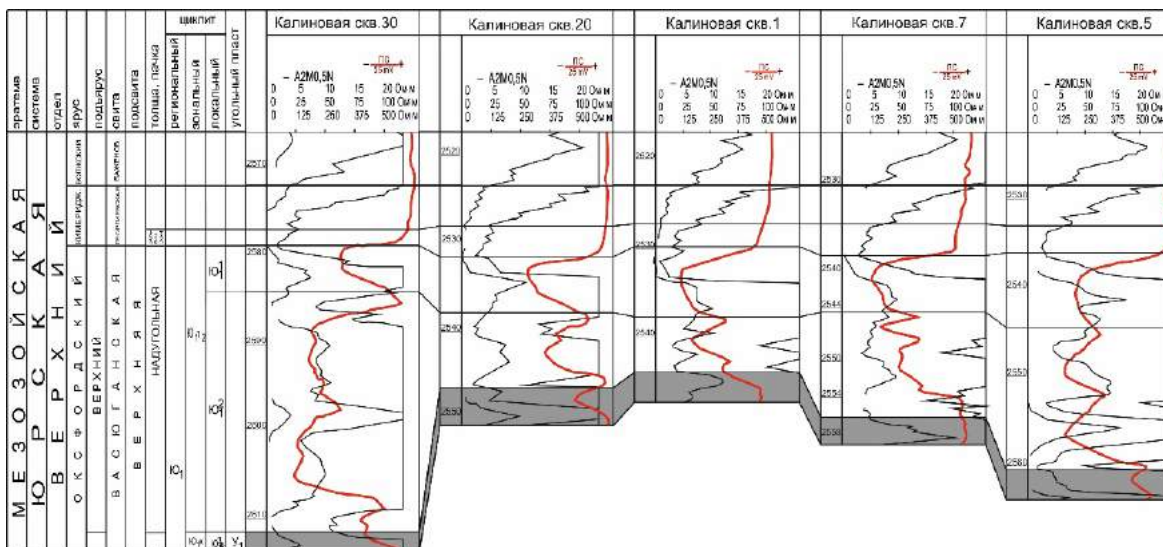


Рис. 2. Схема корреляции по линии скважин 30–20–1–7–5

Мощность циклита $Ю_1^2$ увеличена в северной части, а ближе к центральной она постепенно уменьшается.

При сравнении карт изопакит и медианных диаметров (рис. 3) видно, что в зонах пониженных мощностей отмечаются минимальные диаметры зерен, что указывает на отложения алевролитов. А в зонах максимальных толщин циклита $Ю_1^2$ залегают породы с наибольшим диаметром зерен, представленные среднезернистыми песчаниками.

Установленная зависимость хорошо просматривается и на картах изменения коэффициента песчаности циклита $Ю_1^2$ (рис. 4). В северо-восточной части значения коэффициента песчаности повышаются, а в центральной они приближены к нулю.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что на исследуемой территории развиты отложения двух видов фаций: фации вдольбереговых трансгрессивных баров (скв. 30, 2, 19, 16, 3, 20, 5, 18),

сложенных мощными песчаными пластами, и фации межбаровых лагун (скв. 10, 12, 13, 6, 1, 8), представленные преимущественно алевритами и имеющие малую мощность.

Циклит $Ю_1^1$ на всей площади месторождения имеет практически неизменный песчаный состав и хорошо выдержан по мощности (см. рис. 2), которая колеблется от 4 (скв. 17) до 9 м (скв. 4), в среднем составляя 7 м.

Кровля пласта размыта, на это указывает присутствие конгломератовидных пород в перекрывающей циклит барабинской пачке.

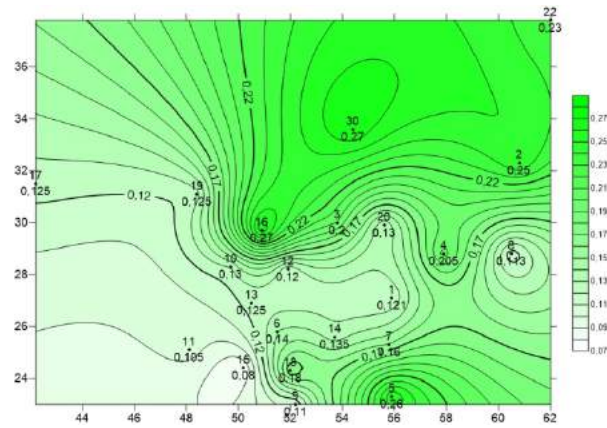


Рис. 3. Карта медианных диаметров зерен циклита $Ю_1^2$

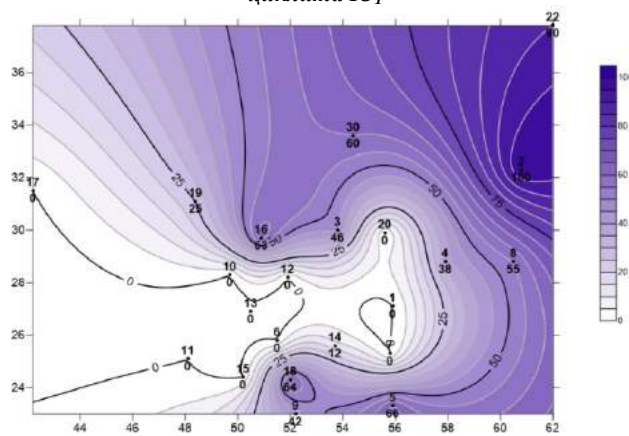


Рис. 4. Карта коэффициента песчаности циклита $Ю_1^2$

На карте изопахит циклита $Ю_1^1$ (рис. 5) видно, что максимальная мощность отмечается в юго-восточной части месторождения, минимальная – в северно-западной.

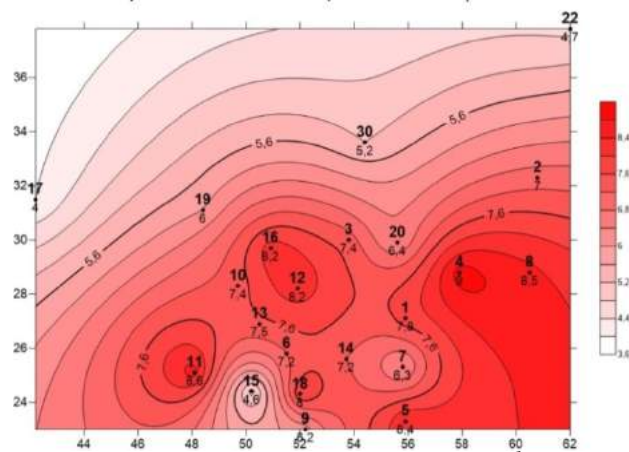


Рис. 5. Карта изопахит циклита $Ю_1^1$

Построенная карта медианных диаметров зерен показывает, что зерна с максимальными медианными диаметрами находятся в юго-восточной части месторождения (рис. 6), а минимальные в северной части. На карте изменения коэффициента песчаности (рис. 7), аналогично карте медианных диаметров зерен, наибольшее значение отмечается в юго-восточной части, а наименьшее в северо-западной.

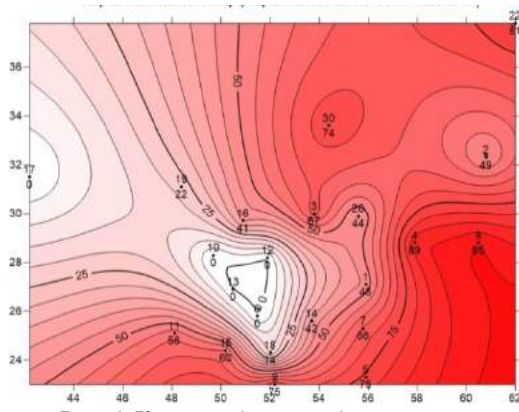


Рис. 6. Карта медианных диаметров зерен цикла Ю₁¹

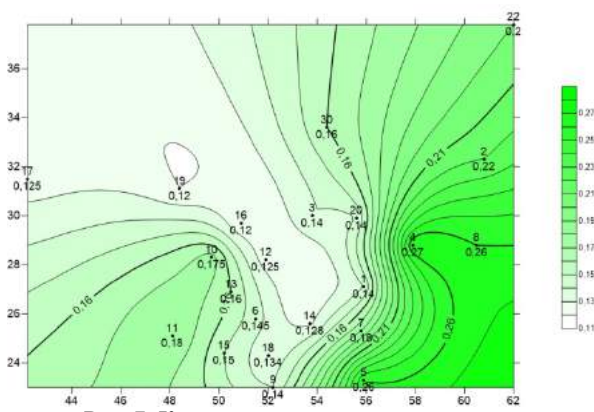


Рис. 7. Карта изменения песчаности цикла Ю₁¹

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что в юго-восточной части (скв. 8, 5, 14, 4, 8, 1, 7) развиты отложения фации вдольбереговых трансгрессивных баров [2], сложенные преимущественно крупно-среднезернистыми песчаниками. Северо-восточная часть представлена фацией морского мелководья (скв. 19, 10, 16, 12, 13).

Циклит Ю₁² формировался в условиях медленной и обширной трансгрессии морского бассейна. Отложения накапливались в прибрежной части мелководного бассейна, где главным фактором формирования баров и межбаровых лагун является собственная работа моря.

В период формирования цикла Ю₁¹ продолжалась трансгрессия морского бассейна. Происходило выравнивание рельефа, и распространение песчаников в плане носит унаследованный характер.

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Ежова А.В. Историко-геологический анализ особенностей формирования продуктивной толщи юго-востока Западно-Сибирской плиты // Нефтегазовому образованию в Сибири — 50 лет: материалы Международной конференции, посвященной 50-летию кафедры геологии и разработки нефтяных месторождений (горючих ископаемых), Томск, 3-7 сентября 2002 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – С. 8 – 14.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
4. Ежова А.В., Недолишко Н.М. Стратиграфия и корреляция отложений средней-верхней юры восточной части Нюрольской впадины Проблемы стратиграфии мезозоя Западно-Сибирской плиты (материалы к Межведомственному стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты): Сб. науч. тр./ Под ред. Ф.Г. Гурари, Н.К. Могучевой. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – С. 107 – 117.

ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ НА ОСНОВАНИИ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

О.В. Сарычева

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин
 Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Наиболее перспективным объектом на сегодняшний день представляется разработка новых месторождений шельфа Карского моря. Нефтегазоносность региона была изучена геологической съёмкой, бурением, сейсморазведкой, гравиразведкой, магниторазведкой.

Недра южной и северо-восточной частей Карского моря характеризуются различным строением и представлены северным окончанием Западно-Сибирского осадочного бассейна на юго-западе и Северо-Карским осадочным бассейном на северо-востоке. В недрах Карского моря основная доля ресурсов углеводородов (УВ) представлена газом.

Акватория Карского моря в тектоническом отношении охватывает Южно-Карскую и Северо-Карскую синеклизы, разделённые Северо-Сибирским порогом [3].

На основе геолого-геофизической изученности континентального шельфа России, анализа ресурсной базы УВ и состояния лицензионной деятельности основными регионами для продолжения регионального этапа

изучения геологического строения и оценки нефтегазового потенциала являются высокоширотные районы Западной Арктики и Восточно-Арктические моря.

Северо-Карский шельф представляет собой одну из наименее изученных, но высокоперспективных для открытий месторождений углеводородов областей Российской Арктики.

На основе морских сейсморазведочных и наземных геологических данных, экспертами выделяют три основных несогласия на северокарском шельфе: позднебайкальское, каледонское и герцинское.

Структурный план Северо-Карского региона был сформирован в позднем карбоне – ранней перми в результате коллизионной орогении Таймыра – Северной Земли. Проведенный анализ переинтерпретации сейсмических данных и 3D моделирование позволили сделать вывод, что северная часть Карского моря может представлять собой преимущественно газосылый бассейн по причине высокой степени зрелости нижнепалеозойских нефтегазоматеринских пород [4].

Геологическая структура шельфа северной части Карского моря важна, как для восстановления геодинамической истории Арктики, так и для выявления перспектив нефтегазоносности рассматриваемого региона [2]. Северо-Карский регион в течение палеозоя находился в зоне влияния позднебайкальского, каледонского и герцинского тектогенеза. На основе выделения несогласий, разделяющих различные по своей внутренней структуре сейсмотолщи, был проведен анализ корреляции выделенных сейсмокомплексов по опорному профилю 3-AP (материалы получены ФГНПП “Севморгео”) со стратиграфическими подразделениями архипелага Северная Земля. В качестве нижней опорной границы на сеймопрофилях принято несогласие, фиксирующее проявление региональной фазы позднебайкальского сжатия. Конформно слоистый комплекс, перекрывающий поверхность предордовикского несогласия, характеризуется достаточно выдержанной мощностью (порядка 2 км).

Вышележащий сейсмический комплекс перекрывает нижележащие горизонты с ярко выраженным подошвенным прилеганием и характеризуется отчетливым строением. При этом клиноформы заполняют бассейн, как со стороны Северной Земли, так и со стороны других локальных поднятий. Морфология складок свидетельствует о восточном направлении тектонического транспорта, согласного с общей вергентностью складчато-надвиговых структур Северной Земли. Предположительно, формирование данной клиновидной пачки отвечает времени начала герцинской деформации и воздыманию Таймыро-Североземельского региона в середине карбона [8]. Соответственно нижележащая толща должна соответствовать нижнему карбону, а вышележащая – верхнему карбону или перми. Трассирование поверхности предполагаемого предордовикского несогласия и вышележащих границ в палеозойском осадочном комплексе по профилю 3-AP не выявило наличие каких-либо амплитудных разрывных нарушений и крупных рифей-кембрийских структур растяжения, предполагавшихся ранее специалистами ФГНПП “Севморгео”, ООО «Сейсмо-Шельф»). Тем не менее, мы не исключаем возможности проявления в регионе раннеордовикского рифтинга [9]. Осадочный разрез Северо-Карского региона вовлечен в пологое складкообразование с признаками конседиментационной деформации на различных уровнях. Генеральный структурный стиль Северо-Карского региона (“платформенных” внутриплитных деформаций) был сформирован в карбоне–перми как результат горизонтальных напряжений коллизионного сжатия, исходившего из Таймырско-Североземельского орогена [7].

Согласно результатам седиментационного моделирования, литологический состав Северо-Карского бассейна достаточно разнообразен. Начиная с ордовика, карбонатные постройки формируются как в зоне внутришельфовых поднятий, так и по краю бассейна. В зоне открытого шельфа преобладают глины и мергели. В зонах, прилегающих к суше, на западе и в большей степени на востоке развиваются лагунные фации, накапливаются гипсы, ангидриты, седиментационные доломиты. В среднем девоне поступление большого объема осадков с каледонского орогена с запада и востока вызвало лавинную седиментацию, которая сопровождалась развитием олистостром и оползней. В позднем фране-раннем карбоне устанавливается трансгрессивный режим осадконакопления, в разрезе снова начинают преобладать карбонаты. В разрезе верхнего карбона и нижней перми увеличивается доля терригенного материала, осадконакопление сопровождается ростом поднятий и частичным размывом древних толщ [5].

На основе новой сейсмостратифической схемы Северо-Карского региона было проведено моделирование углеводородных систем. Их основными элементами стали карбонатно-терригенный ордовикско-нижнедевонский и преимущественно терригенный среднедевонский резервуары, покрышки для которых выступают соответственно глинистые отложения нижнего и верхнего девона. В качестве нефтегазоматеринских (НГМ) комплексов выделены глинистые и глинисто-карбонатные отложения нижнего ордовика, нижнего и верхнего силура, нижнего девона. Выполненные в рамках бассейнового моделирования палеореконструкции показали, что к моменту образования основных структурных элементов, отложения основных нефтегазоматеринских горизонтов полностью реализовали свой потенциал и вышли из главной фазы нефтеобразования. Ко времени герцинских тектонических событий и формирования Центрально-Карского поднятия основная генерация жидких УВ в материнских отложениях в южной области Присевоземельского прогиба, в прогибе Уединения и в прогибе Святой Анны уже завершилась. Генерация жидких УВ продолжается локально в тех зонах, где нефтегазоматеринские отложения остаются в главной фазе нефтеобразования, с последующей их миграцией в направлении сформировавшихся поднятий. Моделирование показало, что жидкие УВ, сформированные в догерцинский этап, подвергались вторичному крекингу или были вытеснены газом, образующимся в нефтегазоматеринских отложениях при вступлении их в главную фазу газообразования [1].

Таким образом, по результатам проведенного моделирования, выявилась преимущественная газосыльность бассейна. Основные объемы газа в карбонатно-терригенных породах ордовикско-нижнедевонского нефтегазового комплекса мощностью до 2-2,5 км прогнозируются в пределах крупных региональных поднятий:

Визе и Краснофлотского вала (северная часть). Скопления газа прогнозируются в южной части Присевероземельского прогиба вдоль склона Известинской моноклинали. В преимущественно терригенных отложениях среднедевонского комплекса мощностью более 2 км крупные скопления газа ожидаются в зоне Краснофлотского вала и по восточному борту Присевероземельского прогиба, также скопления газа прогнозируются на поднятии Визе.

Наибольшие объемы жидких углеводородов ордовикско-нижнедевонского нефтегазового комплекса мигрировали в направлении поднятия Визе. В среднедевонском нефтегазовом комплексе скопления жидких углеводородов прогнозируются на Краснофлотском вале, а также на поднятии Визе, седловине Макарова и на склоне Известинской моноклинали [6].

В результате переинтерпретации сейсмических данных и проведенного бассейнового моделирования, Северо-Карский бассейн представляется преимущественно газоносным в связи с высокой зрелостью предполагаемых ордовикско-силурийских нефтегазоматеринских отложений.

Литература

1. Белонин М.Д., Подольский Ю.В. Нефтегазовый потенциал России и возможность его реализации. – СПб.: Недра, 2006. – 376 с.
2. Верниковский В.А. Тектоническое строение Таймыро-Североземельского региона и его геодинамическая эволюция // Геология полярных областей Земли. – М.:ГЕОС, 2009. – Т. 1. – С. 90.
3. Вовк В.С. Прогноз крупных месторождений нефти в Баренцево-Карском регионе России // Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Москва, 2010. – 39 с.
4. Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Гриценко А.И., Захаров Е.В., Никитин П.Б. Актуальность выявления и освоения месторождений газа и нефти на шельфе России. – М.: Газоил пресс, 2000. – 109 с.
5. Матвеев Ю.И., Верба М.Л., Иванов Г.И., Рослов Ю.В., Кузина Т.Н. Палеозойские отложения Карского шельфа и их нефтегенерационный потенциал (по материалам работ на опорных профилях) // Нефть и газ Арктики. – М.: Интерконтакт Наука, 2007. – С. 156.
6. Новиков Ю.Н., Калист Л.В. Углеводородный потенциал морской периферии России: условия и направления освоения // Нефть Газ Промышленность, 2007. – № 5 (33). – С. 43.
7. Погребичкий Ю.Е. Палеотектонический анализ Таймырской складчатой системы. – Л.: Недра, 1971. – 248 с.
8. Прокопьев А.В., Фридовский В.Ю., Гайдук В.В. Разломы: морфология, геометрия и кинематика / Отв. ред. Л.М. Парфенов. – Якутск: ЯФ Изд-во СО РАН, 2004. – 148 с.
9. Шейн В.А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности тектонических комплексов палеорифтовых систем Западной Арктики // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2012. – №2. – С. 35.

О НОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ НЕФТИ В РОССИИ И ЕЕ ИНТЕГРАЦИИ С МИРОВЫМИ АНАЛОГАМИ

А.Ф. Сафаров

Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти, г. Бузульма, Россия

Запасы углеводородов – тема важная, неоднозначная и во многих аспектах политизированная. Так как нефть залегает на больших глубинах, очень трудно дать ей точную количественную оценку. Практически в каждой нефтедобывающей стране мира приняты различные подходы к классификациям и методике оценки запасов нефти и газа.

В России с момента начала добычи нефти сложился детерминистский подход, на выходе которого имеется одна цифра запасов. Для широкой аудитории это понятный вариант подсчета, но в то же время нельзя отрицать, что и более ошибочный. Вероятность того, что запасы нефти, определенные путем детерминистского подхода, не соответствуют реальности, стремится к 100% значению. В иностранных же компаниях (США, Иран, Ирак и т.д.) запасы нефти определяются по функциям распределения вероятности, так как такой подход более правильный с точки зрения ведения нефтяного бизнеса.

Для российских нефтяных компаний актуальными являются две классификации:

– **Классификация запасов и ресурсов нефти и газа РФ.** Эта классификация применяется только в России и не признается международными организациями.

– **Классификация запасов Общества инженеров-нефтяников (SPE).** Данная классификация основана на функциях распределения вероятности.

Действующая российская классификация, утвержденная Министерством природных ресурсов приказом №126 в 2001 году, по сути своей является наследницей закрытой советской системы и ориентирована на государственный учет и геологию. Данная классификация обладает некоторыми преимуществами перед западными классификациями, но в условиях рыночной экономики является малоприменимой вследствие того, что не учитывает экономическую составляющую извлечения запасов. Введение новой классификации запасов, близкой к западным аналогам, избавляло бы компании от двойной системы отчетности аудита запасов – внутренней и внешней.

Так, на сегодняшний день почти все российские нефтяные компании, кроме компании «Лукойл», пользуются услугами зарубежных аудиторов (такие, как Miller&Lents и др.), которые основываются на международных стандартах классификации запасов. Компания «Лукойл» – единственная компания в России, которая сама считает запасы по западным стандартам и представляет аудиторам не исходные данные, а результаты подсчета. Задача аудитора в этом случае сводится лишь к проверке корректности подсчета. Такой

подход имеет много положительных моментов: во-первых, компания экономит миллионы долларов, связанных с расходной частью на услуги аудиторов. Во-вторых, позволяет исключить риск ошибок аудитора, связанных с недостаточным знанием геологии региона, распределения запасов в разрезе нефтяных объектов и принятых допущений при разработке каждого отдельно взятого месторождения.

Необходимость введения новой классификации запасов в России определяет и тот факт, что разница запасов с оценками международных аудиторов, которые придерживаются классификации SPE, доходит до 30%. И данная разница в оценке запасов сходится и в представленной работе. Некоторые «ресурсы», выделенные по российской классификации, по оценке международных аудиторов вообще нельзя отнести ни к одной из международных категорий запасов, и они остаются неучтенными. В связи с назревшими вопросами интеграции российской классификации запасов нефти в западные аналоги, президентская комиссия по ТЭК в феврале 2013 года твердо приняла решение создать новую классификацию запасов. Сам президент России В.В. Путин уделил этому вопросу особое внимание, высказав мнение о том, что российские природные активы «должны иметь понятную, достоверную, обоснованную и объективную стоимость».

И вот, с 1 января 2016 года российский НГК переходит на новую классификацию запасов (далее «новая» классификация). Основной вопрос, который стоит за «новой» классификацией запасов – преодолены ли основные разногласия между российской классификацией и ключевыми системами мира.

Для рассмотрения этого вопроса были построены геологические модели и подсчитаны геологические запасы нефти расслоенного месторождения «X» согласно:

- 1) классификации запасов Общества инженеров-нефтяников (SPE);
- 2) «новой» классификации запасов, вступающей в силу с 1 января 2016 года (далее будем называть ее «новой» классификацией).

Для подсчета запасов по методике SPE была построена многовариантная (вероятностная) модель месторождения «X», что позволило учесть неопределенность исходных данных. При использовании вероятностных методов определялись следующие границы оценки запасов и ресурсов:

- 1) минимальная (P90) – оцененная величина запасов и ресурсов подтверждается с вероятностью 0,9;
- 2) оптимальная или базовая (P50) – величина запасов и ресурсов подтверждается с вероятностью 0,5;
- 3) максимальная (P10) – величина запасов и ресурсов подтверждается с вероятностью 0,1.

Что касается «новой» классификации запасов, то по своей сути она является преемницей предыдущих классификаций в части взаимосвязи запасов нефти со стадиями геологоразведочных работ. Основное отличие «новой» классификации от действующей связано с увязкой категорий запасов нефти с промышленным освоением залежей и месторождений. То есть, если месторождение находится на разведочном этапе, то запасы будут отнесены к категориям C_1 и C_2 .

Однако если на основании этого же месторождения будет создан проектный документ на разработку, то геологические запасы в том и же объеме, что и извлекаемые, будут переведены из категорий C_1 и C_2 в категории B_1 и B_2 соответственно. Запасы категории «B», к которой в предыдущей классификации относили запасы, разрабатываемые по технологической схеме, в «новой» классификации относятся к категории A. То есть основные нововведения коснулись изменения категоризации запасов, а не подходов непосредственно к самому подсчету запасов нефти.

Ввиду отсутствия значимых изменений в «новой» классификации запасов по сравнению с предыдущей классификацией, была построена детерминированная геологическая модель и выполнен подсчет запасов объемным методом (рис. 1).

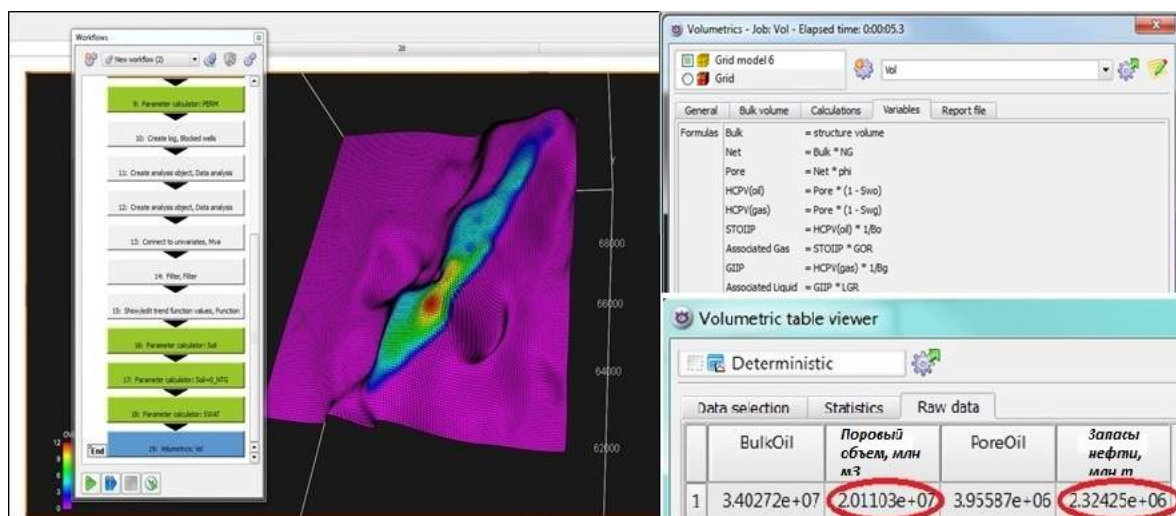


Рис. 1. Запасы по детерминированной геологической модели месторождения «X»

В итоге, по вероятностной модели по методике SPE, были получены запасы нефти с 90%-ой вероятностью 1,6 млн. м³ (рис. 2). По детерминированной модели (рис. 1)– 2,3 млн. м³, согласно «новой» классификации, что соответствует 10%-ой вероятности, если опираться на методику SPE.

Подсчитана дальнейшая экономическая целесообразность разработки месторождения «X», основывающаяся на двух вариантах подсчета запасов.

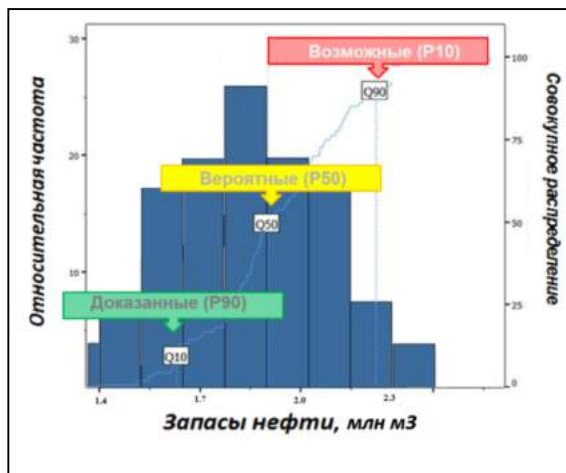


Рис. 2. Запасы по вероятностной геологической модели месторождения «X»

Основные результаты работы сводятся к следующему.

1. В «новой» классификации запасов нефти, вступающей в силу с 01.01.2016 г., так и не состоялась интеграция с международными аналогами.
2. Основные изменения в «новой» классификации в основном коснулись смены категорий запасов.
3. Подход к подсчету запасов в виде объемного метода остался прежним.
4. Оценка запасов месторождения «X» по двум классификациям («новой» и SPE) показала, что разница в запасах достигает 30%.
5. Экономические расчеты показали, что целесообразнее вести разработку месторождения «X», основываясь на запасах, полученных по методике SPE.

Основной вывод сводится к тому, что первостепенная задача смены классификации запасов состоит не в формальной смене категорий, а в принятии новой парадигмы отношения к запасам – как к величине, отражающей реальное национальное богатство страны.

ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЮРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОИЗВОДЯЩИХ ТОЛЩАХ СЕВЕРО-ТАЗОВСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ (БАСЕЙНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)

П.И. Сафронов

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Л.М. Бурштейн

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Применение методов бассейнового моделирования, позволяющих восстановить историю образования углеводородов нефтегазопроизводящими толщами, применительно к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции отражено в ряде публикаций [1, 3, 5, 6, 10, 12]. Целью данной работы являлся расчет масштабов генерации углеводородов юрскими нефтегазогенерирующими толщами на территории Северо-Тазовской мегавпадины, являющейся частью Большехетской мегасинеклизы.

Для численного моделирования истории осадконакопления в программно-методическом комплексе Temis 3D, на основе имеющихся в ИНГГ СО РАН данных, была построена трехмерная модель объекта исследования, характеризующая изменение по площади и в разрезе литологических характеристик отложений. В основе структурно-литологического каркаса лежат сеточные модели с горизонтальным шагом 1 км. Размер изучаемого Северо-Тазовского полигона составил 360-340 км. Стратиграфическое расчленение разреза объекта исследования включает в себя 24 слоя и отражает современное положение в разрезе изохронный границ основных стратиграфических уровней.

В качестве нефтегазопроизводящих толщ рассматривались преимущественно глинистые отложения баженовского горизонта (баженовская, яновстанская, гольчихинская свиты), малышевской, лайдинской, китербютской и зимней свит. Выбор типов органического вещества нефтегазопроизводящих толщ и кинетических характеристик керогена осуществлялся как на основе полученных в Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука данных пиролитических и геохимических исследований, так и литературных источников [4, 7, 9]. Принятые кинетические характеристики керогена позволили оценить вклад доли раннекатагенного газа в общий объем образованных газообразных углеводородов.

Калибровка температурной истории отложений была выполнена на основе данных об отражательной способности витринита в кровле верхнеюрских отложений [11]. В процессе вычислительных экспериментов было восстановлено распределение эффективных значений плотности теплового потока на границе верхней мантии.

Границы периода максимальной интенсивности образования углеводородов нефтегазогенерирующими толщами различны для разных типов органического вещества [2, 8].

Для общности терминологии при описании истории генерации углеводородов всеми используемыми в работе типами керогенов выделим следующие этапы, характеризуемые изменением отражательной способности витринита (R_v^0):

- 1 этап – раннекатагенный ($0,1 < R_v^0 < 0,6$)
- 2 этап – среднекатагенный ($0,6 \leq R_v^0 \leq 1,0$)
- 3 этап – позднекатагенный ($R_v^0 > 1,0$)

В среднекатагенный этап на территории наиболее погруженных частей Северо-Тазовской мегавпадины отложения зимней свиты вступили 145-150 млн. лет назад, китербютской – 130-135 млн. лет назад, лайдинской – 125-130 млн. лет назад, малышевской – 120-125 млн. лет назад, баженовского горизонта – 110-120 млн. лет назад. В позднекатагенный этап отложения зимней свиты вступили 130-140 млн. лет назад, китербютской – 115-125 млн. лет назад, лайдинской – 105-115 млн. лет назад, малышевской – 90-105 млн. лет назад, баженовского горизонта – 85-95 млн. лет назад.

Согласно полученным данным, основным источником генерации углеводородов на территории исследования являются отложения китербютской и малышевской свит (табл.). В процентном соотношении органическим веществом этих свит было сгенерировано 79% всех жидких и 61% газообразных углеводородов. При этом лишь 16% жидких и 9% газообразных углеводородов было сгенерировано органическим веществом яновстанской, голчихинской и баженовской свит.

Таблица

Объемы генерации углеводородов юрскими нефтегазопроизводящими толщами с дифференциацией по этапам

Нефтегазопроизводящая толща	Тип органического вещества	Генерация жидких углеводородов (тыс. т)			Генерация газообразных углеводородов (млн. м ³)		
		1 этап	2 этап	3 этап	1 этап	2 этап	3 этап
Баженовская, Яновстанская, Гольчихинская	II-III	921	8604	994	6993	4951	785
Малышевская	II-III	192	10484	13382	18934	17523	6864
Лайдинская	IV	769	791	6	13169	3395	6366
Китербютская	III	11	7733	19370	13640	14119	14245
Зимняя	IV	562	624	2	9820	3013	6687

Это можно объяснить следующими причинами. Во-первых, баженовский горизонт обладает значительно меньшими толщинами на территории исследования, по сравнению с малышевским и китербютским. Во-вторых, органическое вещество баженовского горизонта обеднено аквагенной составляющей, по причине близости источников сноса осадочного материала. Пик максимальной интенсивности образования раннекатагенных газообразных углеводородов приходится на период 100-150 млн. лет назад, позднекатагенных газообразных углеводородов – 80-55 млн. лет назад, жидких углеводородов – 95-50 млн. лет назад (рис.). Процессы образования углеводородов юрскими нефтегазопроизводящими толщами на территории исследования продолжаются и в настоящее время.

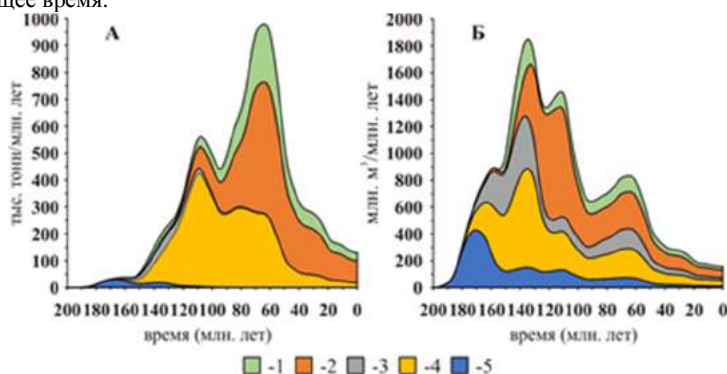


Рис. Интенсивность генерации жидких (А) и газообразных (Б) углеводородов в отложениях свит: 1 – баженовской, яновстанской и гольчихинской; 2 – малышевской; 3 – лайдинской; 4 – китербютской; 5 – зимней

Литература

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Фомин А.Н. Моделирование генерации углеводородов в баженовской свите юго-востока Западной Сибири // Генезис нефти и газа, 2003. – С. 426 – 428.
2. Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти (исторический обзор и современное состояние) // Изв. АН СССР. Сер. геологич., 1967. – № 11. – С. 137 – 142.
3. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря / А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, Н.А. Малышев, П.И. Сафронови др. // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1179 – 1226.
4. 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.
5. Моделирование процессов образования углеводородов на территории Южно-Карской впадины / А.В. Ступакова, Г.С. Казанин, Г.И. Иванов, Т.А. Кирюхина и др. // Разведка и охрана недр, 2014. – № 4. – С. 47 – 51.
6. Нефтегазопроизводящий потенциал баженовской свиты и ее аналогов (центральные и южные районы Западно-Сибирского бассейна) / Л.М. Бурштейн, В.А. Казаненков, А.А. Киреева, В.А. Конторович и др. // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции "Тюмень-2015": Глубокие горизонты науки и недр, г. Тюмень, 23 – 27 марта 2015 г. [Электронный ресурс], 2015. – С. ВМ02.
7. Нефтематеринские породы и нефти восточной части Западной Сибири / И.В. Гончаров, Н.В. Обласов, В.В. Самойленко, С.В. Фадеева и др. // Нефтяное хозяйство, 2010. – № 8. – С. 24 – 28.
8. Нефтепроизводящие толщи и условия образования нефти в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности / А.Э. Конторович, Н.М. Бабина, Л.И. Богородская, Б.Г. Винокур // Труды СНИИГГиМС; Сер. Нефтяная геология. – Л.: Недра, 1967. – Вып. 50. – 223 с.
9. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде / А.Э. Конторович, В.А. Конторович, С.В. Рыжкова, Б.Н. Шурыгин и др. // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 972 – 1012.
10. Сафронов П.И., Ершов С.В., Ким Н.С., Фомин А.Н. Моделирование процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в юрских и меловых комплексах Енисей-Хатангского бассейна // Геология нефти и газа, 2011. – № 5. – С. 48 – 55.
11. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских (юра, триас) и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: Изд-во ИНГ СО РАН, 2011. – 331 с.
12. Fjellanger E., Kontorovich A.E., Barboza S.A., Burshtein L.M., Hardy M.J., Livshits V.R. Charging the giant gas fields of the NW Siberia basin // Petroleum Geology: From Mature Basins to New Frontiers-Proceedings of the 7th Petroleum Geology Conference. Geological Society, London, Petroleum Geology Conference series, 2010. – Vol. 7. – С. 659 – 668.

ФАЗОЧАСТОТНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗА СВОЙСТВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ НА МОДЕЛЯХ СЛОИСТЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕД

С.Н. Сидоренко, С.Х. Нгуен

Научный руководитель доцент В.П. Иванченков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышение эффективности разведки месторождений нефти и газа в сложных сейсмогеологических условиях обуславливает необходимость дальнейшего развития методов прогноза свойств геологического разреза с привлечением наиболее информативных параметров регистрируемых сейсмических полей.

При решении задач прогноза геологического разреза (ПГР) по данным сейсмических наблюдений в настоящее время наиболее широко используются в качестве диагностических признаков динамические характеристики отраженных сейсмических волн, непосредственно связанные с их амплитудой и энергией [5]. Фазочастотные характеристики (ФЧХ) отраженных волн в силу различных причин до последнего времени не находили практического применения при решении задач ПГР. Между тем в ФЧХ волн заложена информация, как о структуре, так и о поглощающих и дисперсионных свойствах анализируемых геологических сред [1, 2, 4]. К числу важных фазочастотных характеристик могут быть отнесены взаимные фазовые спектры волны, отраженных от кровли и подошвы исследуемых осадочных толщ.

В данной статье кратко излагаются основные предпосылки применения взаимных фазовых спектров (ВФС) отраженных сейсмических волн в качестве новых диагностических параметров при решении задач прогноза геологического разреза. С этой целью на основании системного подхода в лучевом приближении рассмотрены модели слоистых поглощающих сред. На рис. 1, А в качестве примера приведена схема простой модели слоистой поглощающей толщи с горизонтальными границами раздела выделяемых слоев. При нормальном падении волны $S_0(t)$ процесс формирования отраженных волн $S_1(t)$ от кровли и $S_2(t)$ от подошвы линейно-неупругого поглощающего слоя II можно представить в виде эквивалентной линейной системы, показанной на рис. 1, Б.

В соответствии с рис. 1, Б, показано, что ВФС волн $S_1(t)$ и $S_2(t)$ можно записать в виде:

$$\varphi_{12}(f) = \varphi_{k_{23}}(f) - \varphi_{k_{12}}(f) + \varphi_{H_c}(f) + \varphi_{n_2}(f) + \varphi_{r_{21}}(f) \quad (1)$$

где $\varphi_k(f)$, $\varphi_r(f)$ – аргументы комплексных коэффициентов отражения $k(f)$ и преломления $r(f)$; $\varphi_{H_c}(f)$ – фазочастотная характеристика частной системы, определяющей распространение волны в поглощающем слое II в двух направлениях.

Как показано в [1], аргументы комплексных коэффициентов отражения и преломления определяются акустическими жесткостями и поглощающими свойствами контактирующих сред. В свою очередь ФЧХ второго слоя зависит от скорости распространения волны и параметров поглощения данного слоя.

По аналогии с отмеченной выше схемой может быть построена модель поглощающей толщи, состоящей из произвольного числа слоев, на основе которой рассчитываются синтетические сейсмограммы для проведения исследований ВФС отраженных волн.

Для ряда моделей слоистых поглощающих сред, обладающих различным коллектором, были проведены исследования ВФС отраженных волн. Показано, что насыщение породы-коллектора газом или нефтью приводит к значимому изменению ВФС волн, отраженных от кровли и подошвы продуктивной толщи. Причем ВФС волн в этих случаях обладают наибольшей кривизной и имеют больший интервал изменения значений, чем в случае отсутствия коллектора или его насыщения водой.

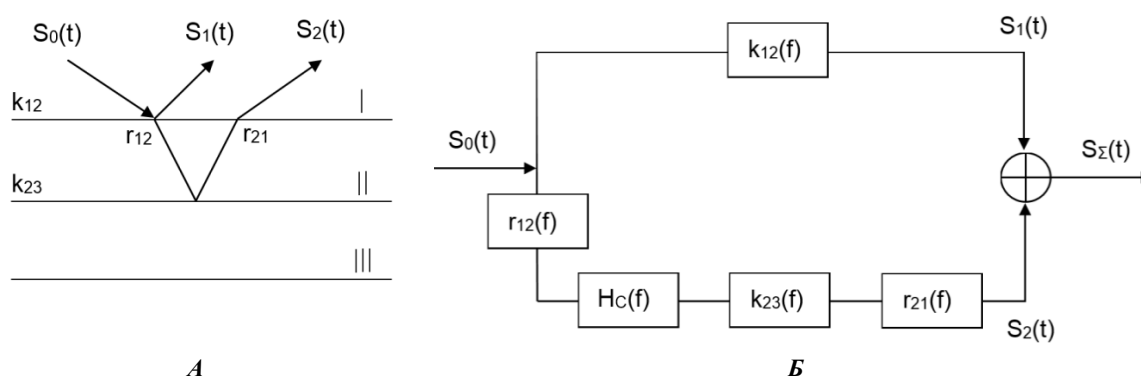


Рис. 1. Модель плоскопараллельной слоистой толщи: А – модель среды; Б – представление модели среды в виде эквивалентной системы

На основе проведенных исследований информативности ВФС был разработан алгоритм прогноза свойств геологического разреза. В статье рассматривается структура алгоритма и особенности его реализации на ЭВМ. Для реализации алгоритма привлекаются методы фазочастотного прослеживания (ФЧП) сейсмических волн с неравновесной обработкой, функция качества которых в обобщенной форме может быть записана в виде [2]:

$$L(t) = \sum_{i=1}^m W(f_k) \cos[\varphi(f_k, t)] \quad (2)$$

где $W(f_k)$ – частотная весовая функция треугольной формы; $\varphi(f_k, t)$ – мгновенный фазовый спектр участка сейсмотрассы, вычисляемый в скользящем окне анализа.

Как показали проведенные исследования методов ФЧП, они обладают высокой помехоустойчивостью и разрешающей способностью при прослеживании волн в зонах их интенсивной интерференции. Разрешающая способность по вертикали данных методов составляет порядка четверти длины выделяемой волны [3]. При исследовании тонкослоистых сред, к которым часто «приурочены» месторождения нефти и газа, наблюдаемые волновые поля имеют, как правило, сложный интерференционный характер. В этих условиях определение ВФС волн, отраженных от кровли и подошвы исследуемых толщ, классическими методами непосредственно по сейсмическим записям часто не представляется возможным, так как для нахождения оценок ВФС сигналов в этом случае требуется восстановление их формы.

Учитывая достоинства отмеченных выше методов ФЧП был предложен новый способ определения ВФС сигналов на основе их функции качества (2) [6]. Показано, что применение данного способа позволяет с достаточно высокой точностью оценить ВФС сигналов без восстановления их формы. Таким образом, предложенный способ оценки ВФС волн дает новые возможности в реализации предлагаемого фазочастотного алгоритма прогноза при исследовании сложно-построенных геологических сред. Для количественной оценки результатов прогноза в реализуемый алгоритм были дополнительно введен в качестве диагностических признаков ряд параметров ВФС волн, именно их фазовые и групповые задержки.

В докладе приводятся результаты исследования эффективности предложенного алгоритма прогноза на ряде моделей и дается оценки его помехоустойчивости. С помощью разработанного алгоритма проводилась выборочная обработка сейсмических материалов ОГТ, полученных на отдельных нефтяных и газовых месторождениях Томского Приобья. Результаты обработки сейсмических материалов подтвердили информативность и возможность использования ВФС отраженных волн в качестве новых диагностических параметров при решении задач прогноза свойств геологического разреза.

Литература

1. Авербух А.Г., Трапезникова Н.А. Отражение и преломление плоских волн при нормальном падении на границу поглощающих сред // Изв. АН СССР. Физика Земли, 1972. – №9. – С. 74 – 83.
2. Иванченков В.П., Кочегуров А.И., Купина Н.И., Орлов О.В. Методы фазочастотного прослеживания отраженных волн и их применения в задачах обработки сейсмической информации // Технология сейсморазведки, 2013. – №3. – С. 5 – 10.
3. Иванченков В.П., Кочегуров А.И., Нгуен С. Х., Орлов О.В. Фазочастотный алгоритм прослеживания сейсмических сигналов с управляемой протяженностью функции качества // Научный вестник НГТУ, 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 59 – 68.
4. Иванченков В.П., Кочегуров А.И., Орлов О.В. Информационные свойства фазовых спектров сейсмических сигналов // Информационное общество, 2014. – № 3. – С. 34 – 45.
5. Крылов Д.Н. Детальный прогноз геологического разреза в сейсморазведке. – М.: Недра, 2007. – 195 с.
6. Нгуен С.Х., Сидоренко С.Н. Новый способ определения взаимного фазового спектра сейсмических сигналов при решении задач прогноза геологического разреза // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – Т.1. – С. 269 – 271.

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И УСЛОВИЯ
 ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СИГОВСКОЙ СВИТЫ НА ПОЛЯРНОЙ ПЛОЩАДИ
 (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

А.К. Сиязов, Н.М. Недоливко

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Полярная площадь административно расположена в северо-западной части Туруханского района Красноярского края. Согласно нефтегазогеологическому районированию, она относится к Сидоровскому нефтегазоносному району Пур-Газовской нефтегазоносной области – восточной окраины Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основным нефтегазоперспективным комплексом этой территории являются юрские терригенные отложения, представляющие «циклическое переслаивание преимущественно песчано-алевритовых и глинистых свит, одним из которых является сиговский нефтегазоперспективный объект» [2].

Скважина Полярная-1 (рис. 1) пробурена на одноименном локальном поднятии в слабо изученной бурением части Сидоровского мегавыступа. В результате испытаний средне-верхнеюрских отложений (пласты мальшевской и сиговской свит) были получены притоки воды [1], но в связи с тем, что территория изучена бурением слабо, информация, полученная при изучении керна, извлеченного с больших глубин по условиям образования, геологическому строению, составу будет иметь важное практическое и научное значение.

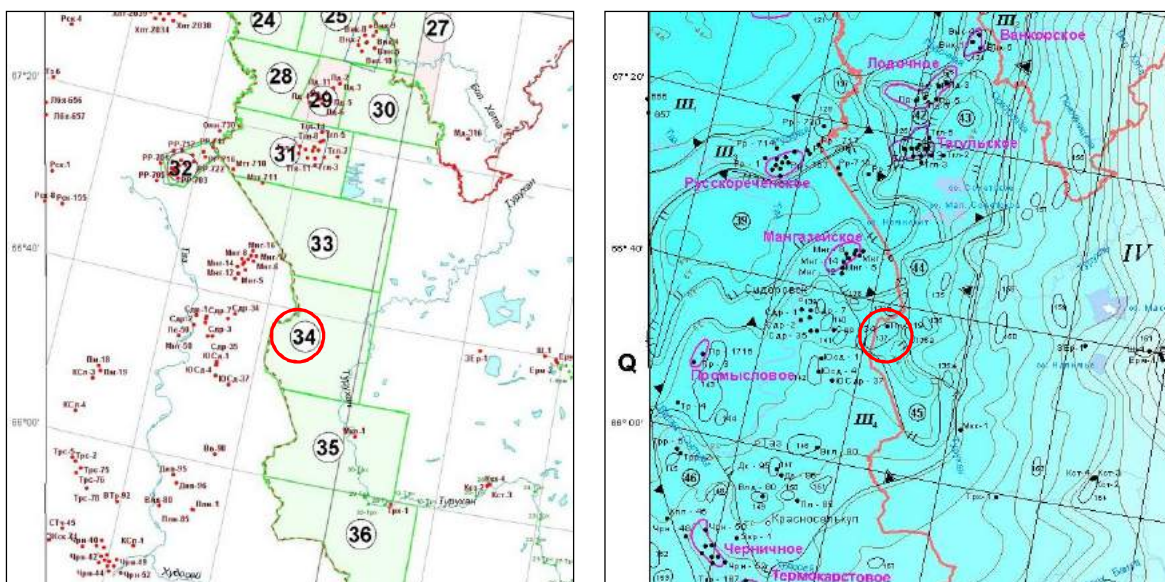


Рис. 1. Схема нефтегазогеологического районирования Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [1, 2]

Отложения сиговской свиты в разрезе Полярной площади залегают на глубинах 3197,5–3492 м, толщина свиты в пределах изучаемого разреза составляет 294,5 м. Стратиграфически свита приурочена к средне-позднеюрским отложениям (J_2k_3 - J_3km_2), подстилается регионально выдержанным глинистым репером – точинской свитой (J_2k_2), перекрывается регионально выдержанным глинистым репером – яновстанской свитой (J_3km_2 - J_3t - K_1b_1). По особенностям строения в разрезе отчетливо выделяется три части: нижняя (3492–3328 м) – переслаивание песчаников (пласты C_{T_9} - C_{T_5}), алевритов и глинистых пород; средняя (3328–3260 м) –

переслаивание алевролитов и глинистых пород с редкими маломощными прослоями алевропесчаников; верхняя (3260–3197,5 м) – преимущественно песчаная: с переслаиванием (3260–3222 м) песчаников, алевролитов и глинистых пород в различных соотношениях и песчаная (3222–3197,5 м) с пластами $S_{Г4}$ - $S_{Г1}$ и прослоями алевролитов и глин.

Объектом исследования послужили отложения нижней и средней частей разреза (3445–3370 м), из которых проводился отбор kernового материала.

Песчаные породы представлены светло-серыми, средне- и мелкозернистыми разностями, однородными и слоистыми. Слоистость в них редкая и частая, сплошная и прерывистая.

По морфологии она прямолинейная и волнистая, одно- и разнонаправленная, отражающая возвратно-поступательный и волновой характер движения водной среды. Границы между слойками неровные и размытые. В песчаниках постоянно отмечаются интракласты – свидетели перерывов в осадконакоплении, размыва и переотложения ранее сформированных пород, что связано с периодичным усилением динамической активности вод. Слоистость часто нарушается следами жизнедеятельности донных животных: встречаются следы прикрепления, сверления, ходы, норки и интенсивная биотурбация с присутствием разнообразных типов ихнофоссилий (*Skolithos*, *Terebelina*, *Monocraterion*). Кроме того, в песчаниках встречаются остатки двустворчатых раковин и белемнитов.

Алевролиты преимущественно светло-серые с полого-наклонной, волнистой, косой одно- и разнонаправленной прямолинейной, часто со срезанием слойков, иногда горизонтальной слоистостью за счет послонных намывов растительного детрита, слюды и глинистого материала на плоскостях наложения.

Глинистые породы представлены темно-серыми разновидностями. Развита пологоволнистая, близкая к горизонтальной, участками горизонтальная и волнисто-линзовидная слоистость. Она образована чередованием более светлого и более темного глинистого материала, иногда содержащего алевритовую примесь. Зачастую породы биотурбированы и содержат ихнофоссилии типа *Chondrites* и *Palaeophycus*. Повсеместно в них встречается рассеянный пирит, многочисленные мелкие и крупные (до 1 см) конкреции пирита.

Смена ихнофоссилий снизу вверх по разрезу в совокупности с вмещающими их осадками отражают меняющиеся условия: от относительно глубоководных с низкой энергией водной среды (тип *Chondrites*, менее *Palaeophycus*) до умеренно-активной в мелководных зонах сублиторали и в предфронтальной зоне пляжа (биотурбация типа *Skolithos*, *Terebelina*) (рис. 2). Наблюдаются остатки морской фауны: рostrы белемнитов, раковины пелеципод. Присутствуют обильная пиритизация и карбонатизация: кальцитовые цементы и сидеритовые конкреции.

			
Растительные остатки и пиритовые конкреции	Пиритизированные растительные остатки	Горизонтальная слоистость	Косая разнонаправленная слоистость
			
Косоволнистая прерывистая слоистость	Остатки рostrов мелких белемнитов	Следы жизнедеятельности типа <i>Terebelina</i>	Ихнофоссилии типа <i>Chondrites</i> и конкреция пирита

Рис. 2. Особенности пород сиговской свиты

В целом указанные особенности однозначно свидетельствуют, что накопление осадков сиговской свиты связано с морским бассейном и осуществлялось в пределах прибрежной полосы моря. Этот вывод согласуется с выводом Б.Н. Шурыгина и др. [3] о формировании отложений в пределах мелководного шельфа.

Песчаные отложения, залегающие в нижней части толщи, накапливались на прибрежном шельфе в постройках барового типа.

Существенно алевритоглинистые отложения накапливались в мелководной зоне сублиторали с умеренно активным гидродинамическим режимом (отложения со следами жизнедеятельности) и в относительно

глубоких зонах внешней части шельфа (существенно глинистый состав, тонкая горизонтальная слоистость в сочетании с волнистой, биотурбация типа Chondrites, остатки фораминифер и иглокожих).

Литература

1. Карогодин Ю.Н., Климов С.В., Храмов М.Ф. Новый верхнеюрский нефтегазоносный комплекс Западной Сибири (Системно-литологический аспект) // Нефтегазовая геология, 2011. – № 2 (6). – С. 69 – 73.
2. Карлухин С.М. Перспективные объекты Сидоровского нефтегазоносного района // Нефтегазовая геология, 2012. – № 1 (9). – С. 32 – 38.
3. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б.Н. Шурьгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. – 480 с.

ПОИСК И РАЗВЕДКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЕРХНЕЙ ЮРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ГИС

А.О. Суворов

Научный руководитель доцент В.А. Казаненков

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В административно-территориальном отношении изучаемый район приурочен к восточной части Нефтеюганского, центральной части Сургутского и западной части Нижневартовского муниципальных районов ХМАО и занимает территорию, площадью около 15 тыс. км². В тектоническом плане он расположен в зоне сочленения Юганской мегавпадины и Нижневартовского свода, и, согласно схеме нефтегазогеологического районирования Западно-Сибирской провинции, составленной в 60-х годах прошлого века специалистами научных и производственных геологических предприятий, уточненной в 2003 г. коллективом сотрудников ИНГГ СО РАН им. А.А. Трофимука, территория исследования входит в состав Вартовского и Сургутского нефтегазоносных районов Среднеобской нефтегазоносной области и Демьянского нефтегазоносного района Каймысовской НГО. Основными промышленными объектами в пределах изучаемой территории являются залежи в отложениях верхневасюганской подсвиты, за исключением месторождений Демьянского НГР, где основным промышленным объектом является среднеюрский НГК.

Первые геологоразведочные работы на нефть и газ на исследуемой территории проводились в 50-60-х годах прошлого века. Они включали выполнение гравиметрической и аэромагнитной съемки разного масштаба, электроразведку различными методами, профилями сейсморазведки методом МОВ в комплексе с бурением колонковых скважин вдоль р. Большой Юган и его притоков. В 1951 г. маршрутным сейсмопрофилеированием был выявлен крупный тектонический элемент – Нижневартовский свод.

Основной этап изучения территории исследования начался с 1961 г., когда на Мегионской площади был получен первый мощный фонтан нефти из нижнемеловых отложений, что подтвердило высокую перспективность Юганского Приобья на нефть и газ.

Всего в верхней юре открыто 19 залежей, которые сконцентрированы главным образом в зоне сочленения Нижневартовского свода и Юганской мегавпадины.

На территории исследования находятся 40 месторождений, где основным промышленным объектом является горизонт Ю₁ верхнеюрского НГК.

В зоне сочленения Нижневартовского свода и Юганской мегавпадины наиболее крупные скопления нефти сформировались в оксфордском резервуаре. Это обусловлено благоприятным сочетанием трех факторов: наличием антиклинальных структур, наличием песчаных пластов группы Ю₁, способных аккумулировать углеводороды, и наличием перекрывающих их карбонатно-кремнисто-глинистых пород баженновской свиты, которые одновременно являются и флюидоупором и нефтепроизводящей толщей. Современное состояние геолого-геофизической изученности исследуемой территории свидетельствует о том, что фонд традиционных антиклинальных нефтеперспективных объектов практически исчерпан. Поэтому для изучаемой территории прогноз зон, в пределах которых могут быть выявлены неантиклинальные ловушки с развитием улучшенных коллекторов, предопределяет актуальность исследований.

По результатам анализа геолого-геофизических материалов, основанного на работах Белозерова В.Б. [2, 3] и Конторовича А.Э. [4], на исследуемой территории были выделены два основных типа фациальных комплексов:

Дельтовый, включающий в себя обстановки дельтовой равнины (с субобстановками флювиального дельтового рукава, намывного вала, устьевого бара дельтового рукава, маршей) и авандельты (с субобстановками прodelьты).

Прибрежно-морской с обстановками пляжа и его предфронтальной части, с субобстановками нижнего пляжа и береговых подводных валов.

Согласно представлениям А.Э. Конторовича с соавторами [4], было установлено, что зона сочленения Нижневартовского свода и Юганской мегавпадины в оксфордском веке находилась в пределах зоны моря глубиной менее 25 м, которая занимала обширную территорию площадью 1040 тыс. км² в центральной и восточной частях Западно-Сибирского бассейна седиментации и очень узкую полосу вдоль западного обрамления синеклизы. В этих обстановках накапливались глинисто-алеврито-песчаные осадки верхневасюганской подсвиты. В ее составе развиты песчаные пласты Ю₁³⁻⁴ и Ю₁¹⁻². Они сложены

преимущественно разнородными серыми песчаниками, разделенными глинистыми перемычками. Песчаные пласты и разделяющие их пласты аргиллитов не выдержаны по латерали и имеют сложное строение [4].

Для построения палеогеографических карт были использованы карты толщин песчаников продуктивных пластов Ю₁³, Ю₁², Ю₁¹, а также результаты фациального анализа по материалам ГИС. На основе анализа построенных карт можно проследить, как менялись обстановки осадконакопления на территории исследования в оксфордском веке.

Главным результатом проведенных детальных исследований стало установление в пределах изучаемой территории линейно вытянутых в широтном направлении песчаных тел.

Сделано предположение, что эти песчаные тела сформировались во флювиальных рукавах дельтового комплекса. Кроме этого, песчаные тела с повышенными толщинами формировались вдоль фронта дельты, образуя устьевые бары и подводные валы. Таким образом, на основании проведенного анализа построенных корреляционных профилей на исследуемой территории песчаный материал пластов Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³ верхневасюганской подсвиты отлагался в обстановках дельтового комплекса, что расходится с общепринятым мнением о формировании продуктивных песчаников группы Ю₁ на территории исследования в условиях мелководного бассейна.

Литература

1. Алексеев В.П., Чернова О.С., Амон Э.О., Валеев Р.А., Лац С.А., Щергина Е.А. Закономерности изменения состава и строения коллектора Ю₁ в Широтном Приобье и его ближнем окружении (Западная Сибирь) / В. П. Алексеев и др. // Литосфера, 2014. – №3. – С. 51 – 69.
2. Белозёров 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 отложений Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1984. – С. 11 – 22.
3. Белозёров В.Б. Палеогеографические особенности формирования нефтеносных пластов васюганской свиты Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета, 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 67 – 72.
4. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 972 – 1012.
5. Пинус О.В., Куренко М.И., Шульев Ю.В., Билинчук А.В. Особенности интерпретации и моделирования фациального строения продуктивных пластов Ю₁ Западной Сибири // Нефтесервис, 2008. – №1.
6. Филина С.И. Седиментационный контроль распределения залежей углеводородов в пластах ЮВ1, АВ2, АВ1 Западной Сибири / С.И. Филина, С.Л. Барков // Геология, геофизика и разраб. нефт. и газовых месторождений, 2004. – № 4. – С. 11 – 17.

КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА НЕФТЕНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ А.О. Суворов

Научный руководитель доцент В.А. Казаненков

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Западно-Сибирский бассейн – один из крупнейших нефтегазоносных бассейнов мира. Баженовская свита одна из перспективных объектов нефтегазовой геологии России. Долгое время к этим ресурсам относились как к непригодным для практического использования. Но по мере истощения традиционных запасов отношение к продуктивным залежам баженовской свиты изменилось, и сегодня именно с ней связывают перспективы наращивания ресурсной базы в Западной Сибири.

Баженовская свита содержит залежи с трудноизвлекаемыми запасами, они залегают на глубинах более 2 км, распространены на территории более одного миллиона квадратных километров. Основными породообразующими элементами отложений свиты являются кремнистый, карбонатный, глинистый материал и органическое вещество [2]. В 1970-х годах было установлено, что в отложениях баженовской свиты могут формироваться высокородные коллекторы нефти. Разработка залежей нефти баженовской свиты ведется лишь на шести месторождениях, при этом нефтепроявления в ней зафиксированы более чем на 70 площадях Западной Сибири. Уникальной особенностью баженовской свиты, определяющей ее промышленную ценность, является высокая насыщенность нефтью, отличающейся высоким качеством (типа марки Brent) – легкая, малосернистая и без других вредных примесей, в связи с чем требует меньше затрат на первичную и глубокую переработку.

Запасы в пластах баженовской свиты, оцененные И.И. Нестеровым только на территории Западной Сибири, превышают 140 млрд. т [1]. Но, несмотря на это, добыча ведется всего лишь на нескольких месторождениях. Это связано, по мнению В.С. Славкина, с отсутствием адекватных моделей строения баженовских продуктивных резервуаров Западно-Сибирского НГБ и отсутствием эффективных методов прогноза нефтеносности в баженовской свите [4].

Пласту баженовской свиты присвоен индекс Ю₀. Нефть в пласте Ю₀ характеризуется плотностью 0,825 г/см³, содержанием серы – 0,24 %, твердых парафинов 3 – 4 %, смол силикагелевых – 2,4-2,5%, асфальтенов – 0-0,1%. По углеводородному составу она метаново-нафтенно-ароматическая. Залежи в пласте Ю₀, в отличие от

ранее известных в Западно-Сибирской низменности, обладают аномально высокими пластовыми давлениями, превышающими гидростатическое на 80-130 атм. [3].

Первый опыт разработки залежи нефти в баженовской свите приобретен на Салымском месторождении, которое введено в разработку в 1974 г. На начало 2006 г. накопленная добыча нефти достигла всего лишь 2,1 млн. т, и на сегодняшний день имеющийся опыт освоения нефтяного потенциала рассматриваемой свиты нельзя назвать успешным [5].

Несмотря на пятидесятилетний период исследований, до сих пор отсутствуют системные критерии разведки баженовской свиты, оценки перспектив вскрытых скважинами разрезов, а также технологии для эффективной разработки.

Как отмечено выше, это связано с высокими геологическими рисками поисков, разведки и освоения месторождений нефти в баженовской свите, для снижения которых необходимо применение принципиально новых подходов.

По итогам проделанных исследований, автором было выявлено несколько главных показателей получения притоков нефти в баженовской свиты:

- содержание $C_{орг}$ не ниже 10%;
- аномально высокие электрические сопротивления (от 400-500 Ом/м и выше);
- поиск зон с аномально высоким пластовым давлением (давления в пласте, которые превышают гидростатическое давление столба промывочной жидкости на 30%);
- пластовая температура в кровле баженовской свиты не ниже 90-100 °С;
- толщина подстилающего и перекрывающего свиту флюидоупора не менее 10 м;
- поиск участков с большим (до 25 %) содержанием органического вещества и с высокой стадией катагенеза;
- породы, мощность которых на значительной территории характеризуется отношением органического вещества к глинистым минералам более 0,4-0,5, т.е. породы глинисто-кремнистого состава;
- наличие приразломных зон, к которым приурочены значительные дебиты нефти, повышенные пластовые давления и высокие температуры;
- разрезы, в которых имеются плитчатые или микроплитчатые до листоватых глинистые битуминозные породы и наличие в них горизонтальных полостей, расположенных в микролинзах органического вещества или на контактах с вмещающими породами;
- отражательная способность витринита 7,8-8,6;
- постоянство отношения пристана к фитану;
- повышенная радиоактивность битуминозных пород (до 100 мкР/ч);
- наличие структурного фактора: высокопродуктивные скважины чаще всего расположены на крыльях структур на участках, приближенных к сводам;
- районы или участки с распространения легких малосернистых нефтей;
- наибольшая продуктивность установлена в интервале 2700-2850 м с максимумом на глубине 2820 м;
- отношение $W_{тв}/Q_g$ (3-4).

В заключении хотелось бы отметить пожелание И.И. Нестерова, который предлагает для успешной разработки баженовской свиты решать следующие проблемы, связанные с её изучением: 1) разработка критериев обнаружения залежей нефти и газа по общим геологическим условиям; 2) выяснение условий, определяющих в баженовской свите формирование мелких, средних и крупных залежей или месторождений, и разработка критериев их поисков. При этом, критерии обнаружения нефтегазоносных районов в различных седиментационных бассейнах так же, как условия, определяющие формирование мелких, средних и крупных месторождений в каждом районе, не одинаковы. Поэтому для баженовской свиты следует разработать рациональный комплекс исследований и графических построений, с помощью которых на данной стадии геологической изученности можно наиболее достоверно оценить её перспективы нефтеносности.

Такие проблемы должны остро стоять на повестке дня и должны решаться на всех уровнях: от научно-исследовательских институтов до производственных предприятий. Ведь освоение запасов баженовской свиты выглядит привлекательнее ряда альтернативных направлений, ориентированных на поддержание нефтедобычи, – северного шельфа восточнее Урала, как и новых слабо освоенных районов Восточной Сибири.

Литература

1. Асвадулов К.А. Баженовская свита: милостей от природы не будет // Нефтесервис, 2011. – №3.
2. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – 697 с.
3. Новиков Р.Г., Салманов Ф.К., Тянь А.В. Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени, 1970. – Вып. 7. – С. 1 – 3.
4. Славкин В.С., Алексеев А.Д., Колосков В.Н.. Некоторые аспекты геологического строения и перспектив нефтеносности баженовской свиты на западе Широтного Приобья // Нефтяное хозяйство, 2007. – №8. – С. 100 – 105.
5. Степанов В.П., Ахапкин М.Ю., Табаков В.П. и др. Основные итоги и перспективы разработки баженовской свиты Салымского месторождения // Геофизика, 2007. – № 4. – С. 211 – 218.

**ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
БАЖЕНОВСКО-АБАЛАКСКОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****К.С. Султанова, А.И. Бахлюстов**

Научный руководитель ассистент 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. Таковыми являются отложения, приуроченные к баженовской и абалакской свитам Талинской площади Красноленинского месторождения. На данном этапе изученности можно отметить высокую перспективность и потенциал этих отложений, но низкие значения ФЕС затрудняют освоение залежей нефти в промышленных объемах.

Красноленинское нефтяное месторождение в административном отношении находится в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области; в нефтегазоносном плане – к Западно-Сибирской НГП, Красноленинской нефтегазоносной области [3]. Согласно схеме тектонического районирования Красноленинский свод приурочен к западной части Мансийской синеклизы.

В конце 70-х, начале 80-х годов в пределах изучаемого месторождения были получены притоки из отложений баженовской свиты. Это подтолкнуло на исследование вещественного состава и коллекторских свойств битуминозных отложений. Однако низкие значения ФЕС (пористость не превышает 12%, проницаемость от 0,01 до 6 мД) указывали на то, что данная свита, не являясь коллектором углеводородов, а притоки были получены из листовато-глинистых коллекторов, названных «баженитами» [4]. В последующем в результате более детальных исследований было доказано, что притоки получены из кровли абалакской свиты (пласт ЮК₁), которая залегает ниже, а не из баженовской свиты (пласт ЮК₀), как считалось ранее. Оба пласта гидродинамически связаны, поэтому их стоит рассматривать как единый комплекс.

Баженовская свита залегает согласно на породах абалакской свиты и представлена темно-серыми и черными аргиллитами с буроватым оттенком. По данным литолого-петрофизических исследований керн, выделяется несколько литологических типов верхнеюрских пород [2].

Первая пачка, которая слагает кровлю баженовской свиты, представлена темно-серыми глинисто-кремнистыми разностями. Процентное содержание пирита достигает 25-42 %, силикаты составляют от 1/4 до половины от всего объема пород, глинистая составляющая – 16-24%. В этой пачке наблюдается значительное количество керогена, до 20% [2].

Вторая пачка, выделяемая ниже по разрезу, сложена кремнистыми породами с высоким содержанием керогена (до 35%). Глинистое вещество достигает 30 %, пирита значительно меньше – около 14 % [2].

Третья пачка, карбонатная, представляет собой мергели и известняки. Процентное содержание карбоната в пачке достигает более половины от всего объема пород – 60%, при этом количество кремнистой и глинистой составляющих снижается (12 и 9 % соответственно). Керогена и пирита тоже значительно меньше, совместно они не превышают 1/10 от объема [2].

Четвертая пачка, перекрывающая абалакскую свиту, представлена темно-серыми, почти черными глинисто-кремнистыми породами с прослоями мергелей. Кремнистые разности достигают 40%, глинистые – 30% (в основном каолинистового состава). Доля керогена в пачке – до 10%, пирита – до 12% [2].

Абалакская свита представляет собой аргиллиты темно-серые до черных с буроватым оттенком. Она расчленяется на верхнюю – кремнистую часть, и нижнюю – глинистую. В пределах верхней части свиты, выделено 2 пачки. В нижней части также выделено 2 пачки, отличающиеся по соотношению глинистых минералов, таких как ССО, каолинит, хлорит, гидрослюды [4]. Рассмотрим каждую из них более детально.

Верхняя пачка, так же как и перекрывающая ее баженовская свита, относится к пиритовому геохимическому типу. В ней отмечается уменьшение керогена, урана и общей радиоактивности от кровли к подошве. Большое количество пирита развивается по ихтиодетриту, радиоляриям, диктионемовым водорослям, что свидетельствует о морском глубоководном осадконакоплении. В кровле пачка представлена карбонатными разностями и кремнистыми алевритистыми глинами. Ближе к подошвенной части уменьшается содержание биогенного кремнезема, а количество глинистых минералов, наоборот, растет [4].

Вторая пачка относится к пирит-глауконитовому геохимическому типу по появлению большого количества глауконита [4].

Третья и четвертая пачки отлагались в условиях уменьшения активности сульфидной серы. Это предоставило возможность образования железосодержащих минералов, таких как хлорит и сидерит, поэтому их можно отнести к хлорит-сидеритовому геохимическому типу.

Третья пачка характеризуется появлением глинистого минерала – хлорита, при этом сохраняется преобладание ССО. Здесь кровельная часть представляет собой слабокарбонатную глину с пиритизированными радиоляриями и раковинами фораминифер. Биогенный кремнезем отмечается небольшим количеством микроствужений. Из карбонатных разностей присутствует мелкозернистый сидерит с включениями каолинистовых образований. Содержание пирита небольшое, кварц представлен обломками алевритовой размерности. Подошва третьей пачки представлена плохо сортированной алевритистой глиной с продолговатыми лейстами гидрослюды, содержащей ССО, гидрослюды, пирит и обломки кварца мелкоалевритовой размерности. Крупные зерна глауконита редки [4].

В составе *четвертой пачки* среди глинистых минералов преобладают каолинит и смешанно-слоистые образования. Из карбонатных минералов присутствует мелкозернистый сидерит с примесью алевритового материала и глинистых минералов. Пирит, содержащийся в небольшом количестве, встречается в виде

прослоек или стяжений, реже в форме псевдоморфоз по органическим остаткам. Зерна глауконита очень редки, имеют мелкокристаллическое строение. Встречаются редкие мелкие лейсты гидрослюд [4].

В связи с тем, что по данным керн прослеживается столь детальное расчленение изучаемого комплекса, то такое деление на пакки должно проследиваться и на каротажных диаграммах. По материалам ГИС были проведены расчленение и корреляция баженовско-абалакского комплекса по скважинам, расположенным преимущественно в центральной части Талинской площади. В них был получен приток нефти при испытании пластов ЮК₀ и ЮК₁.

Для коллекторов баженовской и абалакской свит, эффективная емкость которых представляет собой вторичные пустоты (каверны, полости выщелачивания и трещины), качественные признаки, которые характерны для зернистых коллекторов (прибавление на микроскопах, наличие глинистой корки и радиальных градиентов сопротивлений, отрицательная аномалия ПС), отсутствуют.

Количественные критерии по причине сложности вещественного состава и пустотного пространства коллекторов, усложнённых их тонкослоистым строением, также отсутствуют [4]. По этой причине, выделение коллекторов (или потенциально-продуктивных прослоев – ППП) в отложениях изучаемых пластов проводилось условно на основе следующих критериев.

В отложениях абалакской свиты выделение коллекторов основывается на определении уплотненных кремнистых и карбонизированных прослоев. По материалам стандартного комплекса ГИС, главным критерием причисления таких прослоев к коллекторам являются повышенные показания нейтронных методов (НГК), электрических сопротивлений по боковому каротажу (БК), пониженные значения естественной радиоактивности по данным гамма-метода (ГК) [4]. Толщина уплотненных карбонатизированных прослоев изменяется в диапазоне от 0,4-0,6 м до 0,8-1,1 м.

Высокая макронеоднородность пластов и низкие значения фильтрационно-емкостных свойств делают комплекс наиболее сложным для разработки. Для увеличения области дренирования рекомендуется бурение горизонтальных скважин в кровле отложений абалакской свиты для того, чтобы улучшить коллекторские свойства и гидродинамическую сообщаемость баженовско-абалакского комплекса. Стоит учитывать, что область питания каждой скважины является ограниченной и для того, чтобы расширить ее и вовлечь в разработку дополнительную часть продуктивного пласта, рекомендуется применение горизонтально-направленного ГРП на большом протяжении, создающего тем самым искусственную систему дренирования. ГРП необходимо осуществить таким образом, чтобы пропант с водной основой, не проник в основную толщу баженовских отложений, таким образом, исключая разбухание ее глинистых составляющих. Это позволит эффективно добывать нефть из абалакской свиты, используя избыточную энергию аномально высокого пластового давления баженовской свиты. Следует учитывать, что литотип «баженит» имеет листовато-слоистую структуру коллектора, и для того, чтобы сохранить первоначальную структуру и не понизить энергетику баженовской свиты, добычу необходимо проводить при небольших депрессиях. Поддержание пластового давления с помощью закачки в пласт попутного нефтяного газа позволит повысить эффективность нефтедобычи из комплекса [1].

Таким образом, детально изучив геологическое строение, литолого-петрографические характеристики, распределение ФЭС пластов и проведя расчленение и выделение потенциально-продуктивных прослоев, можно дать практические рекомендации по повышению эффективности освоения залежей нефти, приуроченных к баженовско-абалакскому комплексу. Подобное выделение зон улучшенных коллекторов позволит вовлечь в промышленную разработку трудноизвлекаемые запасы УВ данного комплекса [1].

Литература

1. Вертиевец Ю.А. Геологическое обоснование освоения трудноизвлекаемых запасов нефти кероген-глинисто-силицитовых пород баженовской свиты района Краснотенинского свода: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Москва, 2011. – 30 с.
2. Карнюшина Е.Е. Кремнистые породы нефтеносной баженовской свиты Краснотенинского свода (Западная Сибирь) // Вестник Московского университета. – 2003. – № 6. – С. 21 – 27.
3. Конторович А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Н.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – Москва: Недра, 1975. – 700 с.
4. Мулявин К.М. Прогнозирование зон улучшенных коллекторов в отложениях абалакской свиты для оценки перспектив нефтегазоносности Краснотенинского свода (Западная Сибирь): Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – С-Пб., 2004. – 23 с.

ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИКЛИНАЛЬНЫХ ЛОВУШЕК ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В ЮРСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ МЕГАКОМПЛЕКСЕ СЕВЕРА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

А.А. Сюрин, Н.В. Первухина

Научный руководитель главный научный сотрудник Г.Г. Шемин
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия

Время формирования антиклинальных ловушек залежей нефти и газа в юрском нефтегазоносном комплексе севера Западно-Сибирской НГП к настоящему времени изучены недостаточно, хотя в этом направлении многое сделано [1, 2, 3]. В настоящей работе приведены результаты палеотектонических

исследований следующих положительных структур: Бованенковского, Тазовского, Губкинского куполовидных поднятий и Новопортовского, Уренгойского, Харампурского, Медвежьего валов. Палеотектонические реконструкции осуществлялись методом изопахического треугольника по следующим временным уровням: кровле нижнекотухтинской подсвиты (Бованенковское, Новопортовское, Уренгойское, Медвежье поднятия) и по кровле верхнетюменской свиты (Тазовское, Губкинское, Харампурское поднятия) на конец лайдинского, мальшевского, васюганского, баженовского, мегионского, таноппинского, кузнецовского и ганькинского времени (рис.).

Бованенковское куполовидное поднятие, замкнутая положительная изометричная структура III порядка, амплитуда которой составляет 260 м, осложняет центральную часть Нурминского мезовала. Оно начало формироваться в лайдинское время (конец аалена, 170 млн. лет). К концу позднекузнецовского (середина раннего коньяка, 87,5 млн. лет) времени его амплитуда составляла 60% от современной. Окончательное формирование структуры произошло в более поздний период.

Новопортовский вал осложняет южную часть Южно-Ямальского мезовала, выделенного на юго-востоке Пайхойско-Новоземельской мегамоноклизы. Его амплитуда составляет 350 м. Согласно выполненным реконструкциям, начало его формирования также связано с лайдинским временем (конец аалена, 170 млн. лет). В позднекузнецовское время (середина раннего коньяка, 87,5 млн. лет) амплитуда структуры составляла 75% от современной. По-видимому, полностью Новопортовское поднятие было сформировано к концу позднемелового периода.

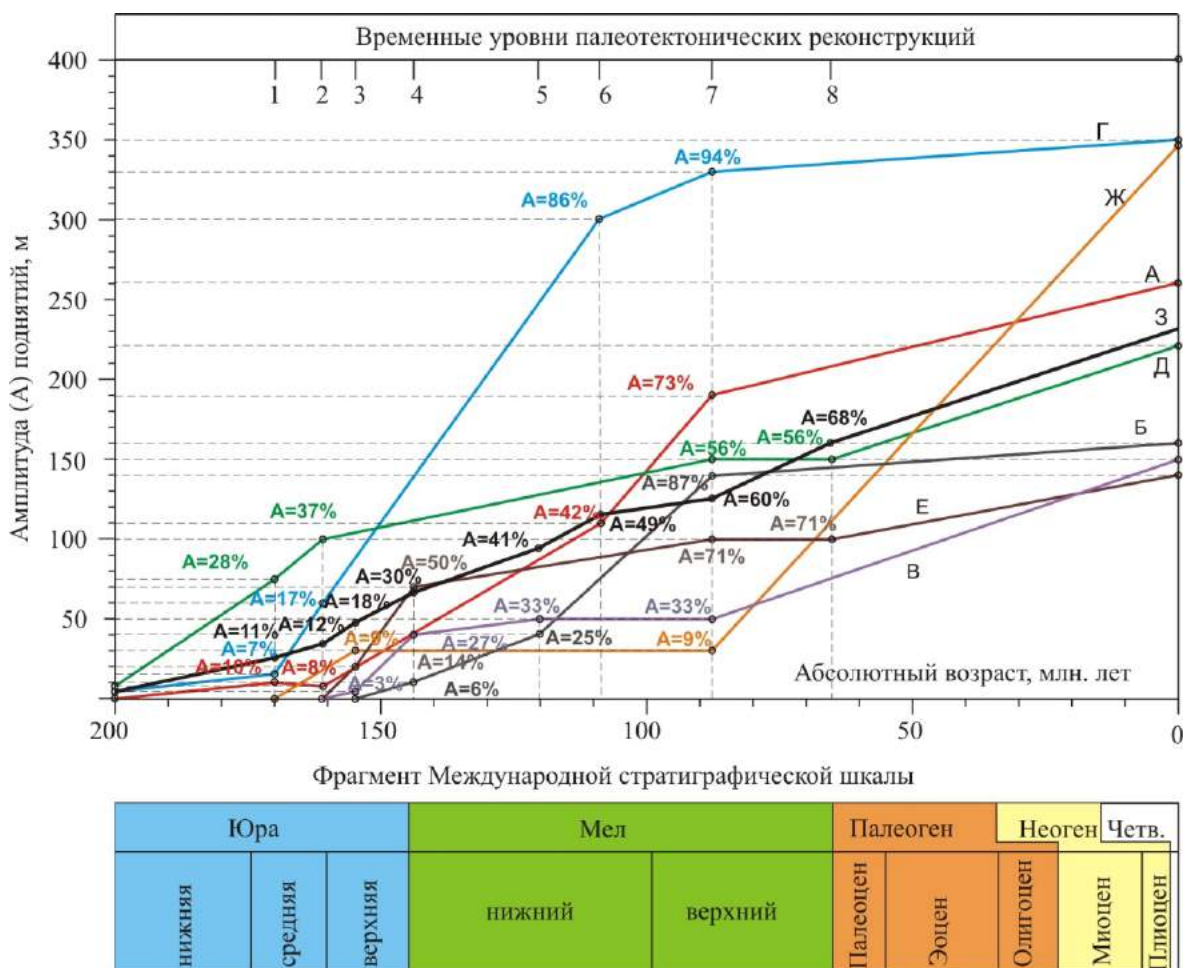


Рис. Графики роста амплитуд Бованенковского (А), Тазовского (Б), Губкинского (В) куполовидных поднятий, Новопортовского (Г), Уренгойского (Д), Харампурского (Е), Медвежьего (Ж) валов и средней амплитуды этих поднятий (З): 1-8 – временные уровни палеотектонических реконструкций: 1 – на конец лайдинского времени, 2 – на конец мальшевского времени, 3 – на конец васюганского времени, 4 – на конец баженовского времени, 5 – на конец мегионского времени, 6 – на конец таноппинского времени, 7 – на конец кузнецовского времени, 8 – на конец ганькинского времени

Уренгойский вал расположен в южной части Центрально-Уренгойского мезовала, его амплитуда – 220 м. В лайдинское время (конец аалена, 170 млн. лет) его амплитуда составляла 75 м, а в кузнецовское (середина раннего коньяка, 87,5 млн. лет) – 150 м (56% от современной). Окончательное формирование структуры произошло в кайнозойскую эру.

Медвежий мезовал осложняет южную часть Медвежье-Нугинского наклонного мегавала, его амплитуда составляет 345 м. На конец кузнецовского времени его амплитуда составляла 9% от современной. Его формирование произошло в постнеокомский период.

Харампурский вал осложняет северо-восточную часть крупной структуры I порядка – Тагринско-Харампурского пояса мегавалов. Его современная амплитуда по кровле малышевского горизонта составляет 140 м. Согласно выполненным палеотектоническим реконструкциям начало формирования структуры приурочено к васюганскому времени (верхний оксфорд, 155 млн.), когда в северной части вала имелось замкнутое поднятие с амплитудой 20 м (14% от современной). К концу баженовского времени (берриас, 145 млн. лет) его амплитуда достигла 50% от современной. В южной части отмечается наибольший рост поднятия в период от баженовского до позднекузнецовского времени, к концу которого амплитуда поднятия составляла 71% от современной. Окончательно поднятие сформировалось в кайнозойскую эру.

Губкинское куполовидное поднятие осложняет восточную часть Северного свода, его амплитуда по кровле малышевского горизонта составляет 160 м.

Оно начало формироваться в васюганское-баженовское время, к концу которого амплитуда поднятия составляла 27% от современной. На конец позднекузнецовского времени она увеличилась до 33%. Однако главным образом поднятие было сформировано поздне меловую эпоху и кайнозойскую эру.

Тазовское куполовидное поднятие осложняет северо-западную часть Тазовского свода, его амплитуда по кровле малышевского горизонта составляет 150 м. Заложение его, по-видимому, связано первой половиной раннемеловой эпохи. На конец мегийского времени (ранний готтерив, 132 млн. лет) его амплитуда составляла 25% от современной. Основной этап роста происходил в меловом периоде, так как уже на конец позднекузнецовского времени его амплитуда составляла 87% от современной. Окончательно поднятие сформировалась в кайнозойскую эру.

Таким образом, рассмотренные положительные структуры имели длительную историю развития. Они начали формироваться в различное время и имели разную степень интенсивности роста. Образование Бованенковского поднятия, Уренгойского и Новопортовского валов началось в лайдинское время, к концу позднекузнецовского времени их амплитуды соответственно составляли 60, 56 и 75 % от современных. Тазовское, Губкинское куполовидные поднятия и Харампурский вал начали формироваться в васюганское время. Первое сформировалось главным образом в меловом периоде, его амплитуда на конец позднекузнецовского времени составляла 87% от современной. Харампурский вал развивался постепенно и унаследовано, к концу позднекузнецовского времени его амплитуда составляла 71% от современной. Амплитуда Губкинского поднятия на конец позднекузнецовского времени составляла 33%, наиболее интенсивно поднятие развивалось в поздне меловую эпоху и кайнозое. Медвежий вал образован позднее, в палеоген-четвертичный периоды.

Рассмотренная в работе история образования антиклинальных ловушек в юрских отложениях исследуемого региона в значительной мере определила время формирования содержащихся в них залежей углеводородов. Анализ процесса нефтегазообразования в этих отложениях позволяет сделать предварительный вывод о том, что они также имели длительную историю от раннемеловой эпохи до четвертичного периода.

Литература

1. Тектоника и размещение залежей УВ мезозойско-кайнозойских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы / В.С. Бочкарев, А.М. Брехунцов, И.И. Нестеров и др. // Горные ведомости, 2013. – №6. – С. 6 – 24.
2. Тимурзиев А.И. Закономерности пространственно-стратиграфического распределения залежей нефти и газа Западно-Сибирской НГП на основе представления об их глубинном генезисе, молодом возрасте и новейшем времени формирования // Горные ведомости, 2014. – №5. – С. 24 – 26.
3. Черданцев С.Г., Огнев Д.А., Кириченко Н.В. Неотектоника севера Западно-Сибирского региона // Горные ведомости, 2013. – № 9. – С. 64 – 73.

ВЗАИМОСВЯЗЬ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО СТАВРОПОЛЬЯ

Д.В. Томашев, М.В. Нелепов, А.А. Папоротная
 ООО «НК «Роснефть» – Научно-технический центр», г. Краснодар, Россия

Нижнемеловые отложения на территории Восточного Ставрополя являются одним из главных нефтегазоносных комплексов региона. Разработка месторождений нижнего мела ведется с 50-х годов прошлого века. С этого времени накоплен огромный фактический материал по геологии и нефтегазоносности нижнемелового продуктивного комплекса. Однако, несмотря на высокую степень изученности, существует ряд нерешенных проблем, связанных с выяснением особенностей геологического строения. В недостаточной степени сформировано представление об условиях формирования скоплений углеводородов (УВ) в отложениях нижнего мела, что приводит к необъективной оценке извлекаемых запасов углеводородного сырья, а также к усложнению процесса разработки залежей.

Изучение типов месторождений и залежей нефти и газа в пределах нефтегазоносных районов имеет большое практическое значение. Правильная классификация типов углеводородных скоплений является одной из главных задач выбора и совершенствования системы разработки, выявления дополнительных резервов повышения добычи нефти по объектам. Поэтому обсуждение проблем, связанных с трактовкой принципов

условий осадконакопления отложений, является неотъемлемой частью при изучении строения и типа залежей нефти и газа.

Для решения этих проблем коллективом авторов проведено изучение имеющегося геолого-геофизического материала по нижнемеловым отложениям, в частности, VIII пласта, с целью пересмотра принятой ранее концептуальной модели осадконакопления и формирования залежей УВ в изучаемом комплексе пород одного из месторождений Восточного Ставрополя.

Ранее, разработка нижнемеловых отложений базировалась на классическом представлении типов залежей УВ пластово-сводового и, в меньшей степени, литологически-экранированного типов.

Основной причиной пересмотра принимаемой ранее модели строения отложений нижнего мела является получение противоречивых данных при разработке месторождений.

Так, в ходе пересмотра материалов ГИС, а также результатов опробований и испытаний отмечен хаотический характер в исходных данных по VIII пласту нижнего мела. Например, выше принятого контакта получены как притоки нефти, так и чистой воды.

Кроме того, в некоторых залежах наибольшие суммарные отборы отмечаются в краевых скважинах, тогда как в центральных скважинах с учетом влияния процесса разработки были получены притоки воды, что не укладывается в рамки принятой ранее пластово-сводовой модели строения залежи.

Исходя из опыта разработки месторождений Восточного Ставрополя, а также исследований авторов по другим регионам [1], было сделано предположение об иной геологической природе этих объектов – клиноформенной. С учетом методики моделирования клиноформенных отложений выполненные исследования включали несколько этапов: создание концептуальной модели, детальная перекорреляция изучаемых пластов, анализ флюидной модели, структурное моделирование, моделирование свойств пласта.

VIII пласт одного из месторождений стратиграфически приурочен к аптскому ярусу нижнего мела, сложенному серыми глауконито-кварцевыми и кварцевыми разномелкозернистыми глинистыми песчаниками, алевролитами и гравелитами, разделёнными прослоями аргиллитов [2]. Песчаники характеризуются различной степенью цементации – от слабо уплотненных до крепких. По составу цемент в основном глинистый, значительно реже – глинисто-карбонатный, как правило, порового типа.

Формирование продуктивных отложений VIII пласта было связано с несколькими относительно кратковременными периодами осадконакопления (смена регрессии морского бассейна трансгрессией), которые привели к формированию в изучаемом районе преимущественно отложений, типичных для мелководной шельфовой зоны и склона [3].

При детальном изучении клиноформенный комплекс разделен на литологически однотипные циклиты VIII₁, VIII₂, VIII₃ и VIII₄, отделенные друг от друга глинистыми перемычками, сформированными в условиях высокого стояния уровня моря и дефиците осадков, и обеспечивающими гидродинамическую разобщенность циклитов [3].

Представленное строение клиноформ на изучаемой территории находит свое подтверждение и в фациальном анализе кривых по методике В.С. Муромцева [4]. Так, в шельфовой части, по каротажным кривым, отложения относятся к фациям бара; на склонах, по имиджу кривой ПС, выделяются отложения оползневых фаций; у подножия относительно глубоководного склона выделяются фации конуса выноса; в депрессионной части электрометрическая модель кривых соответствует фации открытого моря, при регрессии переходящая в фации штормовых волн.

При принятой традиционной «классической» модели пластового залегания VIII пласта достаточно сложно было обосновать положение ВНК по имеющимся данным опробований и испытаний, а также данным по характеру насыщения коллекторов по ГИС.

Предложенная клиноформная модель строения изучаемых отложений объясняет резкие различия характера насыщения коллекторов с близкой гипсометрией на коротких расстояниях. Одна скважина может вскрывать несколько песчаных тел, относимых к разным клиноформам. При этом в рамках одного пласта в шельфовой части и на склоне выделяются отдельные несвязанные залежи с разными отметками ВНК.

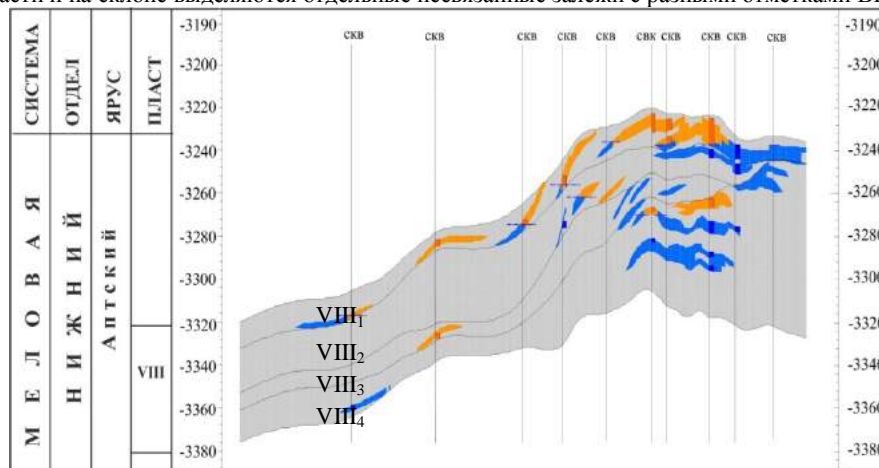


Рис. Геологический профильный разрез VIII пласта нижнего мела

Таким образом, предлагаемая концептуальная модель клиноморфного строения отложений нижнего мела, позволяет адекватно объяснить данные разработки, а также дает возможность объективно проводить пересчеты запасов.

Литература

1. Закревский К.Е., Нассонова Н.В. Геологическое моделирование клиноформ неокома Западной Сибири. – Твер: Изд-во ГЕРС, 2012. – 80 с.
2. Орел В.Е. Геология и нефтегазоносность Предкавказья // В.Е. Орёл, Ю.В. Распопов, А.П. Скрипкин и др. – М.: Изд-во ГЕОС, 2001. – 299 с.
3. Томашев Д.В. Аспекты геологического моделирования клиноформ нижнего мела Восточного Предкавказья // Нефтяное хозяйство, 2015. – №12. – С. 27 – 33.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО ГЕНЕРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОВ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

П.В. Трушков¹, В.В. Самойленко¹, Р.С. Кашапов¹

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров^{1,2}

¹Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

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

Битуминозные верхнеюрские (верхнеюрско-неокомские) отложения баженовской свиты привлекли внимание исследователей еще на самых ранних этапах освоения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Несмотря на то, что основная масса исследований пришлась на 70-80 гг. прошлого века, в настоящее время интерес к нефтематеринским и коллекторским свойствам пород свиты существенно возрос, за счёт применения прогрессивных методов добычи непосредственно из баженовской свиты. Кроме того, ведется поиск и ввод в разработку все более мелких залежей из традиционных коллекторов. Очевидно, что эти направления характеризуются повышенным инвестиционным риском. Поэтому разведочному бурению должны предшествовать исследования, направленные на выявление зон с высокой вероятностью обнаружения залежей УВ. Одной из основных составляющих оценки перспективности территорий является количественный прогноз нефтегазоносности, в основе которого лежат геохимические методы исследования.

К числу наиболее информативных геохимических методов исследования нефтегазоматеринских пород следует отнести пиролиз по методу Rock-Eval. Данный метод позволяет определить содержание органического вещества (Сорг), оценить качество ОВ (Н₁, О₁) и его катагенетическую преобразованность (Т_{max}). Однако метод Rock-Eval дает возможность определить только современный (остаточный) генерационный потенциал. Помимо этого для количественной оценки объемов генерации необходимо знание начальных генерационных свойств органического вещества (Н₀). Органическое вещество (ОВ) пород баженовской свиты традиционно относится к керогену II типа [2]. Для классического керогена II типа значение исходного нефтегазогенерационного потенциала ОВ принято равным 600 мг УВ/г Сорг [4]. Однако в работах разных авторов [1, 3] по исследованию пород баженовской свиты показано, что в разных фациальных районах для незрелого ОВ его значения для отдельных образцов могут достигать 700 мг УВ/г Сорг. и выше. Возникает вопрос: а могло ли исходное нефтегенерационное качество ОВ баженовской свиты на территории более 1 млн. км² быть одинаково? Поэтому, при количественной оценке объемов генерации УВ необходимо знание о региональном характере изменения начального нефтегенерационного качества ОВ.

Целью данной работы являлась характеристика исходного и современного нефтегазогенерационного качества ОВ баженовской свиты разных районов Западной Сибири методом Rock-Eval. Пиролитический анализ выполнен на приборе «Rock-Eval 6 Turbo» в режиме метода «BulkRock» (3 мин 300 °С, от 300 до 650 °С скорость нагрева 25 °С/мин). В работе рассматривались скважины, для которых освещенность керном баженовской свиты составляла не менее 70%. Всего для пиролитических исследований были отобраны образцы из 123 скважин различных районов Западной Сибири через 0,5-1,0 м в разрезе баженовской свиты.

Ранее [1], был определен начальный генерационный потенциал ОВ пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (район Чузикско-Чижапской седловины), равный 710 мг УВ/г Сорг. Для центральных районов Западной Сибири в местах открытия крупных нефтяных месторождений породы баженовской свиты уже находятся в зоне активной генерации нефти («Oil Window») и поэтому оценка исходного нефтегенерационного потенциала для этих районов представляется затруднительной. Однако в ходе систематического исследования кернового материала на протяжении более 15 лет, нами накоплена огромная база данных по свойствам ОВ баженовской свиты. В ходе работ были выявлены участки на юге Сургутского свода, а также в районе западной части Каймысовского свода и севера Демьянского мегавала, на которых ОВ пород баженовской свиты еще не вступило в фазу активной генерации нефти.

Для оценки характера изменения значений генерационного потенциала ОВ пород баженовской свиты с ростом катагенеза и характеристики начального генерационного потенциала были построены корреляционные зависимости между современными значениями Н₁ и пиролитическим параметром зрелости ОВ Т_{max} для исследованных районов Западной Сибири (рис., табл.).

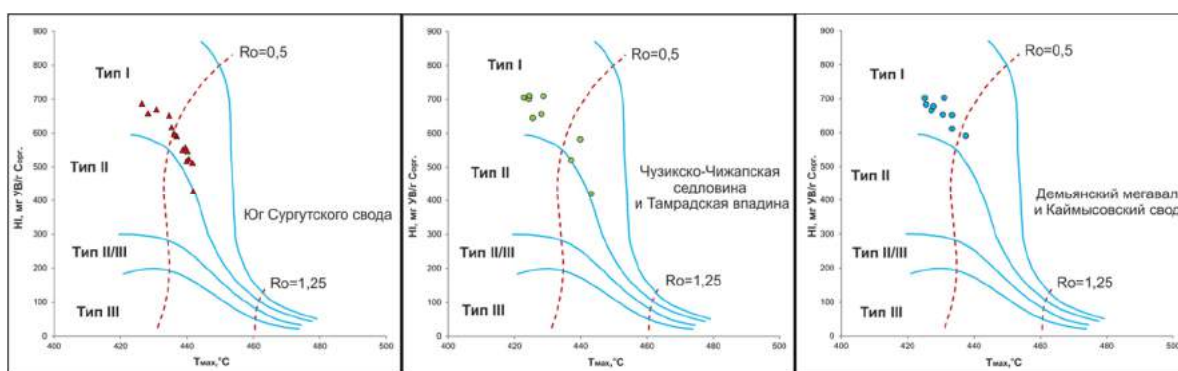


Рис. Зависимость изменения нефтегенерационного качества ОВ пород баженовской свиты с ростом катагенеза

Из полученных зависимостей следует, что с ростом катагенетической зрелости ОВ значения HI закономерно уменьшаются, однако для всех исследованных районов незрелое ОВ (T_{max} менее 430°C) имеет близкие значения водородного индекса, равные 670-710 мг УВ/г Сорг. При этом такие значения HI хорошо выдержаны по всему разрезу баженовской свиты, и в пределах исследуемых площадей при близком катагенезе меняются незначительно.

Сопоставление проведенных ранее детальных исследований нефтей, генетически связанных с ОВ баженовской свиты, и результатов исследования ядерного материала и экстрактов из пород, так же указывает на то, что в обозначенных районах ОВ пород баженовской свиты находится на догенерационном этапе. Молекулярные параметры зрелости (K_i , 4МДБТ/1МДБТ, T_s/T_s+T_m , $TA(I)/TA(I+II)$) в экстрактах из пород баженовской свиты имеют существенно меньшие значения, чем в нефтях этого генетического типа для каждого района. Следовательно, можно утверждать, что в исследованных районах породы баженовской свиты сохранили свой исходный нефтегазогенерационный потенциал, равный 670-710 мг УВ/г Сорг, и именно это значение следует использовать в бассейновом моделировании и при прогнозировании масштабов генерации УВ.

Таблица

Типичные параметры незрелого ОВ пород баженовской свиты по данным Rock-Eval пиролиза и хромато-масс спектрометрии

Регион	Параметры Rock-Eval		Молекулярные параметры		
	T_{max} , °C	HI_0 , мг УВ/г Сорг.	П/Ф	K_i	4МДБТ/1МДБТ
Юго-восток Западной Сибири	425-430	670-710	1,30-1,70	1,2-0,95	0,50-0,60
Юг Сургутского свода	425-429	670-690	0,76-0,85	1,25-0,93	0,61-0,81
Демьянский мегавал	425-431	670-700	1,10-1,70	1,60-0,90	0,60-0,80

Литература

- Гончаров И.В., Обласов Н.В., Самойленко В.В., Носова С.В. К обоснованию начального генерационного потенциала баженовской свиты Западной Сибири // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазоносные системы осадочных бассейнов: Материалы 8-ой Международной конференции. – М.: ГЕОС, 2005. – С. 110 – 112.
- Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
- Лопатин Н.В., Емец Т.П., Симоненко О.И., Эрбен Ж.-П. Баженовская нефтяная генерационно-аккумуляционная система на западе Хантейской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1998. – № 5. – С. 2 – 27.
- J. Espitalie La Pyrolyse Rock-Eval Et Ses Applications // Revue de Institut Francais Du Petrole, septembre-octobre, 1985. – Vol. 40. – № 5. – P/ 563 – 579.

**ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
 ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА ЮЖНОГО СКЛОНА ЮЖНО-
 ТАТАРСКОГО СВОДА**

Р.Р. Ханипова

Научный руководитель доцент Э.А. Королёв

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

Нефтяные коллекторы в терригенно-глинистых комплексах бобриковских отложений южного склона Южно-Татарского свода (ЮТС) являются одним из перспективных объектов для последующей разработки. Основываясь на этом было проведено их литолого-минералогическое и петрофизическое изучение. Объектами исследования являлись породы бобриковского горизонта, вскрытые скважинами на одном из нефтяных месторождений.

Особенностью нефтяных залежей, локализованных в бобриковских терригенных отложениях южного склона ЮТС, является их относительно небольшая мощность. Расстояние от кровли до подошвы продуктивных горизонтов, как правило, не превышает 2,0 м. При этом в них отмечается достаточно высокая степень анизотропии. Нефтеносными породами являются песчаники, породами-покрышками – аргиллиты. В разрезах скважин обособляются 2-3 нефтеносных песчаных пласта, изолированных друг от друга глинистыми породами. В целях изучения строения бобриковских нефтяных коллекторов и перекрывающих их пород-флюидоупоров были проведены их литолого-минералогические и петрофизические исследования.

Литолого-минералогическое изучение терригенных пород бобриковского горизонта показало, что они характеризуются достаточно однородным составом.

Песчаники по составу кварцевые, слабо глинистые и сульфатизированные, с равномерной и пятнистой нефтенасыщенностью, по структуре мелко-среднезернистые, темно-коричневые с редкими светло-серыми пятнами плотных участков породы, обуславливающими их пятнисто-полосчатую текстуру.

Под микроскопом структура пород псаммитовая, текстура – однородная или пятнистая за счет неравномерного распределения ангидритового цемента. Песчаники на 85-90% сложены обломочной компонентой, на 10-15% – цементирующим их материалом. Аллотигенная часть представлена в основном изометричными по форме полуокатанными зёрнами кварца размером 0,1-0,5 мм. В качестве примеси присутствуют чешуйки мусковита. Кварцевые зёрна имеют плотную упаковку в объеме тел песчаников. Они соприкасаются краями и создают несжимаемый каркас, способный удерживать давление вышележащих пород. Обломки минералов сцементированы полигенным сульфатно-карбонатно-кремнеземистым цементом. Кремнеземистый цемент по составу кварцевый, контактово-регенерационного типа; карбонатный – по составу кальцитовый, по структуре контактово-порового типа; сульфатный – по составу ангидритовый, по структуре сгустковый, образует изометричные обособления размером до 1,5 см. Пористость песчаников варьирует от 8,0 до 15,0%. Поры межзерновые, сообщающиеся, размером 0,05-0,15 мм, выполнены углеводородами. По результатам прямых определений, пористость песчаников составляет 10,25-21,08%, проницаемость – 0,056-0,126 мкм².

Аргиллиты каолиновые, углеродистые, в различной степени алевритистые, сланцеватые, черного цвета, с тонкими линзочками и прослойками темно-серых алевролитов, придающих породе линзовидно-слоистую текстуру, содержат единичные включения пиритовых агрегатов размером до 0,5 см. В шлифе структура аргиллитов пелитовая, текстура – слоистая и линзовидно-слоистая. Слоистая текстура обусловлена неравномерно-послойным распределением углеродистого вещества, линзовидно-слоистая – наличием в породе алевролитовых линзочек и прослоек, сложенных угловатыми и полуокатанными зёрнами кварца. Основная масса породы представлена углисто-глинистым веществом пелитовой размерности с включениями (до 10%) зёрен кварца размером 0,01-0,05 мм. Глинистое вещество в породе представлено мусковитом и каолинитом. Глинистые минералы имеют общую ориентировку, в результате чего в скрещенных николях значительные участки породы имеют однородное погасание. Аргиллиты в различной степени обогащены растительным детритом размером до 0,25 мм. Из аутигенных минералов развит пирит, образующий агрегаты на контакте с алевритовыми слоями. По данным оптико-микроскопических исследований породы плотные, не пористые. По результатам прямых определений, пористость аргиллитов составляет 3,02-7,61%, проницаемость – 0,0-0,0011 мкм², остаточная нефтенасыщенность – 0,15-0,25% к массе породы и 4,58-8,95% к объему пор.

Как следует из описания, кварцевые песчаники по своим петрофизическим свойствам являются весьма перспективными породами-коллекторами порового типа. По классификации А.И. Конюхова [1], они относятся к коллекторам средней и высшей емкости. Рассмотренные аргиллитовые породы-покрышки, сложенные плотно упакованными глинистыми частичками и обладающие практически нулевой проницаемостью, характеризуются хорошими экранирующими свойствами. Наличие субкапиллярной пористости обуславливает возможность лишь диффузионного механизма перемещения в них легких углеводородов, что подтверждается незначительной остаточной нефтенасыщенностью аргиллитов над нефтяными залежами.

Для организации работ и моделирования разработки песчаных коллекторов, необходимо иметь предварительные данные об их геомеханических свойствах. Основываясь на этом было проведено изучение нескольких образцов из пород-коллекторов и пород-покрышек на прочность при одноосном сжатии и изгибе с последующим расчетом коэффициента их крепости по М.М. Протодяконову. Испытания грунтов на сжатие и растяжение проводились на установке производства ООО НПП «Геотек». Коэффициент крепости пород, по М.М. Протодяконову, в системе СИ определялся по формуле $f = 0,1\sigma_{сж}$, где $\sigma_{сж}$ – предел прочности на одноосное сжатие. Все полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Геомеханические свойства терригенных пород бобриковского горизонта

Порода (глубина, м)	Прочность на сжатие, МПа	Предельная нагрузка, кН	Прочность на растяжение, МПа	Коэффициент крепости (f)	Плотность, г/см ³
Скв. 1505					
Аргиллит (гл. 1273,0 м)	37,28	5,907	2,33	3,7	2,32
Аргиллит (гл. 1273,2 м)	37,28	3,413	2,33	3,7	2,20
Песчаник (гл. 1275,2 м)	28,98	3,646	1,61	2,8	2,42
Песчаник (гл. 1277,4 м)	21,06	2,957	1,17	2,1	2,25
Скв. 1202					
Аргиллит (гл. 1262,6 м)	47,52	2,376	2,97	4,7	2,27
Песчаник (гл. 1263,4 м)	25,56	3,406	1,42	2,5	2,50
Аргиллит (гл. 1264,6 м)	53,60	4,025	3,35	5,3	2,11

Проведенные исследования показали, что песчаные коллекторы бобриковского возраста обладают прочностью на изгиб в пределах 1,17-1,61 МПа, выдерживая предельную нагрузку от 2,96 до 3,65 кН. Прочность на сжатие пород в среднем составляет около 25,17 МПа. Аргиллиты-флюидоупоры характеризуются большими значениями сопротивления внешним воздействиям (прочность на изгиб составляет 2,33-2,91 МПа, предельная нагрузка 5,43-5,91 кН, среднее сопротивление на сжатие – 41,94 МПа). Столь существенные различия геомеханических свойств песчаников и аргиллитов обусловлены, в значительной степени, плотностью структурной упаковки минеральных зерен, слагающих породы. Объемная плотность нефтеносных песчаников составляет 2,13-2,50 г/см³, а плотность аргиллитов – 2,58-2,77 г/см³. При этом общая пористость песчаников находится на уровне 10,25-21,08%, а аргиллитов – 3,02-7,61%, в зависимости от соотношения глинистых частиц и минеральных обломков.

Результаты расчета коэффициента крепости показали, что песчаные породы-коллекторы относятся к VI категории (довольно мягкие), а аргиллитовые породы-покрышки – преимущественно к V (средней крепости). Их степень буримости ниже средней и средняя соответственно.

Подобные геомеханические свойства пород предполагают относительную легкость их проходки буровым инструментом и высокую рейсовую скорость бурения [2, 3]. Небольшие мощности нефтяных залежей и отсутствие водонефтяных контактов подразумевают использование для повышения эффективности их разработки технологий направленных скважин в виде горизонтальных боковых врезов из уже действующих стволов. На заключительных этапах разработки весьма вероятно применение методов искусственного увеличения пористости и проницаемости песчаных коллекторов путем их гидроразрывов и кислотной обработки. На всех озвученных стадиях разработки полученные результаты исследований позволяют уже на этапах планирования подобрать оптимальные технологические параметры процессов, которые с одной стороны увеличат размеры проницаемых участков в породах-коллекторах, с другой – не повредят породы-покрышки.

Литература

1. Бурлин Ю.К., Конохов А.И., Карнюшина Е.Е. Литология нефтегазоносных толщ: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1991. – 286 с.
2. Механические и абразивные свойства горных пород / Л.А. Шрейнер, О.П. Петрова, В.П. Якушев и др. – М.: Гостехиздат, 1958. – 201 с.
3. Спивак А.И., Попов А.Н. Разрушение горных пород при бурении скважин. – М.: Недра, 1979. – 239 с.

**ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА, СЛОЖЕННОГО
МЕТАМОРФИЧЕСКИМИ ПОРОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА)**

А.И. Цепляева

Научный руководитель профессор С.Р. Бембель

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

К настоящему времени в пределах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна практически не осталось месторождений с традиционными терригенными коллекторами, которые не введены в разработку. По этой причине нефтедобывающие компании вынуждены обращать свое внимание на более глубокие горизонты с меньшей геолого-геофизической изученностью и недостаточной информацией о фильтрационно-емкостных свойствах пластов-коллекторов [3].

Значительная часть запасов углеводородов, например, на территории Красноленинского свода ХМАО-Югры сосредоточена в сложнопостроенных коллекторах юрского комплекса и пород доюрского основания. Основными проблемами являются получение «сухих» или низкодебитных скважин в непосредственной близости от высокодебитных, ранние прорывы воды при использовании системы поддержания пластового давления и другие [2].

За последнее десятилетие нефтегазовые компании все более успешно размещают скважины в продуктивных зонах трещинных коллекторов. Трещинные зоны зачастую слабо выражены в сейсмических данных, но недавние достижения технологий, связанных с сейсмическими атрибутами и визуализацией, помогают геофизикам в их обнаружении и описании [5]. Это свидетельствует о необходимости повышения качества геологических моделей продуктивных объектов, характеризующихся трещиноватостью.

Проблема создания цифровой геологической модели как основы проектирования разработки объекта на данной стадии геолого-геофизической изученности объекта заключается в недостатке априорной информации о распределении трещиноватых интервалов и отсутствии надежной методики их картирования.

Геологическое моделирование и моделирование трещиноватости проводились в программном комплексе Petrel. При построении структурных поверхностей объекта, состоящего из отложений коры выветривания (KB) и собственно палеозойских отложений (PZ), были учтены данные по поисково-разведочным и добывающим скважинам. При моделировании использовались изохроны отражающего горизонта А (ОГА). Структурный каркас объекта KB+PZ построен с размерностью сетки 50x50 м. Разбиение объекта KB на слои осуществлялось параллельно кровле, объекта PZ – параллельно горизонтальной поверхности.

На данном этапе изученности сделана попытка расчета трещиноватости с использованием элементов объектного моделирования, исходя из результатов интерпретации материалов атрибутного анализа 3D сейсмо-разведки и FMI исследований (рис.) [2].

При создании концептуальной модели распределения трещиноватых интервалов предложено опираться на атрибуты RMS и Chaos с субвертикальной направленностью участков трещиноватости в разрезе. Субвертикальная направленность аномалий волнового поля прослеживается на вертикальных сечениях кубов атрибута RMS и Chaos ниже ОГА, что является косвенным подтверждением правомерности выбора направления трещиноватости при создании геологической модели объекта, связанного с палеозойскими отложениями [2].

Преимущество использования в данном случае материалов сейсмических исследований не связано только с отсутствием другого источника информации. Применение детального сейсмофациального анализа при построении геологических моделей необходимо и при моделировании трещиноватых интервалов. Разломные зоны рассматриваются как структуры, представленные конечным числом элементов или «фаций», образованных в результате процесса деформации [1].

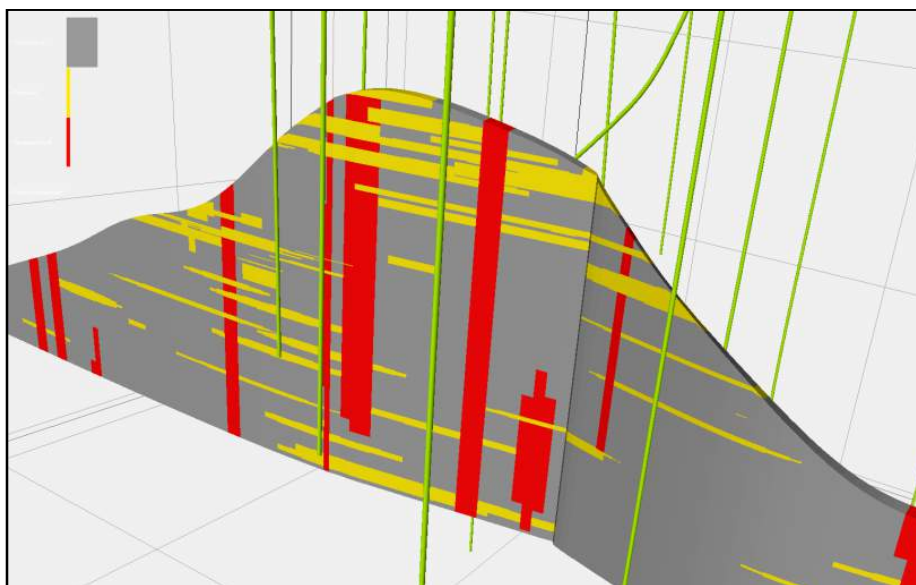


Рис. Концептуальная модель распределения трещиноватых интервалов при моделировании объекта Pz [2]

Для каждой фации определяются ее характерные геометрические и петрофизические свойства, а пространственные распределения разломных фаций и их свойств задаются как случайные функции, которые описываются своими вероятностными распределениями [1].

Таким образом, использование материалов специальной обработки сейсмической информации играет определяющую роль в построении цифровых моделей сложнопостроенных геологических интервалов, включая трещиноватые объекты доюрского комплекса Западной Сибири.

Литература

1. Ахметсафина А.Р., Миннихметов И.Р., Пергамент А.Х. Стохастические методы в программе геологического моделирования // Вестник ЦКР Роснедра, 2010. – № 1. – С. 34 – 45.
2. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Особенности картирования и перспективы нефтегазоносности доюрских отложений в западной части ХМАО-Югры // Нефтяное хозяйство, 2015. – № 11. – С. 89 – 93.

3. Цепляева А.И. К вопросу о моделировании трещиноватых коллекторов в Западной Сибири // Новые технологии – нефтегазовому региону // Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2015. – Т. 1. – С. 105 – 107.
4. Tseplyaeva A.I. Perspectives of oil and gas presence in pre-jurassic sediments on the example of one west siberian deposit // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015). – P. 1 – 5.
5. Seismic Detection of Subtle Faults // Oilfield Review, Summer 2012: – 24. – № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://slb.com/resources/publications/industry_articles/oilfield_review/2012/or2012sum03_seismic.aspx.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДОБЫЧИ ФЛЮИДА ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ УПРУГОЙ ВОЛНОЙ

А.Ш. Шеуджен, А.И. Подшивалов

Научный руководитель профессор И.П. Попов

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

Одна из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день во всем мире, в том числе и в России, это полнота выработки открытых запасов углеводородов. За последние три десятилетия качество сырьевой базы в России ухудшилось. Это связано со значительной выработкой высокопродуктивных месторождений, обводненностью пластов, а также с использованием месторождений с трудноизвлекаемыми запасами (ТИЗ). По состоянию на 2015 год доля ТИЗ составляет около 70% извлекаемой нефти и постепенно растет. Все большее значение приобретает довыработка запасов с высокой обводненностью, которые составляют миллиарды тонн остаточных запасов нефти.

Все большую актуальность приобретает повышение рентабельности месторождений, интенсификация добычи углеводородов, особенно из ресурсов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами пород-коллекторов. Поиск и реализация новых методов повышения нефтеотдачи пластов являются одними из важнейших направлений развития нефтедобывающей отрасли [1].

Целесообразно выделить основные факторы, усложняющие разработку залежей. К ним относятся:

- неоднородность фильтрационно-емкостных свойств залежи;
- литология, гранулометрический состав слагающих пород;
- соотношение фильтрующихся в пласте фаз;
- гравитационное разделение фаз.

Из-за неоднородности пласта возникают определенные сложности. Зоны слоя, обладающие низкой проницаемостью, не позволяют максимально извлечь флюид, так как они отличаются продуктивностью, плотностью нефтеносности и обводненностью. На такие слои трудно оказать воздействие при разработке, поскольку в активную фазу разработки будут включаться только высокопроницаемые слои. По причине неоднородности слоя по проницаемости возникают «языки обводненности». При вытеснении нефти водой, вода проходит мимо низкопроницаемых слоев, оставляя там большое количество нефтяных флюидов. Отсюда возникает необходимость снизить неоднородность пласта, найти для этого универсальный и эффективный метод.

Одним из более перспективных методов снижения неоднородности пласта, интенсификации притока флюида является виброволновое воздействие (ВВВ) на породу. Принцип этого метода заключается в использовании энергии горения твердотопливных элементов (ТЭ), которые осуществляют термическое, газовое, химическое воздействие на продуктивный пласт.

Устройства с подобным принципом работы использовались довольно давно (пороховые генераторы давления), из отечественных это ПГДБК и АДС.

Сами генераторы состоят из нескольких канальных (ТЭ), длина и размер которых зависят от модернизации. Генератор устанавливается в интервале обработки пласта. Суть устройства заключается в применении сразу двух принципов воздействия, как термогазохимического, так и виброволнового. В совокупности эти два режима многократно увеличивают эффект, дополняют и закрепляют его. В полостях каналов ПГД генерируются упругие волны, которые впоследствии проникают в ПЗП.

Для доказательства варианта возникновения резонансного механизма вибрационного горения в скважине (т.е. в жидкой среде) для ТЭ, прототипа генератора, были проведены опыты в приборе, поддерживающем постоянное давление (ППД). Для того, чтобы относительно постоянно поддерживать это давление, в приборе был установлен автоматический клапан.

Методика заключается в следующем: в ППД устанавливали предварительно выполненный герметичный ТЭ. Такой элемент изготавливали из склонного к вибрационному горению баллиститного пороха.

Склонность топлива к вибрационному горению установилась резонансом, т.е. близким расположением собственных частот топлива и расчетных акустических частот, которые получились для первой продольной волны.

ТЭ начинал гореть в устройстве при температуре +20 °С и давлении от 5 до 20 МПа, моделируя условия, которые происходят в скважине на глубине около 2 км. Датчики, установленные в ППД, фиксировали изменения давления со временем.

На рисунке показаны кривые, отображающие изменение давления со временем под воздействием вибрационного горения.

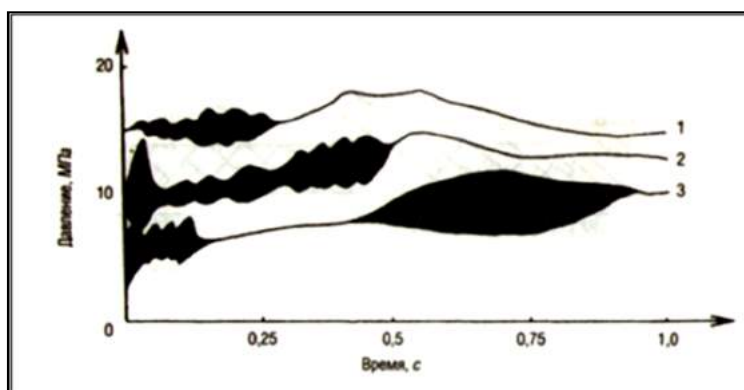


Рис. Изменение давления при горении канального заряда в жидкой среде

«Черные» зоны на графике наглядно подтверждают наличие в системе волн давления высокой частоты. Начальное значение давления в приборе 1-3 соответственно 15, 10, 6 МПа

При наличии ТГХВ воздействие упругих волн на породу происходит одновременно с другими видами воздействия. После воспламенения заряда упругие волны излучаются через радиальные каналы в центре элемента в окружающую среду пласта. Стоит отметить, что обсадная труба акустически прозрачна для упругих волн.

В общем, из нескольких элементов прибор ПГДА генерирует в пласт одинаковые волны. Чем больше масса топлива, т.е. размер ТЭ, тем больше объем ПЗП, на который он воздействует.

При сочетании ТГХВ И ВВВ, которые создает ПГДА, происходит резонансное возбуждение частиц в ПЗП с выделением энергии напряженного состояния пород в виде вторичного излучения. В совокупности все это приводит к физическому, химическому, тепловому воздействию на породу. Эффект выражается в:

- образовании микротрещин;
- возникновении каналов;
- снижении неоднородности: приведении всех слоев к близкой пористости;
- произведении гидроразрыва пласта.

Также можно сделать следующий вывод: эффект будет гораздо сильнее, если амплитудные и частотные характеристики волн, пронизывающих пласт, будут «попадать» под его резонансные характеристики.

Таким образом, технология виброволнового воздействия на породу может быть очень эффективным инструментом в целях повышения притока флюида и снижения неоднородности породы, но стоит отметить, что необходимы дальнейшие исследования и опыты, т.к. у технологии имеются недоработки и некоторые нюансы при использовании в определенных условиях.

Литература

1. Пельх Н.М. Технология виброволнового воздействия на продуктивные пласты твердотопливными элементами // Научно-технический вестник «Каротажник». – Тверь, 2004. – Вып. 9 (122). – С. 121 – 134.
2. Кузнецов О.Л., Симкин Э.М., Чилингар Дж. Физические основы вибрационного и акустического воздействий на нефтегазовые пласты. – М.: Наука, 2001. – 260 с.
3. Дыбленко В.П., Камалов Р.Н., Шариффулин Р.Я., Туфанов И.А. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия. – М.: Изд-во Недр-бизнесцентр, 2000. – 384 с.

ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЛУГИНЕЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Э.А. Ширинова

Научный руководитель старший преподаватель Е.Н. Жилина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Лугинецкое газоконденсатно-нефтяное месторождение приурочено к одноименной локальной структуре второго порядка, осложняющей северо-западную часть Пудинского мегавала. В административном отношении месторождение расположено на территории Парабельского района Томской области. В соответствии с нефтегазогеологическим районированием оно находится в пределах Пудинского нефтегазоносного района, входящего в состав Васюганской нефтегазоносной области.

Пласты-коллекторы месторождения имеют сложное геологическое строение, представляют собой частое и неравномерное переслаивание проницаемых пропластков различных мощностей с непроницаемыми разностями. По площади месторождения имеется большое количество зон отсутствия коллекторов. Нефтегазоконденсатные залежи Лугинецкого месторождения, имеющие промышленное значение, приурочены к шести продуктивным пластам: четырем – позднеюрского (пласты Ю₁⁰, Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³) и двум (пласты Ю₁⁴ и Ю₂)

среднеюрского возраста. Все залежи имеют чрезвычайно сложную конфигурацию водонефтяного и газонефтяного контактов [1].

Предметом детального исследования явились наиболее выдержанные по площади и разрезу пласты Ю₁⁴ и Ю₁³, вмещающие около 70 % суммарных запасов углеводородов месторождения и представляющие наибольший интерес с точки зрения разработки.

Пласт Ю₁⁴ вскрыт всеми пробуренными скважинами на глубинах 2298-2413 м. В восточной части Лугинецкой структуры пласт либо отсутствует, либо представлен непроницаемыми разностями. Локальные зоны отсутствия пласта отмечаются на западе и юго-востоке структуры [3]. Покрышкой для пласта служит перемычка, сложенная аргиллитами и алевролитами мощностью от 0,8 м (скв. 170) до 16,8 м (скв. 567). Пласт представлен преимущественно мелкозернистыми песчаниками с небольшими прослоями крупнозернистых алевролитов. Общая его мощность составляет от 2,2 м (скв. 715) до 22 м (скв. 1214).

Изученные отложения пласта Ю₁⁴ представляют собой осадки регрессивного комплекса мелководного морского бассейна, в котором распределение осадочного материала в бассейне контролировалось рельефом донных форм. Главными элементами подводного рельефа являлись крупные подводные отмели, существовавшие на повышенных в гипсометрическом плане участках дна. Волны и течения являлись главными агентами, перераспределявшими обломочный материал. Алевропелитовые частицы отлагались на склонах палеоподнятий и в пониженных участках дна. Отложения представлены макрофацией прибрегового бассейнового мелководья (фации: алевроито-песчаных осадков дистальных частей подводных отмелей и песчаных осадков центральных частей подводных отмелей).

Пласт Ю₁³ имеет повсеместное распространение в пределах Лугинецкой структуры и вскрыт на глубинах 2278,8-2386,4 м. В разрезе большинства скважин пласт состоит из двух пачек, разделенных между собой маломощными прослоями алевролитов и аргиллитов. Общая его толщина достаточно выдержана по площади и составляет 18-26 м. Коллекторы представлены мелкозернистыми песчаниками или крупнозернистыми алевролитами с прослоями песчаников среднезернистых до крупнозернистых. Литологическая изменчивость различных частей пласта Ю₁³ обусловлена наличием многочисленных пропластков, толщина которых колеблется в большом диапазоне от 0,3 м до 9,6 м [3].

Формирование пород пласта Ю₁³ происходило при господстве процессов флювиального воздействия в фазу интенсивной компенсации мелководно-морского бассейна поступающим с юга и юго-востока терригенным материалом, предшествующим его значительному обмелению. В отложениях раннеоксфордского возраста выделены и описаны 2 макрофации:

- макрофация отложений подводной части дельты, представленная фациями: гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек; песчаных осадков конусов выноса рек и алевроито-песчаных осадков передовой части дельты;

- макрофация отложений полуизолированного бассейнового мелководья, представленная фацией глинисто-алевроитовых осадков приморских озер.

Фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов Ю₁⁴ и Ю₁³ Лугинецкого месторождения Томской области характеризуются значительной латеральной и вертикальной анизотропией, обусловленной часто меняющимися гидродинамическими условиями в момент накопления осадков. В целом для пластов характерно улучшение пористости и проницаемости вверх по разрезу [2].

Литература

1. Жилина Е.Н. Вещественно-структурные особенности средне-верхнеюрских отложений Лугинецкого месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле, 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 143 – 148.
2. Жилина Е.Н. Условия формирования и геометризация келловой-волжских природных резервуаров Лугинецкой зоны нефтегазоаккумуляции (Томская область) // Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук: 25.00.16 / Е.Н. Жилина. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет Томск, 2015. – 23 с.
3. Чернова О.С., Жилина Е.Н. Условия формирования и геометризация келловой-волжских природных резервуаров. Типы разрезов продуктивных пластов (Ю₁⁴ и Ю₁³) Лугинецкого газоконденсатно-нефтяного месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 131 – 136.

К ВОПРОСУ О ФАЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДКОВ КИМЕРИДЖ-ОКСФОРДСКОГО ВОЗРАСТА ПОЗДНЕЙ ЮРЫ АЛЕКСАНДРОВСКОГО МЕГАВАЛА

Е.И. Шмидт

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Детальные палеогеографические реконструкции условий формирования толщ и отдельных резервуаров (1980-1990 гг.) позволили установить характер переходной зоны васюганской и науканской свит в виде клиновидного взаимопроникновения прибрежно-морских и континентальных осадочных пачек (фациальный закон Головкинского-Вальтера). Возрастное скольжение отдельных петрографических горизонтов-типов осадков (фаций) и их границ – явление, обусловленное движением береговой линии. В разрезе осадочных толщ друг над другом отлагаются осадки, образующиеся рядом на поверхности литосферы или на дне бассейна седиментации.

Поэтому при трансгрессии или регрессии моря горизонтальные зоны осадков (фаций) переходят в разрезах осадочных толщ в вертикальные. В результате осадки одной и той же фации в направлении суша–море не являются строго разновозрастными [1].

Чехол Александровского мегавала начал формироваться с триасового времени вместе с образованием рифтовых структур, пересекающих геосинклинальные структурно-формационные зоны [7, 3, 5], и образованием блоков фундамента, имеющих тенденцию к поднятию в течение всего мезозоя и кайнозоя и играющих роль региональных зон нефтегазонакопления. Отложения юрского возраста составляют до 1/7 от мощности терригенного чехла и играют важную роль как породы-покрышки (породы баженовской свиты верхнеюрского возраста), так и как породы-резервуары для нефтегазовых залежей (отложения васюганской, наунакской, тюменской свит). Отложения васюганской и наунакской свит повсеместно вскрыты по всей площади Александровского мегавала и представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники серые, светло-серые, полимиктовые, структура их алевропсаммитовая, псаммоалевритовая, текстура беспорядочная, массивная, суммарное количество обломочных частиц в их составе изменяется от 88 до 92 %, содержание цемента 8–12 %. Обломочная часть в этих породах представлена кварцем (32–65 %), полевыми шпатами (20–50 %), обломками пород (10–47 %), слюдой (1–3 %). По вещественному составу отложения васюганской и наунакской свит идентичны. Породы отличаются различной отсортированностью (коэффициент сортировки песчаников васюганской свиты – 2,44, наунакской – 1,72) и различным содержанием пелитовой фракции (в васюганской – 21,15 %, в наунакской – 13,26 %). Алевролиты преимущественно мелкозернистые, по окраске темно-серые до черных, с полураковистым изломом, тонкогоризонтальнослоистые глинистые с единичными зернами глауконита. Общее содержание обломочного материала – 60%. Аргиллиты темно-серые до черных, грубоплитчатые, горизонтально слойчатые. Основная глинистая масса сложена агрегатом гидрослюд сильно монтмориллонитизированных с однонаправленной ориентировкой глинистых частиц.

По данным геофизических исследований скважин отметим следующее:

а) установлены высокие значения кажущегося сопротивления (КС) вмещающих пород (4,0–28,0 Ом), особенно для углефицированных глинисто-алевритовых пропластков;

б) по кривой самопроизвольной поляризации (ПС) отмечаются значения до 80 мВ в интервалах песчаных пропластков;

в) значения относительной амплитуды самопроизвольной поляризации ($\alpha_{ПС}$) прямо пропорциональны значениям пористости (проницаемости) пород.

В пределах мегавала суммарные мощности васюганской и наунакской свит распределяются равномерно. Значения мощностей изменяются от 33 м на Саймовской площади (пл.) до 89 м (Трайгородская пл.). По скважинам данное распределение более контрастно: от 0 м (скв. № 217 Чебачья пл.) до 94 м (скв. № 1 Панковская пл.). Сокращение мощностей отмечено в западной и восточной частях Александровского мегавала. Максимальные значения отмечаются в центральной и северо-восточной частях данной структуры.

Значения песчаности (отношение мощностей песчаников к общей мощности свиты) согласуются с данными общих мощностей свиты. Так, максимальные значения песчаности отмечены для площадей северо-восточной части мегавала (Вахская пл., Трайгородская пл., Мыгтынская пл.) и центральной части (Обская пл.), что относится к зоне развития максимальных мощностей свиты (для северо-восточной части) и зоне сокращения мощностей (центральная часть свода). Подобное, по нашему мнению, обусловлено фациальными различиями в осадконакоплении песчаного материала. Для иллюстрации и подтверждения данного вывода прослежены изменения в распределении органических остатков по разрезу отложений оксфорд-кимериджского возраста. В отложениях ряда площадей, расположенных в центральной и юго-западной частях Александровского мегавала (скв. № 1, 2 Обской пл., скв. № 32, 33 Кондаковской пл., скв. № 220 Чебачьей пл., скв. № 1 Проточной пл.), выявлены остатки морской фауны (ростры белемнитов, раковины пеллеципод, фораминиферы рода *Globulina*) в верхней части свиты, которая соответствует пласту Ю₁¹. По органическим остаткам в скв. № 1 Обской пл. (интервал отбора керн 2271,1–2276,1 м) определен возраст отложений – оксфорд-низы кимериджа (J_{3o}-km), в скв. №2 Обской пл. по остаткам *Globulina obskaensis Dain* (инт. 2312,8–2314,9) определен возраст как позднеоксфордский (J_{3o3}), в скв. 32 Кондаковской пл. (инт. 2045,9–2052,8 м) определены пеллециподы *Entolium sp. indet.*, *Meleagrinnella sp. indet.*, характерные для отложений оксфорда (J_{3o}); в скв. № 33 Кондаковской пл. (инт. 2138,9–2140,9 м) – пеллециподы *Buchia cf. Concentrica*, характерные для раннекимериджского возраста (J_{3km1}). Ниже в пластах (Ю₁², Ю₁³, Ю₁⁴) фауна не встречена. Повсеместно в этих пластах определяются растительные остатки (*Coniopteris sp.*), споры, пыльца, характерные для отложений наунакской свиты верхней юры (J₃). Для северо-восточной части мегавала в верхней части разреза свиты определены остатки флоры, идентичные таковым в пластах Ю₁²⁻⁴ (J_{3o}-km₃) [4].

Выделение разновозрастных аналогов васюганской и наунакской свит представляется весьма затруднительным, так как их отличие исключительно в генезисе: васюганская – прибрежно-морская, наунакская – континентальные отложения прибрежной равнины. Наличие следов морских отложений, другой состав спорово-пыльцевых спектров позволили Нестерову И.И. (1966) выделить породы в самостоятельное стратиграфическое подразделение – мыльджинскую свиту. В 1967 г. свите было присвоено название «наунакской» [Нестеров И.И. и др., 1975]. В целях разделения наунакской и васюганской свит и уточнения генезиса осадконакопления использовалась генетическая диаграмма Пассеги (1981) (рис.) для песчаной и алевролитовой частей разреза верхневасюганских отложений.

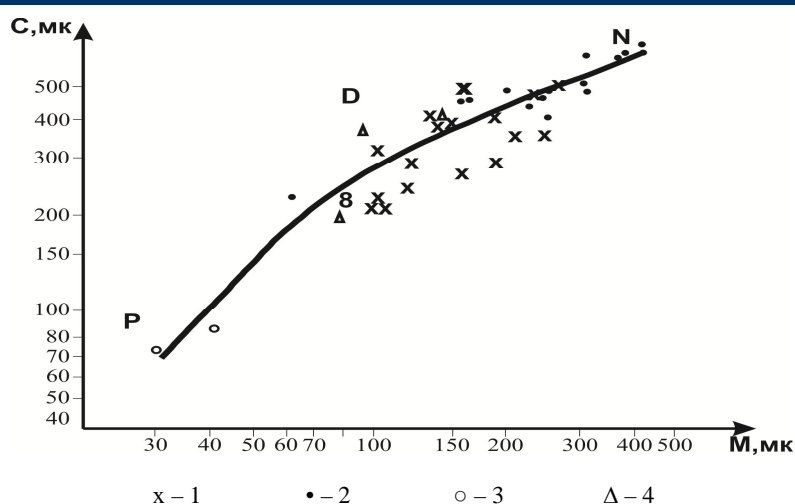


Рис. Диаграмма Пассеги для песчаной и алевритовой частей разреза верхнеюрских отложений Александровского мегавала. Песчаники свит: 1 – наунакской, 2 – васюганской; алевриты свит: 3 – наунакской, 4 – васюганской

При рассмотрении условий осадконакопления важно учитывать такой параметр, как зависимость размера частиц, слагающих породы, и изменения седиментологических систем. Это приобретает особую актуальность в случаях ограниченного выноса керна из скважин. Форма и вид каротажных диаграмм косвенно отражают изменения в размере частиц осадка, что и обуславливает возможность использования геофизических методов исследования скважин для получения модели направленности вертикального изменения размерности зерен. Для этих целей целесообразно использовать кривые СП, отражающие также емкостные и фильтрационные характеристики пород, и радиоактивный каротаж (ГК), позволяющий определить глинистость пород. Методика В.С. Муромцева (1984) привязана к лабораторным исследованиям каменного материала, что не дает полную генетическую характеристику пород с низким выносом керна или без него.

Для разделения васюганской и наунакской свит Александровского мегавала использованы методики Р.Ч. Селли, генетическая диаграмма Пассеги и органические остатки по керну, что в комплексе дает наиболее полную, по нашему мнению, характеристику генезиса песчаных пластов верхнеюрских отложений [6]. И на сегодняшний день является актуальным вопрос: какое влияние оказывает генезис пород на их нефтегазоносность и фильтрационные характеристики. Анализ кривого материала и данных геофизических исследований указывает на отсутствие значимых отличий пород васюганской и наунакской свит по их емкостным и фильтрационным характеристикам. Повышенное содержание глинистых минералов в песчано-алевритовых породах васюганской свиты обусловлено малыми скоростями переноса обломочного материала, что нашло отражение и в общих мощностях свиты.

Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-меловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.
2. Ильина Г.Ф. Геология и условия формирования юрских отложений Александровского мегавала. // Автореферат Дис. канд. Геол.-минер. наук. – Томск, 2000 г. – 25 с.
3. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – С. 76 – 112.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – С. 24 – 110.
5. Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г. Литология и литолого-фациальный анализ. – М.: Недра, 1981. – С. 167 – 213.
6. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – Л.: Недра, 1989. – С. 31 – 159.
7. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – С. 62 – 91.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ КОЛЛЕКТОРОВ ПЛАСТА Ю₁ СРЕДНЕЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МИКРОТОМОГРАФИИ

А.А. Штырляева

Научный руководитель доцент Р.А. Щеколдин

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия

Определение взаимосвязей между геологическими условиями формирования пород и их физическими характеристиками является одним из ведущих направлений современной петрофизики. При этом геологическим условиям формирования залежей отвечает формационно-слоевой уровень организации вещества, в то время как физические параметры породы-коллектора отвечают ее компонентно-вещественному составу. Переход от формационно-слоевого к компонентно-вещественному уровню исследований является главной задачей данного направления.

Связующим звеном в этой цепочке выступают описание и структурно-генетическая типизация слоев керна скважин [6]. Выделение структурно-генетических типов, с одной стороны, позволяет определить обстановки накопления изучаемых отложений, проследить смену фаций по разрезу, выделить трансгрессивно-регрессивные циклы колебания уровня моря, и, как результат, реконструировать условия формирования исследуемой толщи. С другой стороны, изучение и сравнение свойств выделенных литолого-генетических типов коллекторов на микрокомпонентном уровне может служить основанием для последующего построения петрофизической модели месторождения или залежи. Определение связи между условиями накопления коллекторов и их коллекторскими свойствами позволяет предопределить распространение этих свойств по площади.

Для более обоснованного перехода от литолого-генетического типа коллектора, выделенного по макроописанию керна скважин, к микрокомпонентному уровню изучения слагающего его вещества применим метод компьютерной микротомографии.

В основе метода компьютерной микротомографии лежит различие в пропускной способности рентгеновских лучей отдельными минеральными веществами. Количество поглощаемого минералом рентгеновского излучения является функцией от порядкового номера элементов, входящих в его состав. Это позволяет разделить образец на минеральные составляющие в рентгеновском свете и изучить их распределение по всему объему пробы.

Созданию трехмерной визуализации объекта способствует процесс сканирования образца в рентгеновском свете. При сканировании образец поворачивается вокруг своей оси на 180° с определенным шагом. Каждый угол поворота фиксируется созданием теневой проекции образца в рентгеновском свете. Теневые проекции представляют собой графические файлы, в которых каждый пиксель содержит информацию о величине поглощения рентгеновского излучения объектом в данной точке. Данная величина выражена в градациях серого цвета (чем темнее, тем выше поглощение). Таким образом, результатом сеанса сканирования является серия теневых снимков образца в рентгеновском свете, снятых под разными углами поворота с фиксированным шагом.

Обработка полученных результатов состоит в математическом преобразовании теневых вертикальных проекций в серию горизонтальных сечений объекта при помощи специального программного обеспечения. Вертикальные теневые проекции представляют собой матрицу, где каждый пиксель выражен в определенной градации серого цвета. Для преобразования этих матриц в горизонтальные сечения в настоящее время применяется механизм Фельдкампа [4].

Полученные данные дают возможность изучить распределение рентгеноконтрастных минеральных компонентов по все объему образца и рассчитать их объемное содержание. Помимо этого, компьютерная микротомография позволяет определять открытую и закрытую пористость и распределение пор по объему и максимальному сферическому диаметру.

Получаемые данные могут служить важным дополнением к микроскопическим методам изучения керна, основным недостатком которых является получение сведений только с плоскости шлифа.

Таким образом, весь комплекс исследований подразумевает под собой проведение следующих этапов: макроскопическое описание керна скважин с выделением структурно-генетических типов коллекторов [6], отражающих условия их формирования;

литолого-фациальный анализ: анализ слоевых последовательностей, выделение трансгрессивно-регрессивных циклов колебания уровня моря, корреляция разрезов скважин, выбор и построение седиментационной модели побережья, построение палеогеографических схем, отражающих этапы формирования отложений;

Изучение вещественного состава, структурных, текстурных особенностей скелета и морфологии порового пространства выделенных структурно-генетических типов коллекторов;

Определение взаимосвязей выявленных свойств с условиями накопления изучаемых отложений.

Объектом исследования в данной работе является продуктивный пласт Ю₁ в разрезах Среднеобской и Надым-Пурской нефтегазоносных областей (рис. 1).



Рис. 1. Карта района исследований – Среднеобская и Надым-Пурская нефтегазоносные области:
 1 – границы нефтегазоносных областей, 2 – газовые месторождения, 3 – нефтяные месторождения,
 4 – нефтегазоконденсатные месторождения

В пределах указанных районов пласт входит в состав васюганской свиты, которая соответствует верхней части батского, всему келловейскому и большей части оксфордского яруса.

Для юрских отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна применение мтодик литолого-фациального анализа является актуальным по ряду причин [1]. Сиквенс-стратиграфическая интерпретация структуры васюганской свиты свидетельствует о существенном влиянии эвстатики на процессы осадконакопления [8]. К тому же, продуктивный пласт Ю₁ при сравнительно небольшой мощности (5-10) образует сложные литологически экранированные ловушки. Большая глубина залегания (2800-3000 м) и наличие плотной глинистой покрышки вызывают сложности в применении результатов сейсморазведки. Все эти факторы обуславливают актуальность применения данных исследований.

Фактический материал представлен описанием керн скважин Вать-Еганского и Повховского месторождений (Среднеобская НГО), Еты-Пуровского и Комсомольского месторождений (Надым-Пурского НГО) и интерпретацией кривых самополяризации и гамма-каротажа. Всего описано порядка 1500 м керн по 40 скважинам.

Генетическая типизация слоев производилась на основе их литологического состава, структурных и текстурных особенностей. Терригенные отложения васюганской свиты содержат в себе пелитовые, псаммитовые разности, а также пачки их переслаивания.

Среди пелитовых отложений выделены пелиты глубоководных зон шельфа и пелиты низкодинамичных зон лагуны [7].

Пелитовые слои глубоководной зоны шельфа (рис. 2, А) представлены алевропелитовыми породами с горизонтальной слоистостью, намечаемой плитчатым расколом породы. По всему слою распространены остатки планктона и нектона и включения сульфидов.

Пелитовые слои низкодинамичных зон лагун (рис. 2, Б) представлены алевропелитовыми слоями с комковатой отдельностью. У подошвы и кровли – линзовидные переслаивания аргиллитов и алевролитов. Для слоев данного типа характерны многочисленные растительные остатки и темно-бурый цвет, характерный для палеопочв. На максимумах регрессии в кровле пелитовых слоев присутствуют слои угла (рис. 2, Д)

Среди пачек переслаивания (алтернитов [6]) выделены алтерниты переходной зоны шельфа и высокодинамичных зон лагун.

Алтерниты [4] переходной зоны шельфа (рис. 2, В) представлены тонким линзовидно-полосчатым чередованием тонкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Границы слоев часто осложнены текстурами взмучивания, просадок и биотурбациями. Встречаются остатки морского бентоса в прижизненном положении. Повсеместно присутствует растительный детрит и разнонаправленные ходы илоедов.

Алтерниты высоко динамичных зон лагун (рис. 2, Г) представлены слоями с неотчетливым прерывистым чередованием тонкозернистых песчаников, аргиллитов и алевролитов. Границы между слоями постепенные. По всему слою присутствуют углефицированные остатки наземных растений и небольшое количество остатков корневых систем.

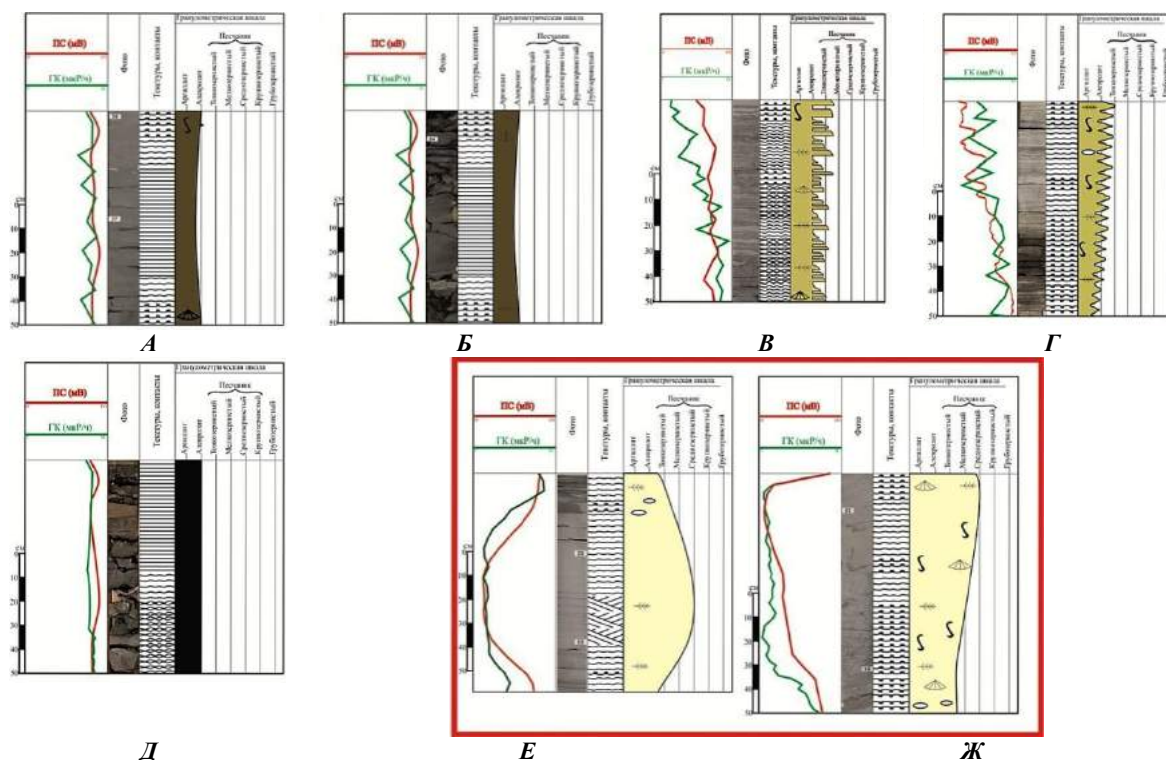


Рис. 2. Типы слоев, выделенные при описании керна скважин

Среди псаммитов выделены слои устьевых баров, образованных при выдвигании дельтовой платформы, и слои пояса подводных валов, образованных в результате переработки материала дельты волнениями.

Псаммитовые слои устьевых баров (рис. 2, Е) с увеличением гранулометрического состава от подошвы к кровле. Основание слогает мелкозернистый песчаник, который в верхней части слоя переходит в среднезернистый. Для нижней части слоя характерно наличие прерывисто-волнистой слоистости, намечаемой тонкими пленками алевро-пелитов. В средней части проявлена волнистая, местами косая разнонаправленная слоистость, свидетельствующая об увеличении энергии волн. В прикровельной части наблюдаются текстуры биотурбации и скопления остатков морского бентоса в прижизненном положении. Контакты слоев неровные, бугристые со следами просадок и размыва.

Псаммитовые слои пояса подводных валов и баров (рис. 2, Ж) с гранулометрическим максимумом в средней части. В основании наблюдается линзовидно-полосчатое чередование глинистого алевролита и тонкозернистого песчаника, часто нарушенное текстурами оползания, характерными для барового склона. В средней части – песчаник мелкозернистый, массивный, иногда со слабо проявленной косой разнонаправленной слоистостью, намечаемой намывами углисто-глинистого детрита.

Таким образом, в составе продуктивного пласта Ю₁ в пределах указанных районов выделено два структурно-генетических типа коллектора: песчаники, образованные в ходе проградации дельтовой платформы в сторону открытого побережья, и песчаники, образованные в результате переработки материала дельты волнениями и его распределения вдоль берега с образованием подводных валов [5].

Анализ слоевых последовательностей в разрезах позволил скоррелировать разрезы скважин (рис. 3).

Выполнение дальних корреляций существенно повышает достоверность построений. Особенно в случаях, когда в разрезе присутствуют отложения дельт. Прослеживание трансгрессивных и регрессивных максимумов на дальних расстояниях позволяет уверенно выделять циклы, связанные только с эвстатическими колебаниями уровня моря [2]. Проградация лопастей дельты может образовывать дополнительные регрессивные максимумы и вызывать погрешности при прослеживании изохронных уровней [5]. В таких случаях необходимо сопоставлять регрессивные максимумы с максимумами, которые выделены в районах с отсутствием дельтовых фаций (рис. 3).

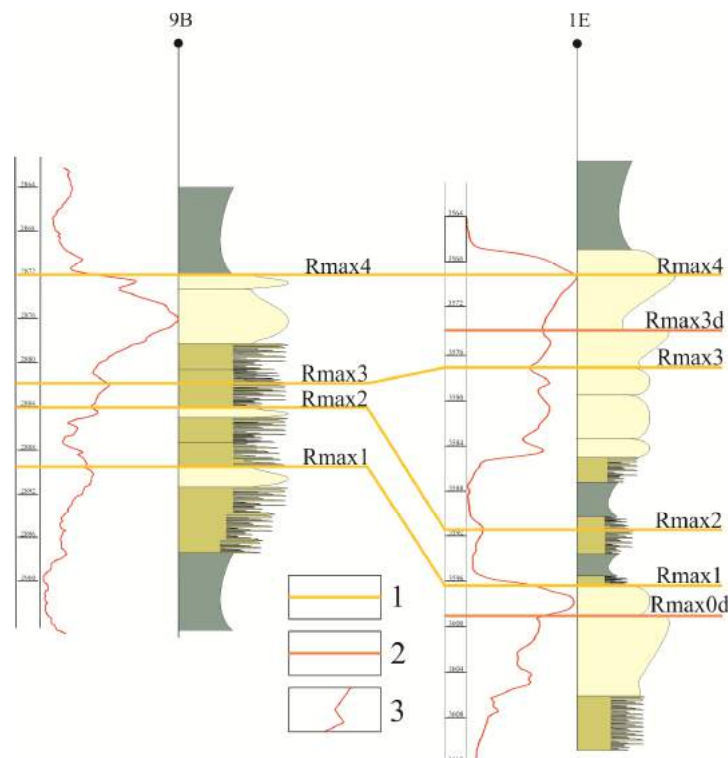


Рис. 3. Схема корреляции разрезов скважин Вать-Еганского (11В) и Еты-Пуровского (8Е) месторождений: 1 – линии регрессивных максимумов, отражающих эвстатические колебания уровня моря, 2 – линии регрессивных максимумов, обусловленные выдвиганием дельтовых лопастей, 3 – кривые самопроизвольной поляризации

В пределах изучаемых областей таким районом является Среднеобская НГО. Месторождения Среднеобской НГО обладают наибольшей степенью разбуренности и лучше всего охарактеризованы керновым материалом. Поэтому изохронные уровни, выделенные в разрезах скважин Вать-Еганского и Повховского месторождений, послужили основой для дальнейшей корреляции.

Корреляция разрезов происходила по следующим уровням: разрезы скважин отдельных месторождений – разрезы месторождений отдельных нефтегазоносных областей – разрезы нефтегазоносных областей.

В ходе корреляции было выявлено, что продуктивный пласт Ю₁ сформирован в ходе четырех трансгрессивно-регрессивных циклов. По выделенным регрессивным максимумам построены палеогеографические схемы, отражающие области распространения выделенных типов коллекторов (рис. 4).

Согласно выполненным построениям, продуктивный пласт Ю₁ сформирован в прибрежно-мелководных условиях. Береговая линия простиралась с юго-запада на северо-восток, образуя дугообразный изгиб в юго-восточном направлении. В северо-восточной части происходило выдвигание дельтовой платформы в сторону открытого бассейна с образованием устьевых баров. Псаммитовый материал, слагающий устьевые бары перерабатывался волнениями и перераспределялся течениями вдоль берега с образованием подводных валов и вдольбереговых баров. Вдольбереговые бары изолировали участки побережья, формируя лагуны.

Таким образом, в северо-восточной части территории распространены псаммитовые слои устьевых баров с большими значениями мощностей, но меньшей степени развития по площади. В центральной и юго-западной части территории развиты вытянутые маломощные тела поясов подводных валов и баров.

Для сравнения свойств коллекторов выделенных структурно генетических типов проведены микротомографические исследования для 24 образцов керна Вать-Еганского, Повховского, Еты-Пуровского и Комсомольского месторождений и микроскопический анализ 50 шлифов.

Микротомография выполнена для стандартных цилиндров (30 мм) и для мини-цилиндров (15 мм). С разрешением соответственно 15 и 10 мкм. Шаг поворота при сканировании 0,2°. Напряжение рентгеновской трубки – 122 кВ. Оборудование – микротомограф SkyScan 1173.

Выполнение исследований происходило в следующей последовательности:

- сканирование и реконструкция образцов керна;
- изготовление шлифов из наиболее представительных образцов по выбранным по результатам визуального анализа томограмм сечениям;
- исследования шлифов, определение основных минералов, слагающих скелет породы и границ пор, анализ микроструктур;
- сопоставление сечений томограмм и шлифов, определение порогов изменения рентгеновской плотности для каждого минерала и границ пора / порода;
- определение открытой и закрытой пористости, распределения пор по диаметру;
- исследование пространственного распределения основных породообразующих минералов с определением их процентного содержания;
- анализ взаимосвязей между компонентным составом и текстурными особенностями коллекторов и условиями их образования.

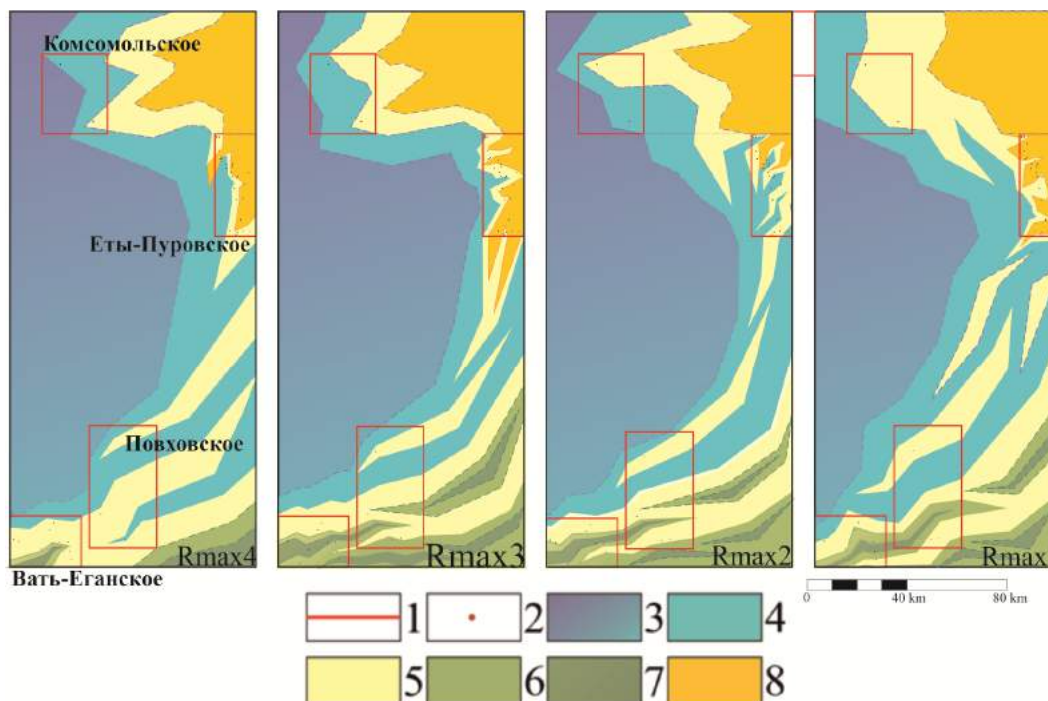


Рис. 4. Региональные палеогеографические схемы, построенные путем корреляции разрезов месторождений Среднеобской (Вать-Еганское, Повховское) и Надым-Пурской (Еты-Пуровское, Комсомольское) НГО: 1 – границы месторождений, 2 – скважины, 3 – отложения глубоководного шельфа, 4 – отложения переходной зоны, 5 – отложения пояса подводных валов и баров, 6 – отложения высокодинамических зон лагун, 7 – отложения низкодинамических зон лагун, 8 – отложения дельт

Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что фациальные условия формирования в значительной степени определяют ход дальнейших диагенетических преобразований, оказывая влияние на их коллекторские свойства (рис. 5).

В первую очередь это касается вещественного состава. Пласт Ю₁ в целом представлен кварцевыми и аркозовыми песчаниками. Взаимосвязь аутигенеза с коллекторскими свойствами пород подтверждена многими исследователями [3].

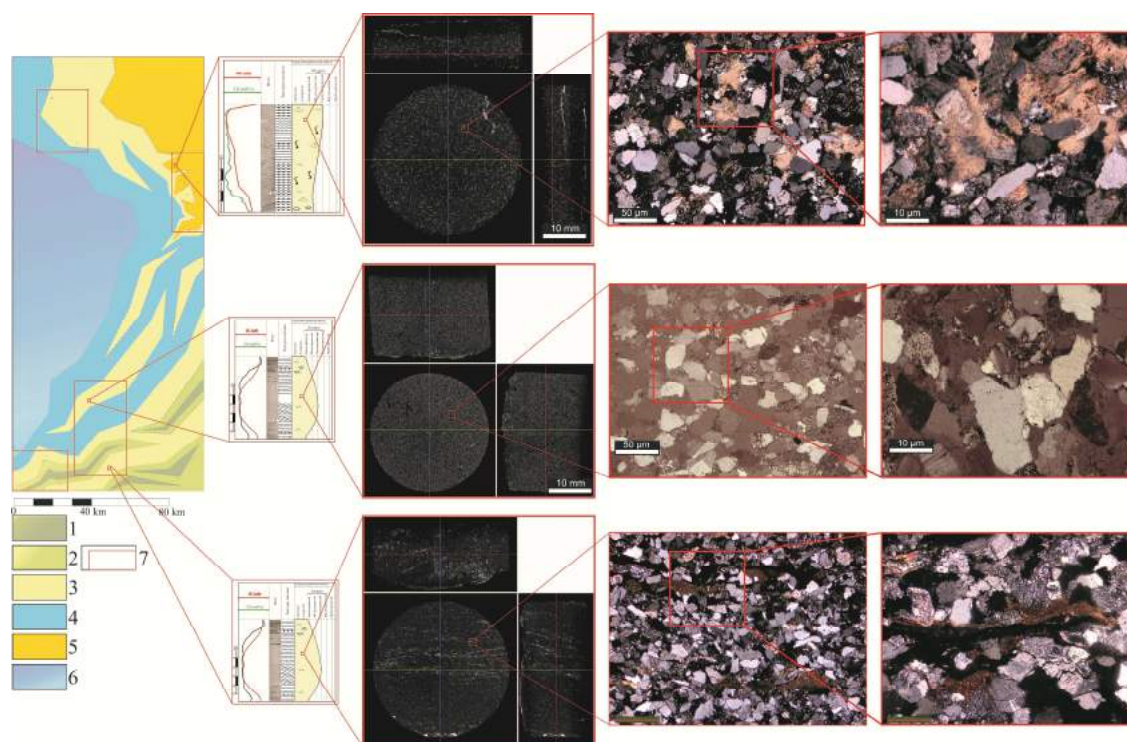


Рис. 5. Структурно-генетические типы коллекторов пласта Ю₁ (четвертый максимум регрессии): 1 – границы месторождений, 2 – скважины, 3 – отложения глубоководного шельфа, 4 – отложения переходной зоны, 5 – отложения пояса подводных валов и баров, 6 – отложения высокодинамических зон лагун, 7 – отложения низкодинамических зон лагун, 8 – отложения дельт

В этом отношении отличительной особенностью аркозовых песчаников устьевых баров является повсеместное распространение карбонатного порового цемента. Цемент имеет мономинеральный состав и представлен кальцитом. Гидродинамические и геохимические условия седиментации данного типа отложений указывают на то, что цемент имеет аутигенное происхождение. Для возникновения хомогенной осадки вещества из поровых вод необходима физико-химическая открытость системы при диагенезе. При удалении из системы углекислого газа, по принципу Ле-Шателье, реакция смещается в сторону кристаллизации CaCO_3 . В условиях формирования дельтовых отложений удалению CO_2 способствует перемешивание осадка роющими животными (биотурбациями) и процессами оползания. Текстуры биотурбации и оползания повсеместно присутствуют в слоях устьевых баров [3].

Кварцевые песчаники вдольбереговых баров и подводных валов по компонентному составу и структурно-текстурным особенностям подразделены на два подтипа:

Слои вдольбереговых баров, ограничивающих лагуны, отличаются ориентированными по наслоению скоплениями сидерита. Образованию карбоната железа способствуют большее количество органического вещества и восстановительные условия седиментации. В таком случае процессы породообразования развиваются по глеевому типу. Данный набор условий хорошо согласуется с лагунными обстановками, которые образованы вдольбереговыми барами.

Самыми «чистыми» в отношении минерального состава являются кварцевые песчаники подводных валов, которые располагаются на значительном расстоянии от береговой линии. Этот структурно-генетический тип изучаемых отложений в наибольшей степени переработан волнениями, вследствие чего содержит меньшее количество реакционного органического вещества. Отсутствие следов биотурбаций и оползаний указывает на химически закрытую систему при диагенетических преобразованиях и незначительную степень процессов окисления. Все это препятствует образованию аутигенных минералов, и в данных типах песчаников на преобразование морфологии порового пространства в большей степени влияют структурно-текстурные особенности породы.

В этом отношении песчаники подводных валов обладают наибольшей степенью сортировки и меньшим размером частиц. Частицы по наслоению не ориентированы.

Песчаники вдольбереговых баров по большей части обладают выраженной волнистой микрослойчатостью, которая намечается чешуями новообразованного хлорита и прослоями сидерита.

Песчаники дельтовых отложений плохо сортированы, с массивной микротекстурой. В сочетании с повсеместным распространением порового кальцитового цемента это сильно ухудшает их коллекторские свойства (рис. 6) Средние значения открытой пористости, по данным микрофотографии, 3-5%. Средние содержания кальцита – 20-25 %.

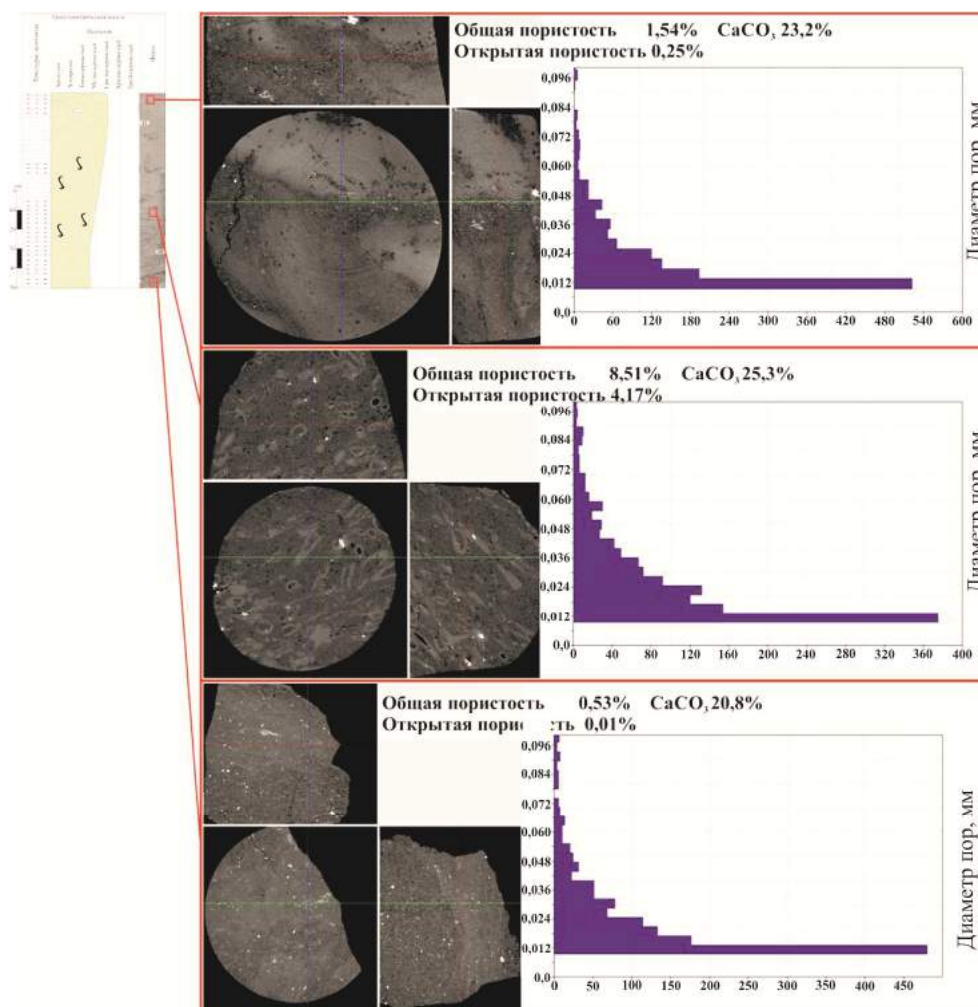


Рис. 6. Результаты томографии песчаников, образованных в условиях устьевых баров

Наибольшими значениями открытой пористости обладают песчаники пояса подводных валов. В среднем их открытая пористость составляет 25-30%, максимальные значения наблюдаются в средних частях слоя (рис. 7). Коллекторы, образованные песчаниками вдольбереговых баров, имеют средние значения открытой пористости 10-12%.

Анализ гистограмм распределения пор по максимальному сферическому диаметру показал, что величина пор не зависит от генетического типа коллектора. Так как значения проницаемости напрямую связаны с фрактальной размерностью открытых пор, этот факт позволяет предположить, что значения проницаемости для каждого типа песчаников также будут зависеть от обстановки их формирования.

Таким образом, по результатам литолого-фациального анализа и интерпретации данных компьютерной микротомографии можно сделать вывод о том, что фациальные условия формирования отложений в значительной степени влияют на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов. Наибольшими значениями пористости обладают песчаники, сформированные в обстановках пояса подводных валов.

Условия их формирования способствовали интенсивной переработке песчаного материала волнениями, что обеспечило хорошую сортировку. Вследствие удаленности пояса от берега и отсутствия роющих организмов и оползней, процессы окисления при формировании данного структурно-генетического типа проходили наименее интенсивно. В результате это свело к минимуму аутигенное минералообразование в ходе диагенетических преобразований породы, а, значит, препятствовало заполнению первичных пор цементом.

Значения открытой пористости коллекторов, образованных в условиях вдольбереговых, баров более чем в два раза ниже. Причиной, вероятно, является худшая сортировка материала и наличие аутигенных минералов, представленных сидеритом.

Песчаники устьевых баров обладают самыми низкими значениями открытой пористости по причине повсеместного распространения карбонатного цемента, представленного аутигенным кальцитом. Причиной данных новообразований является тот факт, что формирование дельтовых песчаников подразумевало физико-химическую открытость системы при диагенезе вследствие наличия роющих животных и процессов оползания.

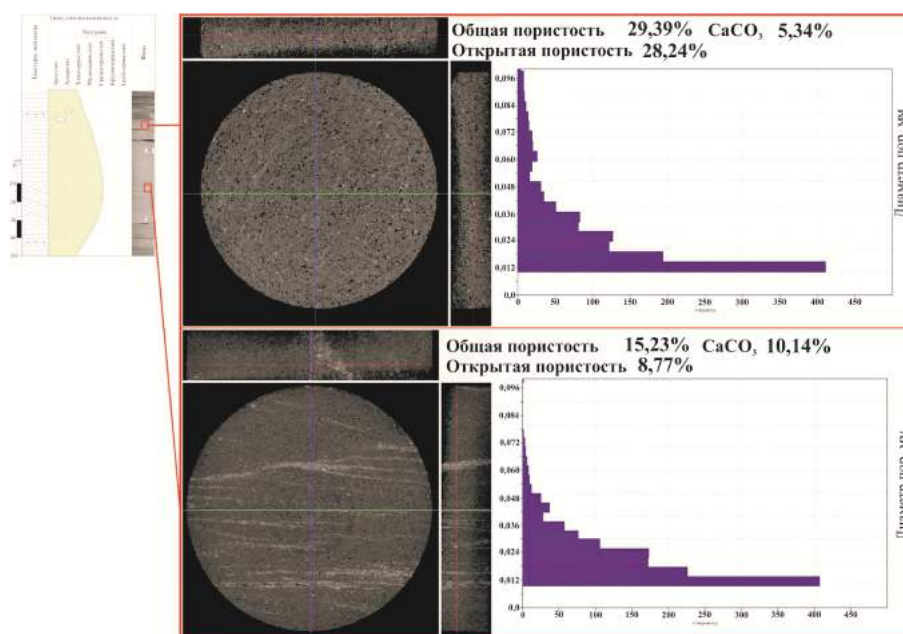


Рис. 7. Результаты томографии песчаников пояса подводных валов

Результаты данного исследования могут послужить основой для создания петрофизических моделей залежей и месторождений для продуктивного пласта Ю₁ центральной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна и обеспечивают постепенный переход от формационно-слоевого уровня организации продуктивного пласта к его компонентно-вещественному составу.

Литература

1. Конторович А.Э. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Западно-Сибирский бассейн / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук и др. – Новосибирск, 1994. – Вып. 2: – 296 с.
2. Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность / Под. ред. Ю.Н. Карогодина. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
3. Леонов Ю.Г., Волож Ю.А. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. – М.: Изд-во «Научный мир», 2004. – 570 с.
4. Лихачев А.В. Алгоритмы томографической реконструкции: учеб. пособие / Под. ред. А.В. Лихачева. – Новосибирск: Изд-во Новосибирск. национал. исслед. гос. ун-та, 2013. – 117 с.
5. Реддинг Х. Обстановки осадконакопления: пер. с англ. – М.: «Мир», 1990. – 354 с.
6. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций / Под. ред. С.Б. Шишлова – СПб: СПГГИ им. Плеханова, 2010. – 343 с.
7. Штырляева А.А. Палеогеографические условия формирования пластов Ю₁ и Ю₂ Еты-Пуровского месторождения (Западная Сибирь). // Нефть и газ, 2015. – Вып. 2 – №11. – С. 33 – 38.
8. Юрская система. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Западной Сибири / Б.Н. Шурыгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятков и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 468 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГИС НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТА ЮС₂ БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

М.А. Юрьева

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

В настоящее время месторождения Сургутского свода представляют большой интерес для добычи углеводородов (УВ). Высокая выработанность основных продуктивных объектов осложняет эту задачу, поэтому для поддержания уровня добычи нефти в разработку вовлекаются трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ). Низкопродуктивные залежи горизонта ЮС₂ привлекают внимание геологов, так как содержат значительные запасы УВ. Однако сложное геологическое строение природных резервуаров тюменской свиты и сильная литологическая изменчивость продуктивных пластов затрудняют эксплуатацию интересующего объекта.

Для получения достоверной литологической информации при исследованиях терригенных отложений используют геофизические методы. Наиболее часто используются методы самопроизвольной поляризации (ПС) и естественной гамма-активности (ГК). Электрометрические и радиоактивные модели фаций используются для выявления условий седиментации. Традиционно для фациальной интерпретации пользуются методикой В.С. Муромцева [4]. Объектом исследования явилось Быстринское газонефтяное месторождение, расположенное в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, в 50 км к северо-западу от г. Сургута.

К кровле тюменской свиты приурочен нефтеносный пласт ЮС₂, который является объектом детального изучения. Для определения генезиса пласта было выбрано два профиля скважин в южной части месторождения: по простираанию и вкрест простираания (рис. 1).

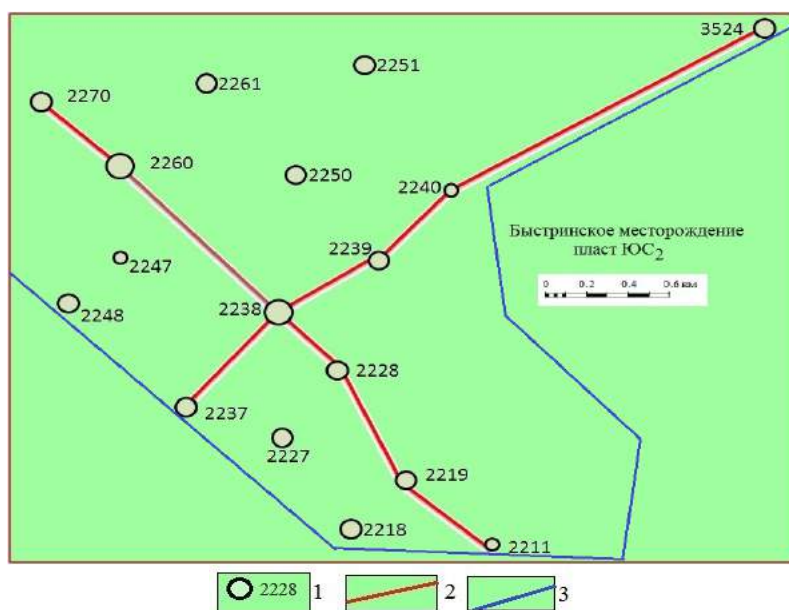


Рис. 1. Схема профилирования:

1 – скважина и её номер, 2 – профиль скважин, 3 – граница руслового тела

Выявление фациальной принадлежности продуктивных отложений пласта ЮС₂ по их электрометрическим ПС-моделям проводилось методом визуального анализа каротажных диаграмм. Интерпретация осуществлялась с помощью исследований А.В. Ежовой [2], основанных на методике В.С. Муромцева. Было проанализировано 10 скважин. На рис. 2 представлены ПС-модели по двум скважинам.

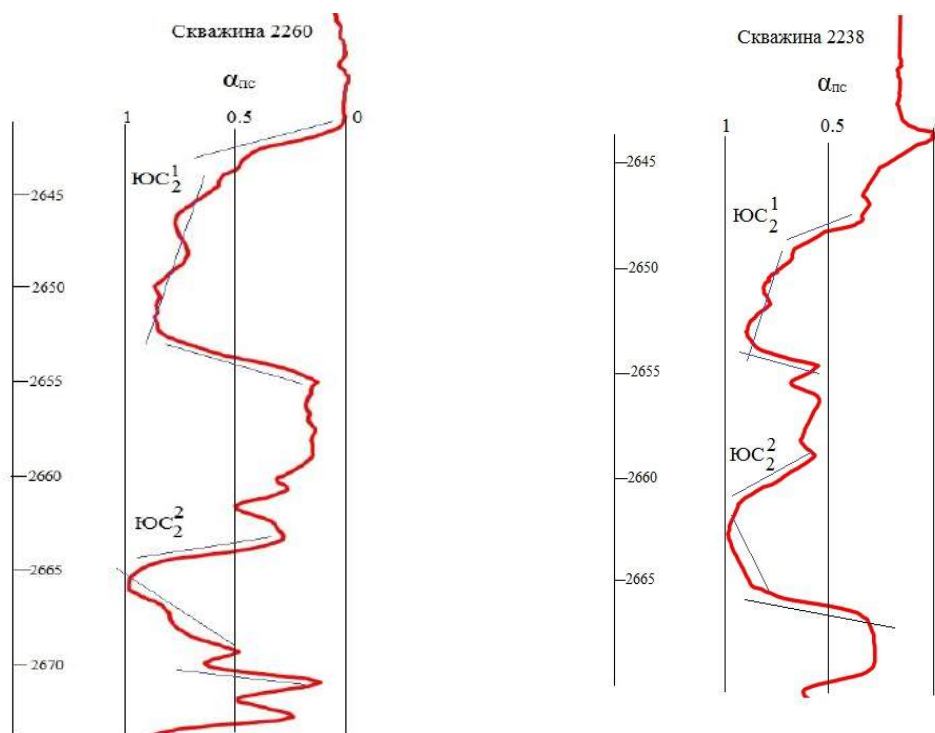


Рис. 2. Пример реальных ПС-моделей фаций продуктивных отложений тюменской свиты пласта ЮС₂ по двум скважинам

Скважина 2260. Кровля пласта ЮС₂ залегает на глубине 2641 м, подошва – 2672 м. Пласт подразделяется на две пачки. Пачка ЮС₂¹: аномалия расположена в зоне отрицательных отклонений ПС, $\alpha_{ПС} = 0,8-0,9$. Кровельная линия – наклонная прямая, боковая – наклонная волнистая, подошвенная – наклонная прямая. По выделенным признакам пачку можно отнести к фации русловых отmelей ограниченно меандрирующих рек. Пачка ЮС₂²: аномалия расположена в зоне отрицательных отклонений ПС, имеет вид треугольника, $\alpha_{ПС} = 1,0$. Кровельная линия – полого-наклонная, прямая; боковая – отсутствует; подошвенная линия – наклонная зубчатая. Фация вдольбереговых регрессивных баров.

Скважина 2238. Кровля пласта ЮС₂ залегает на глубине 2646 м, подошва – 2667 м. Как и в скважине 2260, пласт делится на две пачки. Пачка ЮС₂¹: аномалия расположена в зоне отрицательных отклонений ПС, $\alpha_{ПС} = 0,8-0,9$. Кровельная линия – наклонная прямая; боковая – наклонная волнистая; подошвенная – наклонная прямая. По всем признакам пачка ЮС₂¹ в скважине 2238 совпадает с пачкой ЮС₂¹ в скважине 2260, поэтому её так же можно отнести к фации русловых отmelей ограниченно меандрирующих рек. ЮС₂²: аномалия расположена в зоне отрицательных отклонений ПС, $\alpha_{ПС} = 1,0$. Кровельная линия – наклонная прямая; боковая – наклонная прямая; подошвенная – наклонная прямая. По выделенным признакам можно отнести к фации баров.

Анализ ПС-моделей по десяти скважинам позволил выделить два комплекса фаций в исследуемом интервале: аллювиальный и прибрежно-морской. Аллювиальный комплекс: 1) фация русловых отmelей ограниченно меандрирующих рек; 2) фация русловых отmelей интенсивно меандрирующих рек. Прибрежно-морской комплекс: 1) фация устьевых баров; 2) фация вдольбереговых регрессивных баров.

Диаграммы ГИС содержат в себе важную информацию. Широкий комплекс промыслово-геофизических исследований позволяет получить непрерывную фациальную характеристику вдоль ствола скважины, которая используется при трёхмерном моделировании. Использование электрометрических моделей повышает детальность фациальных реконструкций. Однако не стоит забывать, что только комплексное исследование геофизических данных и кернового материала позволяет получать наиболее достоверные результаты.

Электрометрические модели фаций отражают палеогидродинамическую активность среды осадконакопления. Полученные данные при интерпретации каротажных диаграмм подтверждают аллювиальный генезис отложений пласта ЮС₂ и границу руслового тела, показанную на рис. 1. Руслу древних рек представляют собой сочетание хорошо проницаемых и непроницаемых пород, необходимое для формирования скоплений УВ. Именно поэтому при поисках залежей нефти и газа песчаные тела аллювиального генезиса представляют особый интерес.

Литература

1. Ежова А.В. Литология: Учебное пособие. – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 336 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.

ВЛИЯНИЕ ПИРИТИЗАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ГИС В ЮРСКИХ КОЛЛЕКТОРАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.В. Янышевский

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определение характера насыщения пород-коллекторов на стадии разведки и при подсчете запасов УВ основано на интерпретации данных ГИС. Пласты с низким удельным электрическим сопротивлением ($\rho_n = 3,5-5,5$ Ом·м) интерпретируются как водонасыщенные [4, 8, 11, 13].

Однако известно немало случаев получения притоков нефти из верхнеюрских коллекторов на ряде нефтяных месторождений Томской области именно из интервалов, отнесенных к водонасыщенным по показателям индукционного каротажа (рис. 1). Аналогичные коллекторы были вскрыты и на месторождениях Широкого Приобья Тюменской области в пределах Нижневартовского, Сургутского, Ноябрьско-Пурского нефтегазоносных районов.

Целью настоящей работы является установление зависимости геофизических параметров от характера нефтенасыщения коллекторов и выявление степени вторичных преобразований, влияющих на снижение электропроводности в них.

Исследования проводились на образцах керна и в шлифах из пород-коллекторов юрского возраста, вскрытых скважинами на юго-востоке Западно-Сибирской плиты (рис. 1).

В керне определялись фильтрационно-емкостные свойства, водонасыщенность, остаточная нефтенасыщенность, объемная плотность; в шлифах – минералогический состав, содержание цемента, характер пустотного пространства, распределение нефтяного вещества. Использовался комплекс материалов геофизических исследований скважин: диаграммы стандартного, индукционного, радиоактивного каротажа, а также результаты испытания в скважинах. Изучено более 300 образцов по 15 месторождениям юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Как было установлено еще в 90^е г. совместными работами сотрудников лаборатории петрофизики СИБНИИП (Ф.Я. Боркун и др.) и кафедры геологии и разработки нефтяных месторождений ТПУ (А.В. Ежова и др.) [3], причиной аномальности промыслово-геофизических характеристик нефтенасыщенных пластов,

оцениваемых как водонасыщенные из-за низких значений электрического сопротивления, является присутствие в породах минералов-полупроводников, которые представлены сульфидами, оксидами титана и железа.

Количественные взаимоотношения минералов показали явное преобладание сульфидов над другими компонентами: оксиды титана и железа присутствуют в количестве 1–2 % и содержатся в основном в водоносных горизонтах или водонасыщенных частях нефтесодержащих коллекторов, а сульфиды присутствуют повсеместно и в заметных количествах (от 4 до 14 %, иногда более).

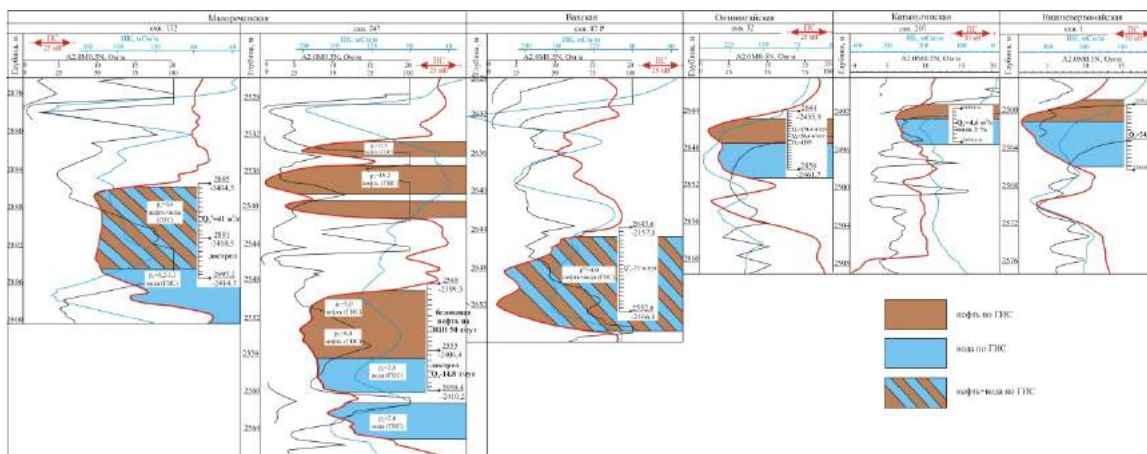


Рис. 1. Примеры нефтенасыщения верхнеюрских низкоомных коллекторов

Сульфиды (соединения FeS_2) встречаются в виде кристаллических образований (пирита и марказита) и порошкообразной черной массы (мельниковита). *Пирит* и *марказит* имеют одинаковый химический состав (Fe – 46,6 %, S – 53,4 %), цвет (в отраженном свете металлический, золотистый), петрофизические свойства (удельное электрическое сопротивление 10^{-5} – 10 Ом·м, плотность 4,88–5,2 г/см³) [11]. Различают эти минералы по кристаллической структуре: пирит встречается в форме кубиков (кубическая сингония), а марказит имеет облик кристаллов таблитчатый, копьевидный, а также встречается в виде конкреций с радиально-лучистым строением (ромбическая сингония) [2]. *Мельниковит* (коллоидальный бисульфид железа) представляет собой тонкодисперсное вещество с удельным весом 4,1 г/см³, состоящее из мельчайших зерен пирита и марказита, как показали рентгеноструктурные исследования [2].

Для сульфидов нефтенасыщенных коллекторов характерны следующие формы: тонкодисперсное рассеяние, псевдоморфозы, идиоморфные кристаллы, сферолиты, неправильные образования, прожилки, линзочки (рис. 2). Цемент – базальный, поровый, пленочный.

Наибольший интерес представляют образования сульфидов в виде сыпи на зернах и нефти, а также пленок по периферии пор, заполненных нефтью.

Учитывая, что петрофизические свойства пирита и марказита тождественны, их кристаллографические отличия для решения поставленных задач не имеет существенного значения. В связи с этим, во избежание различных толкований названных минералов, в настоящей работе минералогические разновидности сульфидов подгруппы пирита (по классификации А.Г. Бетехтина) [2] не выделяются, а имеют одно название – пирит.

Кристаллизация пирита происходила, вероятно, благодаря восстановлению оксидов железа и сульфатов пластовых вод. Повышенные содержания ионов SO_4^{2-} (37–113 г/л) против фоновых (3,7–2,0 и менее г/л) наблюдаются в пластовых водах из верхнеюрских отложений в месторождениях с аномальными геологическими характеристиками (31 и 49 определений соответственно).

Ассоциации нефти и пирита приурочены обычно к нижней части пластов, где повышается содержание остаточной воды. Пирит и остаточная вода окружают нефтепроявление и создают замкнутую цепь, хорошо пропускающую электрический ток. На записях электрокаротажных диаграмм регистрируется падение удельного электрического сопротивления.

Результаты проведенных авторами исследований геофизических параметров и образцов из скважин юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции показали, что определения нефтенасыщения коллекторов по всем видам каротажа сопротивления не всегда являются достоверными. В связи с этим необходимо рассмотреть возможности геофизических методов, учитывающих другие петрофизические свойства пород и позволяющих устанавливать наличие электропроводящих минералов в них.

По значениям потенциалов вызванной поляризации наличие электропроводящих минералов определяется довольно уверенно. Измерения проводились в образцах Ф.Я. Боркуном [3] после экстрагирования, т.е. удаления углеводородов. В пластовых условиях при повышении температуры электропроводность минералов-полупроводников резко увеличивается [8–10]. В связи с этим предположенная Ф.Я. Боркуном номограмма по определению характера насыщения коллекторов, содержащих электропроводящие минералы, по данным замеров потенциалов вызванной поляризации, должна быть проверена результатами измерения в скважинах. К сожалению, этот метод при работе с нефтегазовыми скважинами не используется.

Другим информативным методом, учитывающим плотностные свойства пород, к тому же, применяемым при геофизических исследованиях скважин, является метод гамма-гамма каротажа по плотности (ГГК-П).

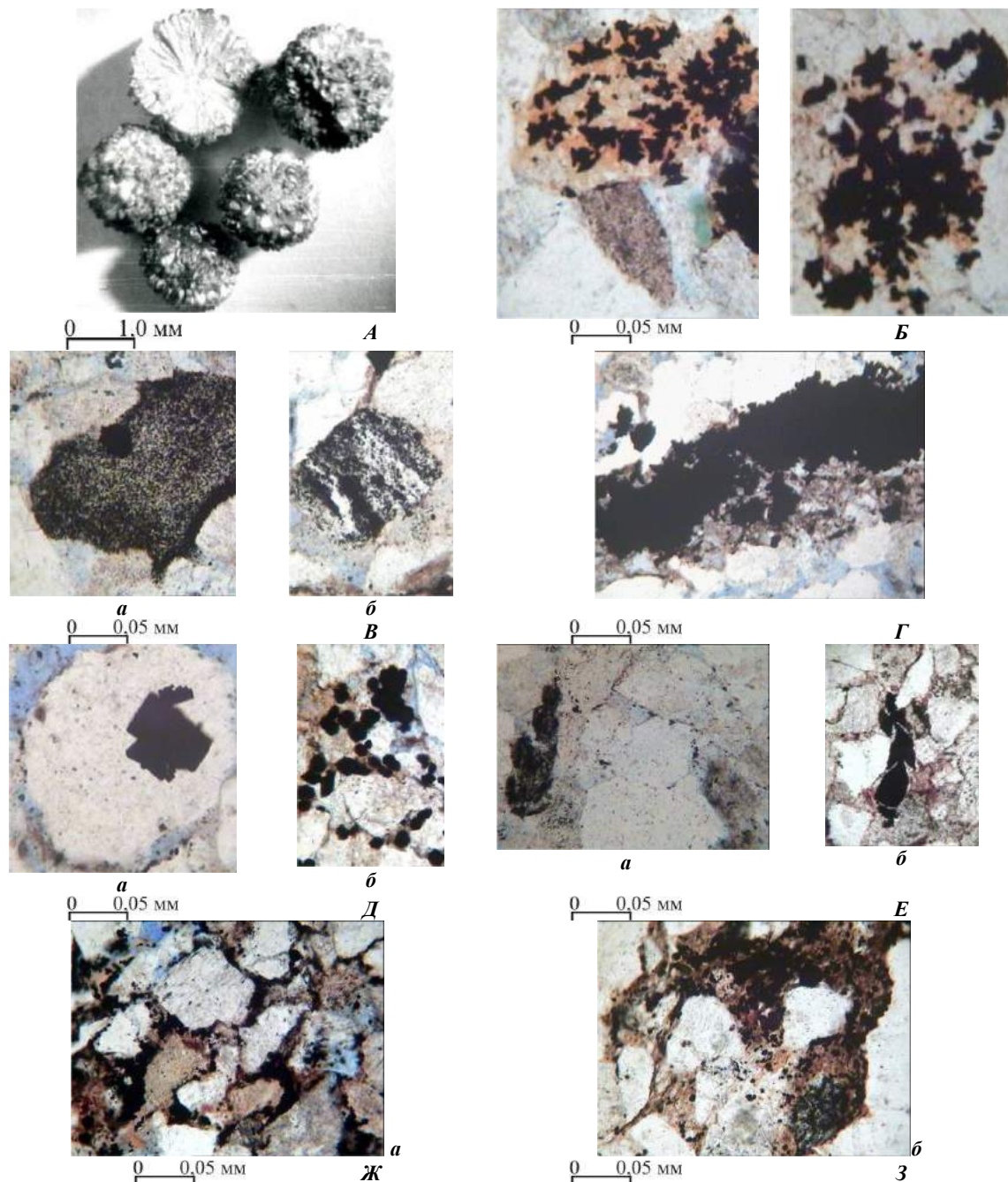


Рис. 2. Разновидности сульфидов из верхнеюрских коллекторов (илифы, николи параллельны):
А – марказит: конкреции с радиально-лучистым строением (Малореченская скв. 101. Гл. 2454.0 м);
Б – марказит: скопление частично окисленных копейвидных кристаллов (Онтонигайская скв. 6. Гл. 2605.0 м); В – мельниковит: тонкодисперсный налет на обломке: а – Онтонигайская скв. 6. Гл. 2610.58 м; б – Нижнепервомайская скв. 1. Гл. 2560.43 м; Г – линзовидное скопление сульфидов (Нижнепервомайская скв. 1. Гл. 2569.5 м); Д – пирит: а – кристаллы (Нижнепервомайская скв. 1. Гл. 2560.17 м), б – глобулы (Первомайская скв. 895. Гл. 2784.66 м); Е – псевдоморфозы по фораминиферам: а – Онтонигайская скв. 6. Гл. 2610.83 м; б – Герасимовская скв. 12. Гл. 2620.63 м; Ж и З – пирит в ассоциации с нефтяным веществом в пленочно-порово-базальном цементе: а – Волковская скв. 2. Гл. 2477.23 м; б – Онтонигайская скв. 31. Гл. 2610.1 м

Как известно [1, 11], присутствие среди вмещающих пород, имеющих плотность $(2,4-2,7) \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$, сульфидов и других руд с плотностью $(4,5-5,1) \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ фиксируется на каротажных диаграммах уменьшением интенсивности излучения.

Выявленные по 300 образцам взаимосвязности объемной плотности, содержания электропроводящих минералов и открытой пористости позволили построить номограмму оценки характера насыщения коллекторов (рис. 3).

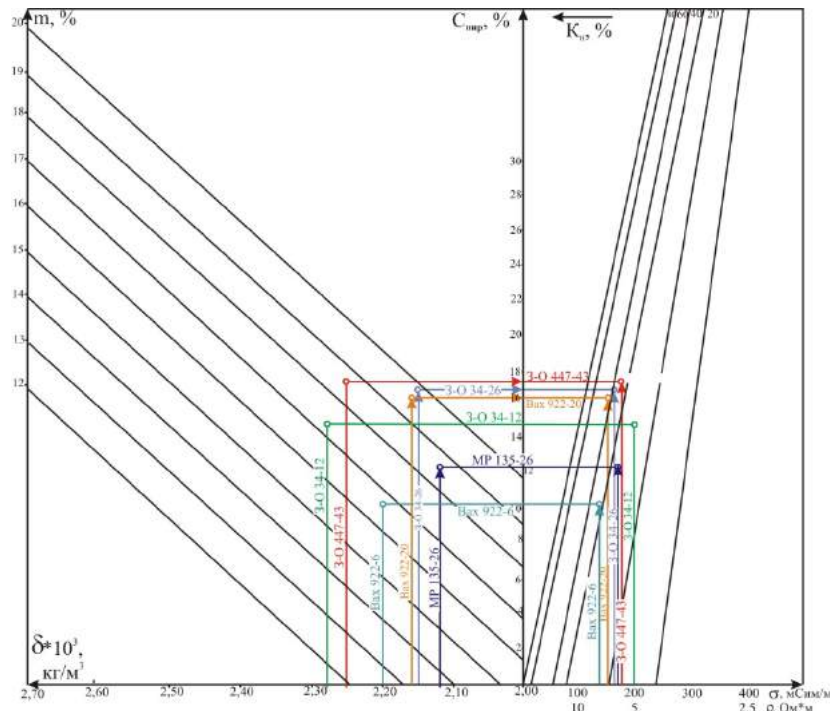


Рис. 3. Номограмма оценки нефтенасыщенности верхнеюрских низкоомных коллекторов

Правая часть номограммы, составленная Ф.Я. Боркуном [3] для верхнеюрских коллекторов Сургутского свода, представляет собой график взаимосвязности удельной электропроводности пород (σ), коэффициента их нефтенасыщенности (K_n) и содержания в них пирита ($C_{\text{пир}}$, %). Удельная электропроводность полностью водонасыщенного образца при отсутствии в нем электропроводящих минералов равна 266 мСим/м ($\rho_n = 3,75 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) при пластовой температуре 90°C . Удельное электрическое сопротивление пирита при этой температуре составляет 1,5 Ом·м.

Левая часть номограммы, построенная А.В. Ежовой [6], представляет собой график, позволяющий определить содержание электропроводящих минералов по данным объемной плотности пород (δ) с учетом их пористости (m).

Порядок пользования номограммой:

- по данным гамма-гамма каротажа по плотности определяют значение объемной плотности пород;
- по радиоактивному каротажу находят коэффициент пористости пород;
- от точки, соответствующей величине объемной плотности пород (δ), восстанавливают перпендикуляр до его пересечения с горизонтальной линией, соответствующей значению пористости пород (m). Проекция этой точки на ось ординат позволит определить содержание в породе пирита ($C_{\text{пир}}$, %);
- по данным ИК определяют удельную электропроводность пород (σ), восстанавливают перпендикуляр до его пересечения с горизонтальной линией через ординату ($C_{\text{пир}}$, %). Местоположение полученной точки в системе наклонных линий позволяет количественно оценить характер насыщения нефтью исследуемого пласта-коллектора.

Для примера на номограмму нанесены данные по некоторым образцам исследованных пород. При этом были выбраны образцы из коллекторов, которые по геофизическим данным идентифицировались как водонасыщенные. В шлифах из этих образцов отчетливо видно нефтяное вещество, заполняющее поры (рис. 4).

Номограмму рекомендуется использовать при интерпретации материалов ГИС для выявления степени нефтенасыщения в низкоомных коллекторах.

Выводы

1. Подтверждено установленное ранее А.В. Ежовой предположение, что причиной аномальных промыслово-геофизических характеристик является присутствие в нижней части нефтенасыщенных коллекторов пирита в виде пленочного цемента, часто в ассоциации с нефтяным веществом.
2. Пирит как полупроводник и остаточная вода при повышении температуры на глубинах залегания поровых коллекторов, окружая нефтепроявление, создают замкнутую цепь, пропускающую

электрический ток, на электрокаротажных диаграммах фиксируется падение удельного электрического сопротивления.

3. Использование метода гамма-гамма каротажа по плотности позволяет выявить интервалы нефтенасыщения при низких значениях удельного сопротивления.

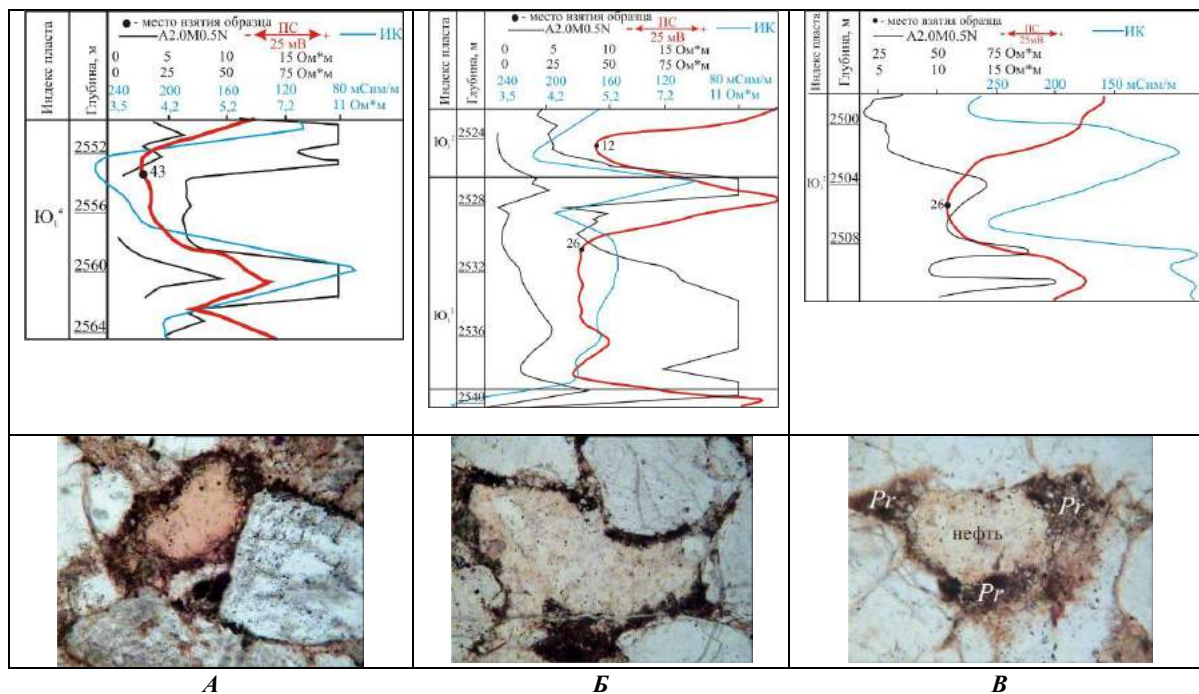


Рис. 4. Аномальные геофизические характеристики и фотографии шлифов, нефтенасыщенных коллекторов (бурое – нефть, черное – пирит): А – Западно-Останинская скв. 447; Б – Западно-Останинская скв. 34; В – Малореченская скв. 135

Литература

1. Арцыбашев В.А., Иванюкович Г.А. Плотностной гамма-гамма-каротаж на рудных месторождениях. – М.: Атомиздат, 1975. – 72 с.
2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – 540 с.
3. Влияние сульфидных образований на петрофизические свойства коллекторов горизонта Ю₁ / А.В. Ежова, В.Ф. Либина, Ф.Я. Боркун, Н.И. Сальникова. ВНИИОЭНГ; № 1937-нг/91. – Томск: ТПИ, 1991. – 162 с.
4. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. – М.: Недра, 1985. – 310 с.
5. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.И. Промысловая геофизика: Учебник. – М.: Изд-во Нефть и газ, 2004. – 180 с.
6. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 114 с.
7. Ежова А.В. Методика оценки нефтенасыщенности низкоомных коллекторов в юрских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Известия ТПУ. – Томск, 2006. – Т. 309. - № 6. – С. 23 – 26.
8. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: Справочник / Под ред. В.М. Добрынина. – М.: Недра, 1988. – 476 с.
9. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. – Л.: Недра, 1980. – 391 с.
10. Латышова М.Г., Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1990. – 312 с.
11. Петрофизика: Учебное пособие для вузов / Г.С. Вахромеев, Л.Я. Ерофеев, В.С. Канайкин, Г.Г. Номоконова. – Томск: Изд-во ТГУ, 1997. – 462 с.
12. Промысловая геофизика: Учебник / В.М. Добрынин и др. – М.: Изд-во Нефть и газ, 2004. – 397 с.
13. Стрельченко В.В. Геофизические исследования скважин: Учебник. – М.: РГУ Нефти и газа. – М. Недра, 2008. – 551 с.

**ОЧАГИ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ КУОНАМСКОГО КОМПЛЕКСА
КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ**

Е.С. Ярославцева

Научный руководитель доцент Л.М. Бурштейн

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука,
г. Новосибирск, Россия*

Курейская синеклиза занимает северо-западную часть Сибирской платформы и охватывает площадь около 660 тыс. км² [2]. В административном отношении она расположена в северных районах Красноярского края и Республики Саха (Якутия).

Осадочный чехол на территории Курейской синеклизы в основании представлен отложениями венда и кембрия, ниже залегают породы рифея или кристаллического фундамента, выше – отложения ордовика, силура и четвертичной системы [3]. Осадконакопление кембрийских отложений происходило в различных фациальных обстановках. На юге территории располагалась северная часть солеродного бассейна [3], в котором накапливались галогенно-карбонатные осадки. В северо-восточной части исследуемой территории располагалось открытое Эвенкийское море, в котором в раннем-среднем кембрии в условиях некомпенсированного прогибания на глубоководье накапливались обогащенные органическим веществом кремнисто-карбонатно-глинистые осадки, слагающие куонамский комплекс (куонамская свита и аналоги шумнинская, иниканская свиты). Открытое море отделялось от солеродного бассейна системой барьерных рифов [4], отмеченной появлением в разрезе карбонатных построек и шлейфов обломочных карбонатов.

Отложения куонамского комплекса наиболее детально изучены на востоке Сибирской платформы по материалам из обнажений [5]. Эти породы обогащены аквагенным органическим веществом и являются потенциально нефтепроизводящими. Они могли генерировать нефти и стать источником крупных залежей нефти и газа [6].

При прогнозе перспектив нефтегазоносности существенную роль играют реконструкции динамики процессов нефтидогенеза и общая оценка масштабов генерации углеводородов. Проблема такого рода исследований в пределах Курейской синеклизы состоит в том, что на этой территории интенсивно проявлялся трапповый магматизм. Внедрение траппов приводило к аномальному для осадочных бассейнов прогреванию пород, определявшему важнейшие процессы преобразования органического вещества и нефтидов в осадочном чехле, и коренным образом меняло характер нефтегазоносности [7]. Для того чтобы понять механизмы и степень влияния этих процессов, необходимо реконструировать состояние нефтегазовых систем (в т.ч. масштабы реализации углеводородного потенциала основных нефтегазопроизводящих толщ) на момент до начала траппового магматизма (начало перми).

В настоящей работе для куонамского генерирующего комплекса было выполнено вычислительное моделирование динамики и масштабов генерации углеводородов на дотрапповый период. По результатам моделирования на исследуемой территории отчетливо выделяются два очага нефтеобразования, соответствующие депрессионным зонам в структуре осадочного чехла: Ламско-Хантайский и Туринский (рис.).

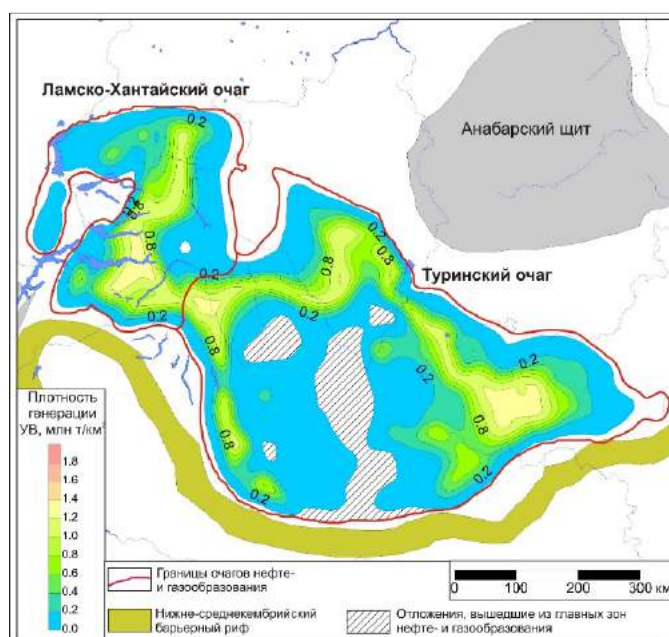


Рис. Схема распределения плотности генерации углеводородов в куонамском комплексе за период 350-325 млн. лет – ранний карбон (с использованием материалов ИНГГ)

Отложения куонамского комплекса в Туринском очаге начали входить в главную зону нефтеобразования 475-450 млн. лет назад, в ордовике. В позднем ордовике и силуре площадь, на которой куонамский комплекс вошел в главную зону нефтеобразования, расширилась и начал формироваться крупный очаг генерации углеводородов. Одновременно начал зарождаться Ламско-Хантайский очаг. К концу силура и в девоне интенсивность генерации углеводородов в Туринском очаге достигла максимума, а в конце девона и раннем карбоне в Туринском очаге отложения куонамского комплекса достигли глубин и температур, при которых масштабы генерации начали снижаться. К концу позднего карбона в центральной части Туринского очага генерация углеводородов полностью прекратилась.

Распределение очагов генерации на конец анализируемого периода носит достаточно прихотливый характер и определяется тем, что в центральных частях депрессионных зон генерационный потенциал отложений уже реализован, а периферийные более приподнятые части еще не вошли в фазу интенсивной генерации. Таким образом, очаги интенсивной генерации углеводородов на этом этапе в основном приурочены к склонам палеовпадин.

Следует заметить, что, согласно результатам моделирования, в Туринском очаге значительная часть генерационного потенциала куонамского комплекса к началу перми была реализована. Скорее всего, к началу внедрения траппов основная часть залежей была сформирована за счет углеводородов, генерация которых имела место в девоне, позднем карбоне и ранней перми. Таким образом, внедрение интрузий траппов в тело куонамской свиты в конце перми – начале триаса в Туринском очаге генерации уже не могла существенно сказаться на его генерационном потенциале. Несколько большим такое влияние могло быть в Ламско-Хантайском очаге. В нем активная генерация углеводородов могла продолжаться до конца карбона включительно.

Исследование выполнено в рамках проекта VIII.73.4.1.

Литература

1. Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К. и др. Разновозрастные очаги нефтидообразования и нефтидонакопления на Северо-Азиатском кратоне // Геология и геофизика, 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1676 – 1693.
2. Конторович А.Э., Беляев С.Ю., Конторович А.А. Тектоническая карта венд-палеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2009. – Т. 50. – №8. – С. 851 – 862.
3. Мельников Н.В. Венд-кембрийкий соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.
4. Нижне-среднекембрийский рифогенный барьер на севере Сибирской платформы – объект первоочередных нефтегазопроисковых работ / Ю.А. Филлипов, Н.В. Мельников, А.С. Ефимов и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2014. – № 2 (18). – С. 25 – 35.
5. Парфенова Т.М., Бахтуров С.Ф., Шабанов Ю.Я. Органическая геохимия нефтепроизводящих пород куонамской свиты кембрия (восток Сибирской платформы) // Геология и геофизика, 2004. – Т. 45. – № 7. – С. 911 – 923.
6. Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Борисова Л.С., Меленевский В.Н. Кероген куонамской свиты // Геология и геофизика, 2010. – Т. 51. – № 3. – С. 353 – 363.
7. Трапповый магматизм древних платформ в связи с нефтегазоносностью / Г.П. Вдовыкин, Ю.Г. Такаев, В.А. Зорькина, А.И. Панов и др. – М., 1983. – 39 с.

Секция 5

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОФИЗИКИ

М.М. Немирович-Данченко, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Практические и фундаментальные задачи развития территорий и агломераций, возможности компьютерной генерализации и обработки терабайтных данных и общемировая тенденция более широкого использования альтернативной энергетики - вот только несколько факторов из тех многих, которые определяют изменение научных интересов геофизиков разных стран. Изучение публикаций последних лет по геофизике, в том числе прикладной, позволяет выявить следующие интересные тенденции. Всё реже встречаются работы по геофизике «методов» и всё чаще – по геофизике «объектов». Большое внимание уделяется инженерной геофизике в самом широком смысле этого определения. С точки зрения математического аппарата значительное число работ формулируется в терминах нелинейных теорий, сложных моделей поведения блочно-иерархических структур на различных масштабных уровнях. Ну и, наконец, выявляются глубинные физико-химические закономерности трансформации геофизических полей.

Прежде всего, заявила о себе и стала отдельным направлением т.н. «биогеофизика» [1] – не в том виде, в котором она была известна отечественным исследователям биоценозов [2], а как современный мультидисциплинарный подход, оценивающий физико-химические следствия метаболизма микроорганизмов для отдельных минералов и горных пород. Как характерный пример можно привести работу [3], в которой показывается связь образования биоплёнок с комплексной электропроводностью образцов песчаника.

На том же масштабном уровне проводятся исследования в «геофизике интерфейсов», в которой показывается влияние поверхностных взаимодействий для гранулированных и трещиноватых пород на электрические, сейсмические и магнитные свойства [4]. Важно то, что подобные исследования проводятся и на реальных образцах, и на моделях, и в рамках развитых математических подходов. Наблюдаемая чувствительность геофизических данных к тому, что происходит на границах раздела «флюид-порода», «флюид-флюид», и «порода-порода» выдвигает на первый план новые способы применения геофизических измерений для получения информации о свойствах и процессах в недрах Земли. Интересно, что такой отрасли знаний, как физика прочности, именно интерфейсам в последние годы придаётся всё большее значение [5]

Для той отрасли геофизики, которая у нас традиционно называется «экологическая геофизика» (Environmental Geophysics), всё более характерной стала объектно-ориентированность. При этом в качестве сложных объектов рассматриваются, например, крупные оползневые структуры, отдельные города в их конкретном географическом положении и т.п. Так, в работе [6] с высокой степенью подробности моделируется система «город-местность», динамика этой системы в проходящей сейсмической волне, дается оценка импеданса в длинноволновом приближении. В качестве модели рассмотрена идеализированная система из 37 анизотропных резонирующих структур, задача решается аналитически в асимптотическом приближении и методом конечных элементов. А интересный подход с комплексированием 3d-электротомографии, радиомагнитотеллурического метода и сейсмоки применяется при анализе чувствительных (пльвунных) глин (quick-clay) [7] - самых, наверное, опасных глин, порождающих лавинообразный оползень даже при наклоне в несколько градусов.

Наконец, из многочисленных работ по сейсмологии хотелось бы выделить одну из последних статей о локальных изменениях гравитационного поля в сейсмической волне [8]. В этой работе дано точное аналитическое решение задачи о гравитационном возмущении, удовлетворяющем уравнению Пуассона. Решение получено методом Каньяра - де Хоопа для специального вида функции Грина. Авторам удалось показать, как влияет сейсмическая волна на возмущения гравитационного поля для расстояний в несколько сот километров.

Литература

1. Atekwana, E. A., Slater L. D., Biogeophysics: A new frontier in Earth science research //Rev. Geophys., 2009. Vol. 47, RG4004, doi:10.1029/2009RG000285
2. Г. Ф. Хильми. Теоретическая биогеофизика леса. — Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 1957. — 205 с.
3. Davis C. A. *et al.* Microbial growth and biofilm formation in geologic media is detected with complex conductivity measurements //Geophysical Research Letters, 2006, Vol. 33, L18403
4. Knight R., *et al.* Geophysics at the interface: Response of geophysical properties to solid-fluid, fluid-fluid, and solid-solid interfaces // Rev. Geophys., 2010, Vol. 48, RG4002, doi:10.1029/2007RG000242
5. Панин Л.Е., Панин В.Е. Эффект «шахматной доски» и процессы массопереноса в интерфейсных средах живой и неживой природы // Физ. мезомех. - 2007. - Т. 10. - № 6. - С. 5-20
6. Schwan L. *et al.* Site-city interaction: Theoretical, numerical and experimental crossed-analysis // Geophys. J. Int. first published online February 24, 2016, doi:10.1093/gji/ggw049

7. Shan Ch. *et al.* (2016). "Integration of controlled-source and radio magnetotellurics, electric resistivity tomography, and reflection seismics to delineate 3D structures of a quick-clay landslide site in southwest of Sweden //GEOPHYSICS, 2016, 81(1), B13-B29. doi: 10.1190/geo2014-0386.1
8. Harms J. Transient gravity perturbations from a double-couple in a homogeneous half space *Geophys. J. Int.* first published online February 24, 2016 doi:10.1093/gji/ggw076

МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ

А.О. Агеев

Научный руководитель доцент А.В. Мироманов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г.Иркутск, Россия

База знаний (БЗ) - это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными). Современные базы знаний работают совместно с системами поиска и извлечения информации.

База знаний содержит информацию, покрывающую некоторую область знаний в структурированном виде, пригодном для использования программным обеспечением. Для этого требуется некоторая модель классификации понятий и определённый формат представления знаний. Иерархический способ представления в базе знаний набора понятий и их отношений называется онтологией.

Онтологию некоторой области знаний вместе со сведениями о свойствах конкретных объектов часто называют «базой знаний». Вместе с тем, полноценные базы знаний (в отличие от обычной базы данных) содержат в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, позволяющие делать автоматические умозаключения об уже имеющихся или вновь вводимых фактах и тем самым производить семантическую (осмысленную) обработку информации.

Самой распространённой базой знаний в сфере геологии является «База Знаний: гидрогеология, инженерная геология, геоэкология» разработанная Санкт-Петербургским отделением Института геоэкологии РАН и НИЦ Гидрогеологии геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

«База Знаний: гидрогеология, инженерная геология, геоэкология» - современный программный продукт, объединяющий в себе набор взаимосвязанных модулей: «Библиотека», «Калькулятор», «Карты», «Нормативно-методическая литература», «Словари» и многое другое. Данный продукт является "настойной книгой" для любого специалиста инженерно-геологической специализации, которая позволяет найти ответ практически на любой поставленный вопрос. База знаний поддержана навигационной системой, позволяющей работать с большими объемами электронных материалов, эффективно извлекая, обобщая и систематизируя запрашиваемую информацию, осуществлять оперативный поиск информации.

Проект "База Знаний" успешно развивается с 1998 года, что позволило досконально продумать и оптимизировать все необходимые сервисы для специалиста. Сегодня постоянными пользователями Базы Знаний являются более 1000 организаций по всей России и 25 крупных зарубежных компаний.

Но, по мнению автора, данная база знаний является онтологией.

По данной концепции создается уникальная база знаний, в которой делается упор на геологический мониторинг, основывающийся не только на геологической информации, но также на геофизической и другой информации, которая содержит в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, т.е. производит семантическую (осмысленную) обработку.

Данная база знаний также будет состоять из нескольких модулей:

Библиотека. Тематические книги по инженерной геологии, геофизике, мониторингу геологической среды, гидрогеологии, гидрологии и другим направлениям объединены в единую поисковую систему.

Картографический модуль. Тематические карты различных масштабов объединены в экспертную систему, подкрепленную текстовой геологической информацией.

Нормативно-методический. В блоке подобрана нормативно-методическая литература по следующим направлениям: инженерная геология, лицензирование, мониторинг, подземные воды, строительство, геофизика и др.

Словари и переводчики. Модуль содержит подборку специализированных словарей, которые помогут вам найти необходимый термин на русском и английском языках, а также растолковать его.

Экспертная система

Геолого-геофизический калькулятор.

Два последних пункта опишем более подробно.

Экспертная система.

Данная система позволяет на основе геофизических данных для разных промежутков времени ориентировочно оценить изменение геологической среды, а также дать прогноз её дальнейшего изменения. Принцип действия экспертной системы представлен на рис. 1.

Разберем пример действия экспертной системы. У нас есть геоэлектрический разрез одного участка для различных промежутков времени (этапов). Следовательно, у нас есть удельное сопротивление каждого слоя на каждом этапе проведения работ. Экспертная система берет удельное сопротивление каждого слоя за каждый этап, сравнивает и получает какое то число. Это число передается в блок «правила вывода» и там, с помощью логических правил: *ЕСЛИ значение удельное сопротивление увеличилось в «столько-то раз», ТО ... или ЕСЛИ значение удельное сопротивление уменьшилось в «столько-то раз», ТО ...* - выводится РЕЗУЛЬТАТ. Например, если уменьшилось значение удельного сопротивления, то РЕЗУЛЬТАТ – «оттаивание грунта». Это простейший пример, на самом деле будет сравниваться не один параметр, а группа параметров, таких, как скорость

распространения сейсмических волн, удельное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость и т.д. Следовательно, правила будут гораздо сложнее.

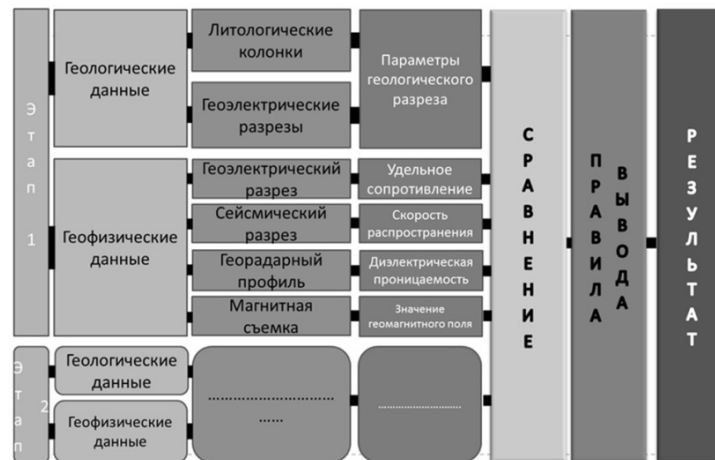


Рис. 1. Принцип действия экспертной системы

Геолого-геофизический калькулятор

Геолого-геофизический калькулятор будет представлять из себя отдельный модуль, который будет предназначен для помощи специалистам, как геофизикам, так и геологам. С помощью данного калькулятора возможно будет:

Определять классификацию грунтов по геофизическим параметрам

В данном разделе будут находиться справочные материалы по физическим свойствам горных пород. Например, таблица удельных электрических сопротивлений горных пород, справочные материалы по упругим свойствам горных пород, диэлектрической проницаемости и т.д.

Рассчитывать скорости распространения упругих колебаний.

Данный раздел поможет в расчете скоростей распространения упругих волн и глубины залегания преломляющих горизонтов при первичной обработке данных. Пример исполнения данного раздела, представлен на рис. 2.

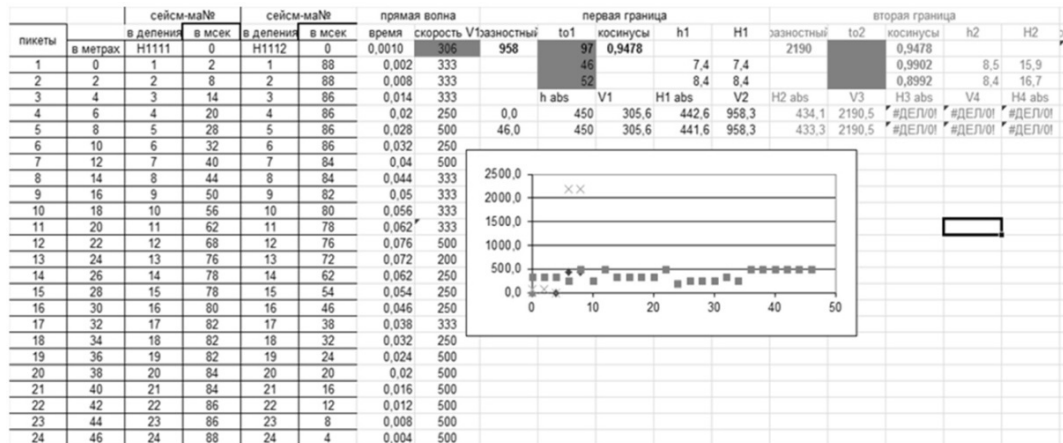


Рис. 2. Окно расчета скоростей распространения упругих волн

Установить взаимосвязь между геофизическими параметрами: удельное сопротивление, скорости распространения упругих колебаний, диэлектрическая проницаемость.

На основе этого раздела будут формироваться правила вывода для экспертной системы. Для определения взаимосвязей между параметрами сейчас ведется статистическая обработка данных по трем разным участкам за разные временные промежутки. На основе полученных результатов будут сформулированы корреляционные правила между геофизическими параметрами.

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ УПРУГИХ ВОЛН
ОТ ИСТОЧНИКОВ ТОЧЕЧНОГО ТИПА**

А. В. Азаров, А. С. Сердюков

Научный руководитель заведующий лабораторией С.В. Сердюков
Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

При численном моделировании сейсмических волн от источников точечного типа существует проблема повышения точности расчетов. Как правило, при решении уравнений упругости конечно-разностными методами, точечные источники задаются на одном узле или на четырех соседних узлах сетки, в зависимости от выбранной конечно-разностной схемы. Данная работа направлена на повышение точности численного решения с помощью использования дополнительного числа узлов сетки с введением приращений всех компонент тензора напряжения.

В работе рассматривается случай двумерной однородной изотропной среды. Система уравнений упругости решается с использованием конечно-разностной схемы Вирье на сдвинутых сетках [2]. В качестве источников упругих волн рассматриваются источники, задаваемые с помощью симметричного тензора сейсмических моментов M_{pq} [1]. Компонента M_{pq} данного тензора отвечает двойной паре сил в направлении p с моментом и с плечом в направлении q . В работе [3] было показано, что в рамках рассматриваемой конечно-разностной схемы пары сил удобнее всего задавать при помощи тензора напряжений. Так, например, в двумерном случае тензор сейсмического момента для центра расширения будет иметь вид:

$$M = \begin{pmatrix} M_{11} & 0 \\ 0 & M_{22} \end{pmatrix}$$

В соответствующий узел сетки необходимо внести приращения к компонентам напряжения S_{11} и S_{22} .

Рассмотрим схему увеличения точности численного решения на основе использования 9 соседних узлов сетки (см. рис.).

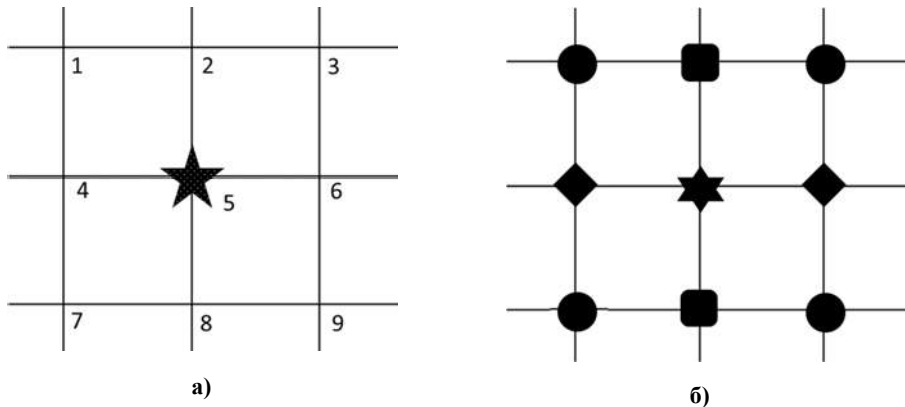


Рис. (а) узлы сетки используемые для задания источника; (б) значения весовых коэффициентов на узлах для задание источника с $M_{11} \neq 0$ (одинаковыми фигурками обозначены равные значения коэффициентов)

В качестве примера возьмем источник, типа трещины отрыва, который задается одним ненулевым M_{11} . Пусть U – первая компонента поля смещения. Тогда аналитическое решение для первой компоненты смещения U_{an} в частотной области записывается следующим образом: $U_{an} = M_{11} * G_{11,1}$, где функция Грина $G(x, y) = \frac{1}{i8\rho} (A - 2B\gamma_1)$, $A = \frac{H_0^{(2)}(qr)}{\alpha^2} + \frac{H_0^{(2)}(kr)}{\beta^2}$, $B = \frac{H_2^{(2)}(qr)}{\alpha^2} - \frac{H_2^{(2)}(kr)}{\beta^2}$, $q = \omega / \alpha$, $k = \omega / \beta$, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, $\gamma_1 = x / \sqrt{x^2 + y^2}$, $H_n^{(2)}$ – функции Ханкеля второго рода, α и β скорости продольной и поперечной волн соответственно.

Численное решение для такого источника будем искать в виде суммы:

$$U_{\text{суммарное}} = \sum_{node=1}^9 \left(\sum_{S=S_{11}, S_{12}, S_{22}} w_{node,S} U_S^{node} \right)$$

где U_S^{node} - поле, полученное численным методом от узла с номером $node$, в котором осуществилось приращение напряжения S ; индекс $node$ пробегает узлы сетки, близкие к источнику 1,2..9 (рис.); индекс S пробегает напряжения, которым даются приращения (S_{11}, S_{12}, S_{22}); $w_{node,S}$ - весовые коэффициенты, с которыми поле U_S^{node} входит в $U_{суммарное}$.

Задача заключается в нахождении весов $w_{node,S}$ таких, при которых норма $\|U_{an} - U_{суммарное}\|_2^2$ принимает минимальное значение. Если рассмотреть L_2 норму, то $\|U_{an} - U_{суммарное}\|_2^2$ представляет собой многочлен второй степени от переменных $w_{node,S}$, число которых в данном случае равно $9 \times S$. Вид многочлена будет следующим:

$$\|U_{an} - U_{суммарное}\|_2^2 = \sum_{node_1=1}^9 \sum_{node_2=1}^9 \sum_{S=S_{11}, S_{12}, S_{22}} \left[\sum_{i,j} U_{S^{node_1}}^{ij} U_{S^{node_2}}^{ij} \right] w_{node_1,S} w_{node_2,S} - 2 \sum_{node=1}^9 \sum_{S=S_{11}, S_{12}, S_{22}} \left[\sum_{i,j} U_{S^{node}}^{ij} U_{an}^{ij} \right] w_{node,S} + \sum_{i,j} (U_{an})_{ij}^2$$

где $node_1, node_2$ пробегают узлы 1..9, индекс S соответствует компонентам напряжений, которые получают приращения; i, j пробегают по всем узлам расчетной области. Для нахождения точки минимума полученного многочлена продифференцируем его по каждой переменной $\frac{\partial}{\partial w_{node,S}} \|U_{an} - U_{суммарное}\|_2^2 = 0$

.Отсюда получаем $9 \times S$ линейных уравнений для нахождения $9 \times S$ неизвестных $w_{node,S}$. После решения системы линейных уравнений получаем веса, с которыми поле от узла $node$ с произведённым в нем приращением компоненты напряжения с индексом S должно входить в численное решение.

В итоге после реализации данной схемы был получен ряд результатов. При поиске $U_{суммарное}$ через 9 узлов, в которых задавалось только приращение S_{11} , были получены следующие весовые коэффициенты: на узлах 1,3,7,9 – 0.6056; на узлах 2,8 – -0.9366; 4,6 – -0.6510; 5 – 1.9807. Данные коэффициенты схематично изображены на рисунке б). В этом случае относительная ошибка по норме L_2 составляет 0.1333. В случае задания источника через один узел она составляла 0.1402. При поиске $U_{суммарное}$ через 9 узлов и источников не только от приращения S_{11} , но и S_{12}, S_{22} относительная ошибка снижается до 0.0746. В таблице приведены относительные погрешности в различных нормах и при различном способе поиска суммарного поля, которые вычислялись по формуле $e_{относительная} = \|U_{суммарное} - U_{an}\|_2 / \|U_{an}\|_2$.

Таблица

Относительные погрешности в различных нормах

Способ задания источника	Норма L1	Норма L2	L_inf
Через один узел	0.16	0.1402	0.1359
Через 9 узлов (сумма 9 полей от источников с приращением компоненты S11)	0.1545	0.1333	0.1424
Через 9 узлов от источников с приращением компонент S11,S22,S12	0.0894	0.0746	0.0777

Из полученных результатов следует, что предлагаемым в работе способом действительно можно повысить точность моделирования волновых полей от точечных источников. Для дальнейшего повышения точности возможно использование большего числа узлов сетки задания источников и применение той же самой методики расчета весовых коэффициентов. Так же возможно обобщение и на трехмерный случай.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ, проект № 15-35-20932

Литература

1. Aki K., Richards P. Quantitative Seismology: Theory and Methods, V.1, 1980. – 520 с.
2. Virieux J. P-SV wave propagation in heterogeneous media: Velocity-stress finite-difference method // Geophysics. – 1986. – Т. 51. – №. 4. – С. 889-901.
3. Азаров А.В., Сердюков А.С., Никитин А.А. Численное моделирование микросейсмического шума в блочно-иерархических неоднородных средах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 9. – С. 328-335

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО МЕТОДА ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ**А.А. Булгаков¹, Я.В. Григорьев¹, Я.Н. Сафронов²**

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Одним из наиболее эффективных электрических методов разведки рудных месторождений является метод вызванной поляризации (ВП), в котором при измерениях вычисляются два параметра - кажущееся удельное электрическое сопротивление (ρ_k) и поляризуемость (η_k).

При этом основным геофизическим критерием для поисков рудных месторождений является именно поляризуемость горных пород, поскольку она имеет заметные повышения даже при незначительной вкрапленности сульфидов, тогда как сопротивление реагирует только на густовкрапленные или сплошные рудные тела.

Измерения методом ВП могут быть выполнены несколькими способами:

1) Импульсный режим (классический способ [3], временная область). Здесь измеряются разности потенциалов в приемной линии $\Delta U_{\text{ПР}}$ во время пропускания тока в питающей цепи и $\Delta U_{\text{ВП}}$ в фиксированный момент времени после выключения питающего тока (обычно 0,5 сек). Величина η_k вычисляется по формуле:

$$\eta_k = \frac{\Delta U_{\text{ВП}}}{\Delta U_{\text{ПР}}} \cdot 100\%$$

2) Амплитудно-частотные измерения проводятся при пропускании в питающей линии переменного тока на двух частотах и рассчитывается процентный частотный эффект:

$$PFE = \frac{\Delta U(\omega_{\text{высокая}}) - \Delta U(\omega_{\text{низкая}})}{\Delta U(\omega_{\text{низкая}})} \cdot 100\%$$

где низкая частота обычно выбирается в интервале от 0.5 до 2 Гц, а высокая - от 4 до 20 Гц. Параметр PFE пропорционален параметру η_k , поскольку в сигнале на низкой частоте явление ВП развито сильнее, чем на высокой частоте [2].

Кроме процентного частотного эффекта применяется фактор металлопроводности (металл-фактор), который вычисляется по формуле:

$$M = \frac{\rho_B - \rho_H}{\rho_B \cdot \rho_H} \cdot 100\%$$

где ρ_B и ρ_H – сопротивления на высокой и низкой частотах соответственно.

3) Частотно-фазовые измерения ведутся с помощью регистрации разности фаз сигнала в измерительной и токовой линии

$$\varphi_{\text{ВП}} = \arctg \frac{\text{Im } F(\omega)}{\Delta U_0 + \text{Re } F(\omega)}$$

где $\text{Im } F(\omega)$ - мнимая составляющая напряжения ВП; $\text{Re } F(\omega)$ - вещественная составляющая напряжения ВП; ΔU_0 - напряжение первичного поля [4]. Экспериментально установлено, что для большинства горных пород фаза ВП линейно связана с кажущейся поляризуемостью η_k формулой [1]:

$$\eta_k(\%) = -2.5 \cdot \varphi_{\text{ВП}}$$

Все эти способы измерений обычно реализуются при использовании гальванических заземлений (с помощью электродов), однако в осложненных условиях заземлений (например, в Магаданской области) применение гальванических заземлений весьма ограничено.

В данной работе авторы на основе экспериментальных исследований опробовали применение двухчастотного бесконтактного метода измерений с получением двух параметров, аналогичных по своему физическому смыслу кажущемуся удельному электрическому сопротивлению и кажущейся поляризуемости.

Измерения проводились в лаборатории электромагнитных методов и петрофизики кафедры геофизики Томского политехнического университета на лабораторном столе, представляющем собой стальной ящик размерами 2 x 0,5 x 0,5 метра, заполненный мокрым песком для имитации электрически однородной вмещающей среды.

Вместо гальванических заземлений использовались генераторная катушка диаметром 4 см, на которую намотан трансформаторный провод сопротивлением 1,5 кОм, и измерительная низкоомная рамка диаметром 10

см с сопротивлением 1,9 Ом. В процессе измерений генераторная катушка устанавливалась в центре приёмной рамки.

Для проведения экспериментов использовались: электроразведочный генератор тока, формирующий на выходе стабилизированный ток (меандр) с частотами 0,61; 1,22; 2,44; 4,88; 8; 20; 50; 100; 300; 625; 1200; 3000 Гц и измерительный модуль, позволяющий измерять разность потенциалов в приемной цепи на тех же частотах. В песок помещался образец горной породы и проводились измерения при перемещении измерительной установки по профилю, пересекающему эпицентральною часть образца. Такие измерения проведены на частотах 4,88; 20; 100 и 300 Гц. В этом случае в каждой точке измерений для каждой частоты можно вычислить кажущееся удельное электрическое сопротивление по обычной формуле:

$$R = K \frac{\Delta U}{I},$$

где K – коэффициент установки, ΔU – сигнал в приёмной цепи, I – ток в питающей линии (катушке). Однако в этой установке коэффициент K определить весьма сложно, но так как параметры установки все время постоянны и ток генератора I стабилизирован, то есть величина K/I всегда постоянна, качественно отражать изменение кажущегося удельного электрического сопротивления будет сигнал в измерительной цепи ΔU . Поэтому этот параметр можно считать аналогом кажущегося удельного электрического сопротивления (УЭС).

Рудным считался образец с содержанием сульфидов около 35 %, к вмещающим породам относились образцы с содержанием сульфидов 3 - 4%. Для сравнения измерения на частотах 4,88; 20 и 100 Гц были проведены для двух противоположных в электрическом отношении сплошных (непористых) сред: обожженный кирпич (изолятор) и стальной цилиндр диаметром и высотой по 5 см (электронный проводник).

В результате измерений на двух подобранных частотах, кроме аналога кажущегося УЭС, можно получить два аналога кажущейся поляризуемости η_k – процентный частотный эффект PFE и металл-фактор M (см. выше). После измерений в каждой точке вычислялись параметры PFE и M для разных пар частот: 4,88; 20; 100; 300 Гц. Для расчета параметра M использовались не удельные электрические сопротивления, а их аналог – сигнал в измерительной цепи ΔU .

Результаты измерений аналога кажущихся УЭС для всех используемых частот показали, что над безрудным образцом на всех частотах наблюдаются слабые минимумы сопротивлений и ярко выражены понижения сопротивлений над рудным образцом. При этом наиболее выразительными оказались данные измерений на частотах 4,88 и 20 Гц.

Результаты измерений над сплошными в геоэлектрическом отношении образцами (кирпич и стальной цилиндр) оказались парадоксальными: стальной цилиндр имеет очень низкое истинное сопротивление, но над ним четко фиксируется повышенное кажущееся сопротивление. Очевидно, это следует связывать с индукционными токами, возникающими в сплошном теле проводника. В непроводящем сплошном объекте (кирпич) таких процессов не возникает, поэтому над кирпичем наблюдается едва заметное (на пределе погрешности) понижение сопротивления на частотах 4,88 и 20 Гц. В реальных геологических ситуациях мы с такими объектами дела не имеем, поэтому в дальнейшем они не рассматривались.

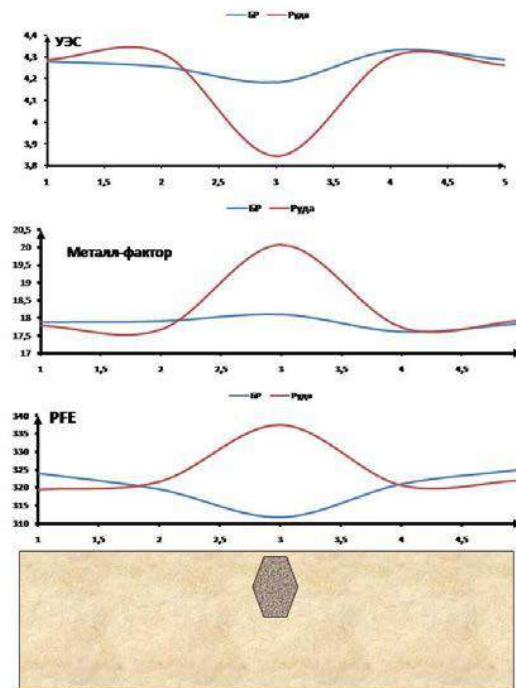


Рис. Графики кажущегося УЭС, металл-фактора и частотного поляризационного эффекта PFE над рудным и безрудным образцами (для частот 4,88 и 20 Гц).

По результатам измерения сопротивлений на двух частотах (4,88 и 20 Гц) рассчитывались параметры – аналоги кажущейся поляризуемости: фактор металлопроводности (М) и частотный поляризационный эффект (PFE). Результаты измерений и расчетов приведены на рисунке.

Как это следует из приведенных данных, над безрудным образцом наблюдаются слабое понижение сопротивления; также незначительное, на пределе погрешностей измерений, повышение металл-фактора и заметное понижение частотного поляризационного эффекта PFE. Над рудным образцом наблюдается понижение сопротивления, в 2 - 3 раза большее, чем над безрудным образцом, повышение металл-фактора с таким же соотношением с безрудным образцом и выразительное повышение параметра PFE.

В классическом представлении геофизическими критериями наличия оруденения следует считать понижение сопротивления и одновременное увеличение величин металл-фактора и частотного поляризационного эффекта. При вкрапленном характере оруденения сопротивление может и не повышаться, но металл-фактор или параметр PFE в этом случае дадут положительную аномалию. Судя по полученным данным, особенно чувствительным параметром в этом отношении является частотный поляризационный эффект PFE.

Пока авторы опробовали такой способ в лабораторных условиях, однако для применения этого способа в производстве геофизических работ необходимо определить оптимальные параметры генераторной и измерительной установок в реальных полевых условиях и, видимо, необходим подбор частот в зависимости от конкретных геоэлектрических условий района работ. В этом случае геофизическими критериями наличия оруденения следует считать положительные аномалии металл-фактора и (или) частотного поляризационного эффекта, которые возникают даже при небольших содержаниях рудных (электропроводящих) минералов. Вид аномалий сопротивления будет зависеть от содержания и характера рудных включений.

Литература

1. Гуревич Ю.М. О подобии графиков вызванной поляризации на переменном и постоянном токе / Ю.М. Гуревич, В.В. Кормильцев, Р.В. Улитин. - Изв. АН СССР. - 246 с.
2. Карасев А.П., Бумагин А.В. Экспериментальное изучение переходных характеристик в ранней стадии вызванной поляризации. Методы разведочной геофизики / А.П. Карасев, А.В. Бумагин // Вопросы электроразведки рудных месторождений. - 1977. - С. 11-21.
3. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации / В.А. Комаров. - Л.: Недра, 1980.
4. Куликов А.В. Электроразведка фазовым методом вызванной поляризации / А.В. Куликов, Е.А. Шемякин. - М.: Недра, 1978.

СВЯЗЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ С ГЕОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ТОКАМИ

Е.В. Брюханова

Научный руководитель профессор А.Н. Дмитриев

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия.

В настоящее время не существует универсальной гипотезы об образовании магнитного поля Земли, которая объясняла бы все явления геомагнетизма и корректно отвечала бы на вопросы о природе магнитных полей других планет и спутников Солнечной системы. Известны как давние, так и более современные попытки объяснить магнитное поле Земли существованием различных электрических моделей, связанных с объемной поляризацией отдельных оболочек Земли, с поверхностной поляризацией их сферических границ, с поляризованным слоем, выполняющим роль конденсатора, и т.п.

Так, например, существует гипотеза вращающихся объемных зарядов, противоположных по знаку и распределенных: одного знака - в недрах Земли, и другого - по ее поверхности. В то же время известно, что на земной поверхности фиксируется заряд Земли порядка $Q = 5,4 \cdot 10^5$ Кл, тогда как для объяснения величины магнитного поля Земли потребовался бы заряд в 10^8 раз больший. Также известна попытка объяснить магнитное поле Земли существованием в ядре термоэлектродвижущих сил, обусловленных турбулентными конвективными движениями жидкости ядра или разностью температур между холодной мантией и горячим ядром, приводящей к эффекту Холла. В настоящее время наиболее разработана теория магнитного поля Земли, которая основана на модели «горячей Земли». Предполагаемая высокая температура в ядре планеты (до 30 000 К) является условием существования двойного электрического слоя ДЭС на обеих сферических границах земной оболочки F. Однако энергии зарядов ДЭС достаточно лишь для создания и поддержания магнитного поля порядка 10^{-10} Тл, которое на пять порядков ниже геомагнитного поля [4].

Что касается наиболее распространенной среди ученых гипотезы магнитного гидродинамо [9], построенной на конвективном движении металлических масс ядра, порождающем электрические токи и, как следствие, магнитном поле, то эта гипотеза не объясняет инверсию поля (циклическую смену магнитных полюсов Земли, дрейф магнитных полюсов, наличие глобальных аномалий и др.

Из научно обоснованных данных [2, 3] известно, что расплавленная оболочка Земли E (внешнее ядро) является самой горячей областью планеты, внутреннее ядро G твердое, а значит, и более холодное. Тогда следует вывод о существовании противоположно направленных геотемпературных градиентов относительно оболочки E, что позволяет представить схематическую модель геотермоэлектрического поля Земли (рис.).

При перемещении термоэлектрических токов I_{low} от оболочки E к центру Земли (рис.,а) концентрация электронов во внутреннем ядре постепенно увеличивается. Это приводит к росту плотности тока, и как следствие, возрастанию джоулева тепла. В результате температура внутреннего ядра достигает температуры расплавленного ядра. С

этого момента электрические токи I_{low} стремятся к нулю, а знак зарядов в центре ядра за счет более высокочастотной переменной пульсации температуры в оболочке E кратковременно и до нескольких раз может меняться на обратный. Через некоторое время возникают термотоки противоположного направления и происходит смена знаков поляризованных зарядов (переход к модели б рис.), что согласуется с известными исследованиями об остывании внутреннего ядра со скоростью около $7,2 \text{ }^\circ\text{C}/10^9$ лет [8]. С этого момента Земля входит в режим потепления.

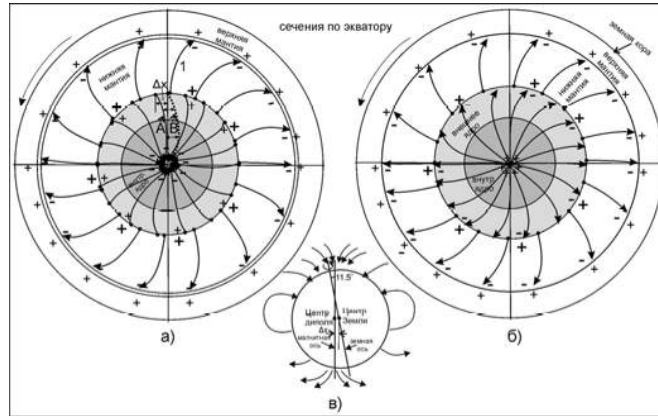


Рис. Схема траекторий возбужденных («горячих») электронов (термотоков) в Земле под воздействием разности геотемператур: а - для модели Земли с пониженной температурой её внутреннего ядра; б - для модели Земли с повышенной температурой её внутреннего ядра; в - модель, поясняющая смещение центра магнитного диполя относительно центра Земли.

Со временем электроны покидают внутреннее ядро и вслед за понижением их концентрации ядро остывает. При наступлении устойчивого состояния, когда температура расплавленной оболочки больше температуры внутреннего ядра, развивается новый и противоположный процесс инверсии термотоков. Земля вступает в режим похолодания. Одновременно с циклической сменой направлений термотоков во внутреннем ядре происходит периодическая смена полюсов геомагнитного поля.

Предлагаемая новая модель магнитного поля Земли (МПЗ), как следует из вышеизложенного, основана на существующих в ядре планеты геотермоэлектрических токах, которые возникают благодаря геотермическому градиенту [1] и связанному с ним явлению Зеебека. Выполним, на основе квантовой теории электропроводности металлов и полупроводников [5,6], расчеты некоторых электрических параметров металлического ядра, необходимых для определения величины МПЗ.

Первым из них найдем плотность термоэлектрических токов ядра:

$$j = e^2 n E_T \frac{1}{\rho_F} \cdot A/m^2, \tag{1}$$

где e – заряд электрона, $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл; n – концентрация электронов в единице объема металла (Fe), m^{-3} ,

$$n = (5 \frac{T_e}{h^2} (3\pi^2)^{-2/3})^{3/5} \rho^{3/5}, \tag{2}$$

где m_e – масса электрона, $9.1 \cdot 10^{-31}$ кг; h – постоянная Планка, $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж*с; давление в ядре $p = 3.59 \cdot 10^{11}$ Па; ρ_F – импульс Ферми, $m \cdot \text{кг}/\text{с}$, вычисляется из:

$$\rho_{Fe} = h(3\pi^2 n)^{1/3} \tag{3}$$

Известна связь термоэлектрического потенциала с разностью температур, приложенной к концам проводника [7]:

$$\Delta(\mathcal{U}) = f \frac{T_2}{T_1} \{3dT \tag{4}$$

Отсюда найдем напряженность термополя E_T ядра Земли:

$$E_T = \{3 * \Delta T / R_E, \tag{5}$$

где $\beta = 0,0001$ В/град.;

$\Delta T = 10^\circ\text{C}$ - разность температур между расплавленным внешним ядром Земли и внутренним более холодным ядром, взятая близко к данным [8];

R_Σ - суммарный радиус ядер Земли, м.

Для расчета МПЗ найдена формула Био-Савара-Лапласа для нестандартного сферического источника тока, движущего эти токи из центра сферы (к центру сферы) по радиальным направлениям (автор формулы А.Н. Дмитриев):

$$B_{TT}^{ow} = \frac{3\mu_0 \mu_{Fe} I_{low} R_E}{4\pi R_\Sigma^2} \sin \alpha, \tag{6}$$

где $\mu_0 \mu_{Fe}$ ($\mu_{Fe} = 1$, T_{Fe} ядра выше точки Кюри), $1.26 \cdot 10^{-6}$ Гн/м;

$R_\Sigma = 3.65 \cdot 10^6$ м,

R_Z – радиус Земли, $6.37 \cdot 10^6$ м.

Величина термотоков внутреннего ядра вычисляется согласно выражению:

$$I_{low} = j * S_G = j * 4\pi R_G^2, \text{ A} \quad (7)$$

где S_G – сферическая поверхность внутреннего ядра радиусом $R_G = 1.4 * 10^6$ м,

Воспользовавшись формулой (6), находим величину магнитной индукции Земли B^{ow} , равную $3.49 * 10^5$ Тл. Последняя практически совпадает со значением, измеренным на экваторе Земли порядка $3.4 * 10^5$ Тл.

Термоэлектрическая модель магнитного поля Земли не только не противоречит физическим законам, но и подтверждается строгими математическими расчетами. Новая модель объясняет причины инверсий полюсов МПЗ, наклон магнитной оси относительно земной, циклические потепления и похолодания на Земле, а также позволяет, по аналогии с земным МПЗ, выполнять расчеты магнитных полей планет Солнечной системы.

Литература

1. Дмитриев А.Н. Геолого-геофизические основы поисков электрически поляризованных объектов – нефтяных и рудных залежей. - Тюмень. Издательство: ТГУ, 2007. – 226 с.
2. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука, 1983. С 416.
3. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука. 2006. 389 с.
4. Кузнецов В.В. Введение в физику горячей Земли. - Камчатка, с. Паратунка: ИКИР, 2008. – 366 с.
5. Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Каганов М.И. Электронная теория металлов. М.: Наука. 1971. 416 с.
6. Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В. Квантовая физика. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2004. 496 с.
7. Савельев И.В. Курс общей физики, том II. – Москва: Наука, 1966. 336 с.
8. 1978. С. 291 – 298.
9. Loper D.E. Structure of the core and lower mantle, //Adv. Geophys. V. 26. pp. 1-34.
10. Pudovkin M. I., Isaev S. I., Zaitzeva S.A. Development of magnetic storms and the state of the magnetosphere according to the data of ground-based observations, // Adv. Geophys., 1970., pp. 761-770.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГАХАН

К.А. Вишняков

Научный руководитель доцент А.В. Мироманов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Площадки золотоизвлекательной фабрики, карьера и хвостохранилища горно-обогатительного комплекса на месторождении рудного золота «Угахан» расположена в десяти километрах севернее населенного пункта Угахан Бодайбинского района Иркутской области.

Для изучения гидрогеологических условий участка «Верхний-Угаханский» были выполнены следующие виды исследований: рекогносцировочное обследование, инженерно-геофизические работы.

Рекогносцировочное обследование проведено как на площади месторождения, так и на прилегающей территории с целью выявления естественных и искусственных водопроявлений, замеров уровня подземных вод в скважинах, оценки возможности проведения термометрических, опытно-фильтрационных работ, а также осуществления ландшафтно-индикационных наблюдений. Установлено, что в пределах исследуемой площади, расположенной выше базиса эрозии, естественные выходы подземных вод отсутствуют.

В геологическом строении площадки принимают участие элювиальные дресвяные грунты с супесчаным заполнителем до 20% влажные, щебенистые грунты с супесчаным заполнителем до 20% маловлажные и водонасыщенные, мощностью 2,7-7,2 м. Ниже залегают коренные грунты, представленные сланцами углеродистыми выветрелыми низкой и средней прочности, местами выветрелыми до щебня с супесчаным заполнителем. Вскрытая мощность скальных отложений составляет 2,5-9,7 м. С поверхности отложения перекрыты почвенно-растительным слоем мощностью 0,3 м.

Месторождение занимает часть склона южной экспозиции правобережного водораздела и прирусловой часть долины верхнего течения р. Угахан между абсолютными отметками 900 – 1200 м. Обнаженность площади средняя, поскольку борта долины покрыты лиственным лесом, на водораздельных пространствах отмечены заросли кедрового стланика, на водоразделах древесная растительность исчезает, почва покрыта ягелем и мелким кустарником.

Район характеризуется широким площадным распространением многолетнемерзлых пород (ММП). Анализ природных условий, результатов ранее выполненных работ, а также осуществленных в сентябре 2012 г. ландшафтно-индикационных, геокриологических и опытно-фильтрационных исследований свидетельствует об несколько ином характере распространения ММП на участке месторождения, чем представлялось ранее. Эти отличия, прежде всего, сводятся к резкому фактическому сокращению площади развития ММП, а также уменьшению их мощностей (с 50-60 до 10-15 м на участках островного развития).

Аэрогеофизические работы были начаты в пятидесятые годы прошлого века. В 1956 - 1968 гг. вся рассматриваемая площадь в несколько этапов была покрыта аэромагнитной и гравиметрической съемками до масштаба 1:50000.

В семидесятые годы прошлого века проведена аэрогеофизическая съемка масштаба 1:25000. В результате выделено два магнитных яруса, нижний из которых отождествляется с фронтом гранитизации. Предполагается, что золоторудные месторождения приурочены к купольным поднятиям выделенного фронта гранитизации.

По результатам геофизических работ на месторождении Угахан выделены и прослежены три субмеридиональные зоны повышенной трещиноватости и рассланцевания, в пределах которых интенсивно проявлены гидротермально-метасоматические процессы, сопровождаемые прожилково-вкрапленной кварцево-сульфидной минерализацией и повышенной золотоносностью. Выделение отдельных наиболее перспективных участков в пределах этих зон не представлялось возможным. Глубинность исследований применяемым комплексом методов составляла 80-100 м.

Проведенные в 2015 г. исследования комплексом инженерно-геофизических методов на проектируемых площадках Угаханского месторождения позволили уточнить геологическое строение на основе анализа распределения геоэлектрических характеристик грунтов, построить геоэлектрические и геолого-геофизические разрезы, а также проверить наличие мерзлоты и водонасыщенных зон.

Анализ работ предшественников показал необходимость в уточнении состояния грунтовой толщи на основе инструментальных исследований. Основной задачей работ инженерно-геофизических методов было:

уточнение наличия мерзлоты на площадках для размещения технологического комплекса.

изучение диапазона от дневной поверхности до 30-50 метров для оценки наличия мерзлоты и таликовых зон.

выявление участков неоднородностей в разрезе и уточнение границы рыхлых отложений и плотика.

Для решения поставленных задач были выполнены работы тремя методами: зондированием становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), дипольным электроразведыванием (ДЭЗ) и георадарным профилированием (ГРП).

Метод ЗСБ использован там, где нужно было изучить разрез на самую большую глубину, до 200 м, т.е. в районе карьера, а также по профилям, проходящим поперек будущего хвостохранилища. Это позволило изучить состояние разреза, наличие мерзлоты и водонасыщенных трещиноватых зон. Однако в диапазоне глубин от дневной поверхности до 7-10 метров у этого метода есть «мертвая зона», которую в силу технических причин невозможно изучить. Обработка и интерпретация данных электрических зондирований методом ЗСБ проводилась с использованием программы TEM_Processing.

Метод дипольного электроразведывания выполнялся именно с целью изучения диапазона от дневной поверхности до 30-50 метров для оценки наличия мерзлоты и таликовых зон. Обработка и интерпретация данных электрических зондирований проводилась с использованием программы IP2WIN, разработанной на кафедре геофизики геологического факультета МГУ. С помощью электроразведочных методов удалось осуществить районирование пород верхней части разреза по степени их раздробленности и водонасыщенности, выделить зоны развития линейных кор выветривания. Количественная интерпретация кривых ДЭЗ позволила изучить объемное распределение удельных сопротивлений и оценить глубину залегания подошвы рыхлых отложений, а также выделить участки развития многолетнемерзлых пород.

Метод георадарного профилирования позволил очень быстро и детально, с шагом в 1 метр, выявить участки неоднородностей в разрезе и уточнить границу рыхлых отложений и плотика. К неоднородностям можно отнести как таликовые зоны, так и другие объекты. Обработка и интерпретация данных георадарного профилирования проводилась с использованием программы GeoScan32, разработанной фирмой-производителем аппаратуры ОКО-2.

Кроме указанных методов комплекс геофизических исследований включал сейсморазведку КМПВ. Геофизические исследования сопровождались инженерно-геологическим опробованием и лабораторными измерениями физико-механических свойств на пробах грунта с ненарушенной структурой.

Наземные сейсмические исследования проводились по методике КМПВ с использованием полных корреляционных встречных и нагоняющих систем наблюдений, нацеленных на одновременное прослеживание нескольких границ раздела как по продольным (P), так и по поперечным (SH) волнам. Максимальная длина годографа при шаге между сейсмоприёмниками 3 м достигала 207 м, что обеспечило глубинность исследований 40 - 50 м. Повышение достоверности решения обратной задачи КМПВ реализовано за счет привлечения данных микросейсмокаротажа и параметрических акустических измерений по шурфам.

На основе применения рассмотренного комплекса решены следующие задачи:

изучено распределение электрических характеристик на участке по латерали и на глубину.

выявлены неоднородности в разрезе.

определена граница рыхлых отложений.

подтверждено наличие таликовых зон на участке.

выявлено наличие островной мерзлоты.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕРМИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗОН
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НИЖНЕЮРСКОГО РЕЗЕРВУАРА (ПЛАСТ Ю₁₆) НЮРОЛЬСКОЙ
МЕГАВПАДИНЫ**

А.В. Власова

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
Томский филиал ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому
федеральному округу», г. Томск, Россия*

Процессы генерации углеводородов, формирование и сохранность газовых и нефтяных залежей в осадочных толщах определяются и контролируются рядом природных геологических факторов, из которых наиболее значимый – геотермический. Особая ценность метода геотермии проявляется в проводимых прогнозно-поисковых нефтегеологических исследованиях [1 и др.]. Ценность состоит в том, что на начальном этапе исследований по геотемпературному критерию определяются очаги генерации нефти. Так решается концептуальная задача о «главном источнике» углеводородов, решение которой определяет эффективность стратегии поисков. Проводимые ниже результаты призваны продемонстрировать технологию использования данных геотермии в решении прикладной задачи нефтегазовой геофизики.

Основным источником образования залежей углеводородов в нижнеюрском нефтегазоносном комплексе (НГК) является рассеянное органическое вещество тогурской свиты (J_1t). Ранее [1, 2] методом палеотемпературного моделирования разрезов 35-ти скважин и картирования по геотемпературному критерию палеоочагов генерации нефти, была выполнена оценка распределения относительной плотности генерированных тогурских нефтей – рис. 1Б.

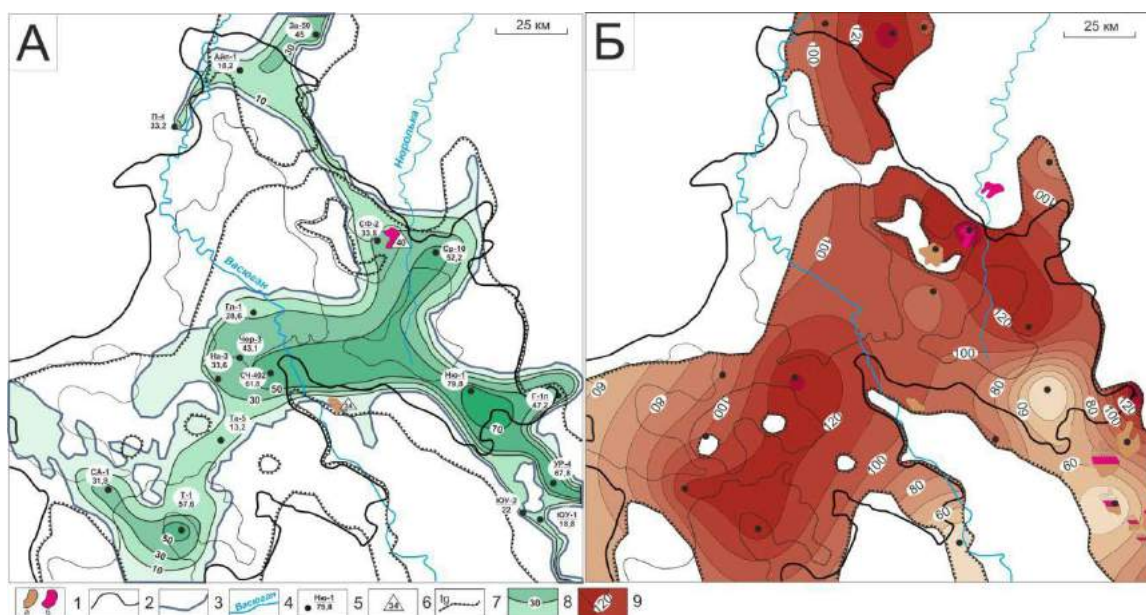


Рис. 1. Схематические карты изопахит пласта Ю₁₆ (А) и распределения значений плотности генерированных тогурских нефтей (Б) в пределах Нюрольской мегавпадины: 1 – месторождение: а – нефтяное, б – газовое; 2 – границы тектонических элементов 1 порядка; 3 – граница распространения пласта Ю₁₆; 4 – речная сеть; 5 – скважины, использованные для построения карты изопахит: в числителе – условный индекс, в знаменателе – мощность пласта, м; 6 – граница зоны распространения тогурской свиты; 7 – изопахиты пласта Ю₁₆; 8 – изолинии значений плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей, усл.ед. Месторождения: 1 – Майское, 2 – Северо-Фестивальное

Цель исследований – с учетом распределения объемов резервуара и плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей определить и предложить первоочередные районы для постановки геолого-разведочных работ с целью открытия залежей углеводородов в пласте Ю₁₆ нижнеюрского НГК.

Характеристика объекта исследований. Образование пласта Ю₁₆ приурочено к достаточно узким руслам палеорек, огибающим с юго-востока и юго-запада Лавровский выступ и небольшие останцы фундамента, сложенные, в основном, вулканитами кислого состава, образующими коллектора с хорошими фильтрационными свойствами. К серии врезов, по которым происходит транспортировка песчано-алевритового материала со склонов обрамляющих положительных структур, приурочены наибольшие мощности отложений. Так, в скважине Тальянская 1 толщина пласта достигает 58 м [3]. Границы пласта Ю₁₆ практически не выходят за пределы зоны распространения тогурской свиты, которая служит для залежей этого резервуара надежной

покрышкой. На Северо-Фестивальном месторождении с резервуаром пласта Ю₁₆ связана залежь газоконденсата. На Майском месторождении залежь нефти приурочена к объединенному резервуару пластов Ю₁₆ и Ю₁₅.

Оценка распределения плотности ресурсов первично-аккумулятивных тогурских нефтей в пласте Ю₁₆ и районирование нижнеюрского резервуара. Перемножением значений плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей (рис. 1Б) и значений толщин пласта-коллектора Ю₁₆ (рис. 1А) в точках регулярной сетки (с одинаковым весовым коэффициентом), методом интерполяции построена схематическая карта распределения относительной плотности первично-аккумулятивных ресурсов тогурских нефтей в резервуаре пласта Ю₁₆ (рис. 2А). Здесь изменение плотности первично-аккумулятивных ресурсов напрямую зависит от мощности пласта и от плотности генерированных тогурских нефтей. Оценка плотности ресурсов выполняется в условных единицах, что представляется корректным для последующего площадного районирования.

Далее, проведено районирование нижнеюрского резервуара пласта Ю₁₆ по степени перспективности (рис. 2Б). Ранжирование выполнено по величине относительной плотности первично-аккумулятивных тогурских нефтей с учетом величины площадей районов.

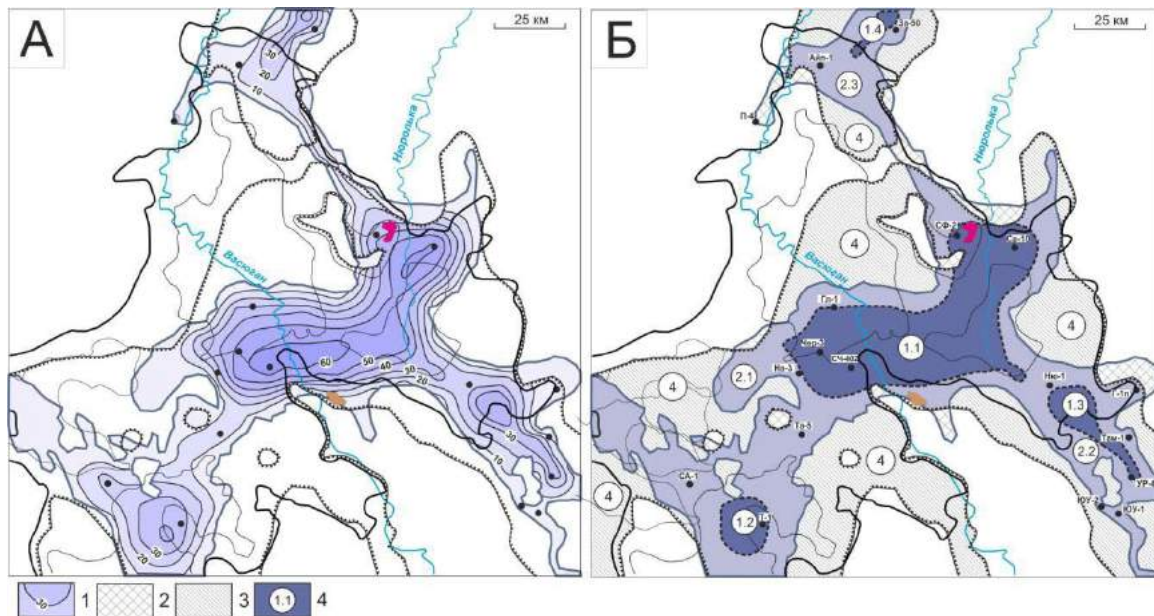


Рис. 2. Схематические карты распределения плотности первично-аккумулятивных ресурсов тогурских нефтей в пласте Ю₁₆ (А) и районирования пласта Ю₁₆ Нюроловской мегавпадины (Б): 1 – изолинии значений плотности ресурсов, условные единицы; 2 – зоны выклинивания тогурских отложений в пределах распространения пласта; 3 – зона отсутствия оценки плотности аккумулятивных ресурсов; 4 – зоны районирования (номер ранжирования; диапазон значений плотности ресурсов, усл. ед.): 1. – больше 30, 2. – меньше 30. Остальные условные обозначения те же, что на рис. 1

Наибольшая плотность ресурсов приурочена к центральной части Нюроловской мегавпадины и к северной и южной части территории исследований – зона 1, со значениями плотности первично-аккумулятивных тогурских нефтей больше 30 усл.ед. Здесь выделено 4 района, занимающие самую большую площадь, и с учетом площадного распространения проведено ранжирование по степени перспективности. Со значениями плотности первично-аккумулятивных тогурских нефтей меньше 30 усл.ед. выделена зона 2.

Заключение. Первоочередным районом для постановки ГГР для поисков залежей в нижнеюрском резервуаре (пласт Ю₁₆) в Нюроловской мегавпадине является район 1.1, приуроченный к Тамрадской и Кулан-Игайской впадинам и зоне их сочленения. Месторождение Северо-Фестивальное, расположенное в этом районе, подтверждает его высокую перспективность. Отмечается высокая перспективность района 2.2, где уже открыто нефтяное месторождение Майское с залежами в пластах Ю₁₅ и Ю₁₆.

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 Nyurolovka megadepression // Russian Geology and Geophysics. - 2014. – Vol. 55. – pp. 1418–1428.
2. Лобова Г.А., Власова А.В. Реконструкция геотермического режима материнской тогурской свиты и обоснование районов аккумуляции нефти в нижнеюрских и палеозойском комплексах Нюроловской

мегаплады // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8 – №2. – http://www.ngtp.ru/rub/6/15_2013.pdf.

3. Лифанов В.А. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности нижнеюрских базальных горизонтов юго-востока Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО. Том 1. – Ханты-Мансийск: «ИздатНаукаСервис», 2012. – С. 252–257.

НИЗКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА НА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ СОВЕТСКОГО РАЙОНА ГОРОДА РОСТОВА-НА-ДОНУ

С.В. Гречишникава, Д.А. Гапонов, Н.В. Коханистая

Научный руководитель преподаватель Н.В. Коханистая

Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону, Россия

Проведены исследования низкочастотной электромагнитной напряженности в селитебной зоне Советского района города Ростова-на-Дону. Дана оценка состояния электромагнитной обстановки в пределах изучаемой территории.

В настоящее время одним из актуальных вопросов экологии стало негативное влияние электромагнитных излучений в полосах промышленных частот на организм человека. Для изучения электромагнитной обстановки и контроля ее изменений, необходимо проводить мониторинговые наблюдения, так как на селитебной территории города существует большое количество источников электромагнитного излучения.

Исследования низкочастотной электромагнитной напряженности были проведены на селитебной территории Советского района города Ростова-на-Дону летом 2015 года. В данном районе города присутствует большое количество источников антропогенного электромагнитного излучения (например, открытые распределительные устройства, трансформаторные подстанции, линии электропередач, электротранспорт и другие).

Для осуществления исследований использовался прибор «ЭКОФИЗИКА-110А» с преобразователем ПЗ-80-ЕН-500, способный измерять среднеквадратичные значения напряженности переменного электрического и магнитного поля в полосах промышленной частоты (50 Гц) и ее гармоник [4].

Для изучения электромагнитной обстановки на наиболее густо населенной территории района были построены сети с точками наблюдений с шагом в 1000 м и 250 м. На селитебной территории измерения были выполнены в 55 точках наблюдений (рис.1).

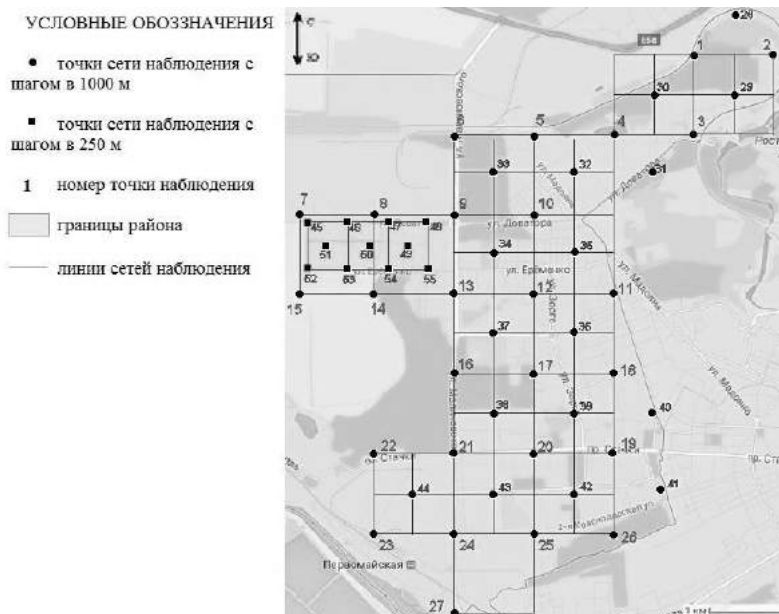


Рис. 1. Схема размещения точек наблюдений.

Результаты произведенных на промышленной частоте 50 Гц измерений низкочастотных электрической и магнитной напряженностей приведены в таблице и на рисунке 2.

Таблица

**Результаты измерений электрической и магнитной напряженностей
в Советском районе г. Ростова-на-Дону**

Поле/Точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Е (В/м)	1,20	14,23	0,67	41,05	2,08	1,91	0,23	0,13	24,97	0,73	3,16
Н (А/м)	0,02	0,13	0,03	0,02	0,03	0,10	0,05	0,02	0,13	0,53	0,07
Поле/Точки	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Е (В/м)	416,99	2,64	0,09	0,09	0,29	0,61	2,64	1,89	0,30	1,49	11,42
Н (А/м)	0,84	0,15	0,09	0,02	0,40	0,06	0,13	0,06	0,08	0,03	0,27
Поле/Точки	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Е (В/м)	3,85	7,91	0,22	6,67	4,27	0,05	66,87	0,49	10,63	12,16	3,68
Н (А/м)	0,01	0,33	0,01	0,06	0,18	0,01	0,25	0,08	0,54	0,23	0,03
Поле/Точки	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Е (В/м)	0,685	0,774	0,374	0,088	0,044	0,126	1,950	0,902	1,720	0,052	0,073
Н (А/м)	0,214	0,431	0,027	0,018	0,015	0,066	0,154	0,163	0,056	0,229	0,012
Поле/Точки	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Е (В/м)	0,179	0,071	0,113	0,316	0,046	0,081	0,047	0,108	0,059	0,047	0,077
Н (А/м)	0,012	0,007	0,007	0,010	0,016	0,012	0,017	0,274	0,039	0,076	0,012

Линии электропередач многие исследователи [1, 3, 5, 7, 8 и др.] выделяют как основной источник электромагнитного загрязнения в пределах селитебных территорий.

Для таких территорий предельно допустимые уровни электрической и магнитной напряженностей от линий электропередач составляют: для электрического излучения – 1000 В/м [6]; магнитное излучение не должно превышать 8 А/м [2].

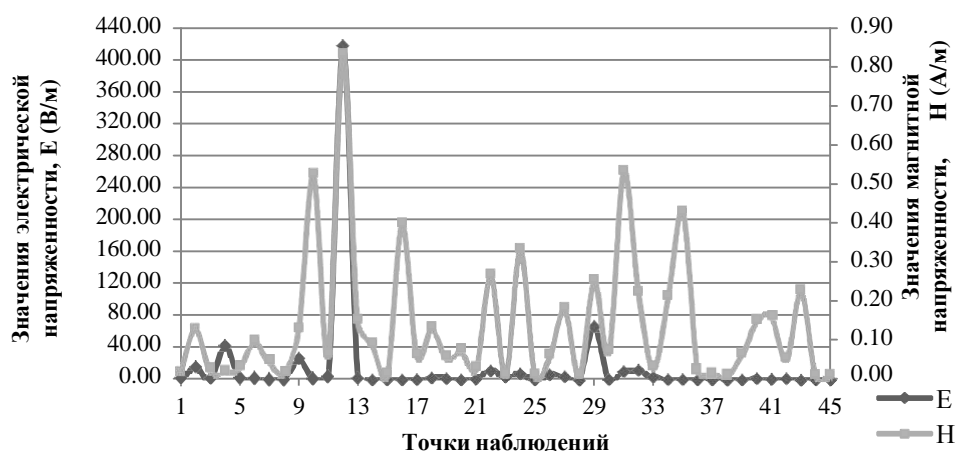


Рис. 2. График изменений электрической и магнитной составляющих напряженности электромагнитного поля

Из представленных материалов можно отметить скачкообразные колебания напряженностей, которые связаны с наличием в непосредственной близости с точками наблюдений высоковольтных линий электропередач. Однако, в соответствии с [2, 6] превышений электрической и магнитной напряженностей поля на промышленной частоте 50 Гц не обнаружено. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что электромагнитная обстановка на селитебной территории Советского района города Ростова-на-Дону удовлетворительная.

Литература

1. Васильев А.В., Бухонов В.О., Васильев В.А. Особенности и результаты мониторинга электромагнитных полей в условиях территории Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – №3-1. – С.585-590.
2. ГН 2.1.8/2.2.4. 2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. Гигиенический норматив.

3. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю., Теряева Е.П. Развитие системы экологического мониторинга электромагнитных и инфразвуковых низкочастотных полей на застроенных территориях // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2012. – № 4(4). – С.70-76.
4. Гречишников С.В., Гапонов Д.А., Коханская Н.В., Курилова А.Э. Низкочастотный электромагнитный фон Советского района города Ростова-на-Дону // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – Новосибирск. – 2015. – №23. – С.225-228.
5. Колесник А.Г., Колесник С.А., Бородин А.С., Шошин Е.Л., Федичев М.А. Электромагнитный фон городских территорий промышленных частот // Вестник томского государственного университета. – 2007. – №297. – С.161-164.
6. СанПиН 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты.
7. Свиридова Е.Ю. Результаты исследования низкочастотных электромагнитных полей на урбанизированных территориях // Достижения вузовской науки. – 2013. – №5. – С.107-112.
8. Чеховский А.В., Анисимов Н.К., Маршалкович А.С. Воздействие электромагнитных полей в городской урбозонистеме и их негативное влияние на здоровье горожан // Строительство: наука и образование. – 2013. – №2. – С.1-7.

АППАРАТУРА ДЛЯ ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ И АНАЛИЗА РУД НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОО «КОРПОРАЦИЯ КАЗАХМЫС»

Е. Н. Диханов, О.С. Ефименко, С.А. Ефименко
ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Жезказган, Казахстан

Современное крупное добывающее и перерабатывающее предприятие сейчас не может обойтись без средств мониторинга вещественного и валового состава добываемых и перерабатываемых руд. ТОО «Корпорация Казахмыс» еще с 1979 года использует такую аппаратуру для опробования руд в условиях естественного залегания (забои, стенки горных выработок), отбитой горной массы (руда в навале, в транспортных емкостях, на ленте конвейеров), шлама шпуров в шахтах и эксплуатационно-разведочных скважин карьеров, а также для анализа истертых до крупности аналитического порошка проб.

В эпоху рыночных отношений существенно выросли требования к комплексности использования минерального сырья. Прежняя ориентация предприятия на один (профильный) элемент уже не актуальна. В переработку вовлекается максимальное количество основных и сопутствующих промышленных рудных элементов.

Для реализации такого подхода нужна современная аналитическая база. Филиалы ТОО «Корпорация Казахмыс» такой базой располагают: это современные энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные (EDXRF) спектрометры носимые (РПП-12) и лабораторные (РЛП-21 и РЛП-21Т) казахстанского производства (ТОО «Аспап Гео», г. Алма-Ата).

Спектрометры РПП-12 начали использоваться на шахтах рудничной промышленной площадки ПО «Жезказганцветмет» с 1998 года, РЛП-21 – в лаборатории геофизической службы ПО «Жезказганцветмет» с 1989 года, РЛП-21Т в лаборатории Карагайлинской обогатительной фабрики с 2005 года. ТОО «Аспап Гео» постоянно совершенствует свою аппаратуру, чтобы она соответствовала уровню постоянно усложняющихся производственных аналитических задач.

Спектрометр РПП-12 (рис. 1А) – это наиболее распространенный прибор в ТОО «Корпорация Казахмыс» – только в шахтах ПО «Жезказганцветмет» одновременно работают 18 бригад рентгенорадиометрического опробования (РРО). Прибор максимально адаптирован к специфике ведения горных работ в условиях шахт Жезказгана, на которых высота забоев достигает 8 м. Четырех определяемых элементов (Cu, Pb, Zn, Fe) было достаточно в 1998 году. Сейчас требуется большее число элементов. Также ужесточились требования техники безопасности при проведении РРО (максимально уменьшить время пребывания бригады РРО у забоя) и повысились требования к информативности и точности данных РРО (увеличить список элементов, определяемых в процессе РРО; повысить точность и представительность данных РРО; обеспечить привязку сечений РРО, чтобы исключить ошибки в нанесении результатов на геологические разрезы). В процессе многолетней эксплуатации спектрометров РПП-12 у геофизической службы ПО «Жезказганцветмет» появились предложения по совершенствованию конструкции отдельных узлов РПП-12. Тесное сотрудничество геофизиков корпорации и ТОО «Аспап Гео» принесло конкретные результаты: к 2015 году поступили в ТОО «Корпорация Казахмыс» и другие фирмы Казахстана две современные модификации полевого спектрометра РПП-12 (рис. 1В и 1С). Это уникальная по своим возможностям аналитическая аппаратура, в которой:

Во-первых, были решены вопросы техники безопасности при проведении РРО. Отказались от передачи сигнала от датчика к блоку обработки результатов по кабелю (рис. 1А), и перешли на беспроводную (bluetooth) схему передачи сигнала (рис. 1В). Операторы на датчике и пульте теперь не связаны кабелем и гораздо более свободны в своих передвижениях в случае, если в горной выработке, где производится РРО забоя, возникает опасная ситуация. Более того, оператор на пульте теперь находится не в 2-3м от забоя, а на некотором расстоянии от него и под защитой опорного, как правило, целика.



А В С
Рис. 1. Линейка полевых спектрометров РПП-12 (А – базовый вариант, В – SDD/радионуклид, С – SDD/PT)

Во-вторых, отказались от пропорционального детектора излучений, и перешли на кремниевый дрейфовый детектор (SDD) площадью 25 мм² с термоохлаждением и энергетическим разрешением 140 эВ. Тем самым, значительно повысили точность РРО и расширили список определяемых элементов.

В-третьих, перешли на узел управления и обработки аппаратурных спектров на базе операционной системы Android (смартфоны, планшеты, часы), чем обеспечили высокое быстродействие и гибкость программного обеспечения, возможность голосового управления прибором, а также реализацию дополнительных возможностей: документирование результатов РРО, фотографирование забоя, определение координат сечения РРО с использованием GPS модуля; оперативную передачу данных при наличии сети; защиту РПП-12 от несанкционированного использования за счет многоступенчатой системы доступа; запись результатов РРО, спектров, режимов работы РПП-12 и прочего с возможностью передачи этой информации по USB порту в персональный компьютер, ноутбук или USB-накопитель; систему самодиагностики. Смартфон выполнен в специальном защитном исполнении. Емкости аккумулятора смартфона хватает на полную смену. При работе на крутопадающих рудных телах, когда горная выработка или забой опробуется горизонтальными сечениями, и на рудах в навале отбитой горной массы с таким РПП-12 может работать один человек.

Спектрометр РПП-12 (вариант SDD/радионуклид) оснащен устройством для крепления штанг. В случае использования радионуклида Pu-238 (варианты: Fe-55 и Cd-109) РПП-12 определяет не менее 12 элементов (Cu, Zn, Pb, Fe, Ba, K, Ca, Ti, Mn, Ni, As, Sr). В таком варианте он сейчас работает в АО «Жайремский ГОК» ТОО «Kazzinc Holdings». В датчик устанавливается либо 1, либо 2 (желательно) радиоактивных источника. Экспозиция измерений в точке 5 сек. Время непрерывной работы 5 часов (допускается горячее подключение дополнительных аккумуляторов). РПП-12 обеспечивает многоэлементное РРО в интервале содержаний от $n \cdot 10^{-3}\%$ до 100%. Программное обеспечение осуществляет точное нахождение истинных интенсивностей аналитических линий элементов. Для учета матричных эффектов используются алгоритмы фундаментальных параметров. Три спектрометра уже поставлены на рудники KAZ Minerals. В ближайшее время этот спектрометр начнет поступать на шахты Жезказгана.

Спектрометр РПП-12 (вариант SDD/PT) оснащен малогабаритным рентгеновским излучателем 50 кВ, 4 Вт. Блок возбуждения и детектирования обеспечивает гибкость в выборе площади сбора аналитической информации порядка и высокую светосилу (входная нагрузка свыше 100 кГц). Число определяемых элементов 31 (Cu, Zn, Pb, Ag, Cd, As, Ba, Fe, Mo, Mn, Ti, V, Cr, Co, K, Ca, Ni, Ga, Br, Rb, Sr, Zr, Y, Nb, Se, Sn, Sb, Bi, W, Th, U). Именно такие РПП-12 работают в ТОО «Латон-Геосервис» и в АО «Жайремский ГОК» ТОО «Kazzinc Holdings». Экспозиция измерения в одной точке – 5 сек. Мощное программное обеспечение позволяет: а) использовать фундаментальные алгоритмы для учёта матричных эффектов; б) точно определять функцию отклика каждого детектора, а также спектральный состав возбуждающего излучения; в) очищать спектр от двойных и тройных наложений; г) восстанавливать спектр вторичного излучения с учётом зависимости относительных интенсивностей характеристических линий от вещественного состава, что обеспечивает точное нахождение истинных интенсивностей аналитических линий элементов. РПП-12 характеризуется высокой прочностью и защищённостью, простотой в эксплуатации и, как следствие, минимальными требованиями к квалификации оператора. Пределы обнаружения для большинства рудных элементов находятся в диапазоне от $n \cdot 10^{-4}\%$ до $n \cdot 10^{-3}\%$. Время непрерывной работы РПП-12 без подзарядки аккумуляторов не менее 10 часов. Вес РПП-12 не более 1,5 кг. Данный спектрометр предназначен для шахт с крутым падением рудных тел (сечения РРО горизонтальные), для карьеров и для геологоразведочных организаций. Спектрометр РПП-12 (вариант SDD/PT) не только не уступает носимым спектрометрам известных фирм Innov-X Systems, Inc. и Thermo Scientific Niton, но и по ряду характеристик существенно превосходит их.

Лабораторный спектрометр РЛП-21Т последнего поколения обеспечивает одновременное определение содержаний 40 элементов (Cu, Pb, Zn, Fe, Mo, Ag, Cd, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Co, Ni, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pd, Sn,

Sb, Ba, Ta, W, Bi, S, Si, Al, P, Y, U, Th, Sc, Ga, Ge, Br, Mg) в одном режиме без применения вакуумного насоса или инертного газа при анализе на легкие (S, Si, Al, P) элементы. РЛП-21Т – это: дрейфовый полупроводниковый детектор (SDD) площадью около 25 мм² и толщиной 300–500 микрон (охлаждение – термохолодильник Пельтье); рентгеновская трубка VF-50J Rh (50 Вт) фирмы Varian Medical Systems (США); экспозиция измерений 120 сек; облучение кюветы с пробой – сверху; турель на 9 кювет. Детектор обеспечивает разрешение 150 эВ по линии 5,9 кэВ при загрузке 100 кГц. Мишень из теллура. Для повышения чувствительности в области легких элементов применяется дополнительная мишень. Специальной подготовки проб не требуется: материал пробы насыпается в кювету и уплотняется пластиной из стекла. РЛП-21Т поставляется с методикой III категории, сертифицированной в ОА «Национальный центр экспертизы и сертификации» Республики Казахстан (свидетельство №25–2012, срок действия до 25.06.2017г). Пределы обнаружения серебра и кадмия (критерий 3σ) составляют 0,78 (определено на государственном стандартном образце ГСО–3029 с содержанием серебра 2,1 г/т) и 0,93 г/т (ГСО–4022 ДВГ с содержанием кадмия 5,0 г/т). Сейчас на предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс» интенсивно используются 16 спектрометров РЛП-21Т различных модификаций и 2 спектрометра РЛП-21 (радионуклид Am-241, жидкий азот). Часть имеющего парка спектрометров РЛП-21Т будет заменена новыми спектрометрами РЛП-21Т.

ВЛИЯНИЯ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ МЕРЗЛОТЫ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ ИСТОРИЮ НЕФТЕМАТЕРИНСКОЙ НИЖНЕЮРСКОЙ ТОГУРСКОЙ СВИТЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Искоркина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. В нашей работе [1] исследовалось влияние векового хода температур на поверхности Земли, а также неоплейстоценовой мерзлоты на термическую историю и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовских отложений на юго-востоке Западной Сибири. Получена оценка существенного влияния векового хода температур и мерзлоты на степень реализации генерационного потенциала баженовской свиты, формирующей залежи углеводородов нижнемеловых и верхнеюрских нефтегазоносных комплексов (НГК) юго-востока Западной Сибири [2].

Цель наших исследований – оценить влияние неоплейстоценовой толщи мерзлоты на геотермический режим тогурских отложений юго-востока Западной Сибири, формирующих залежи углеводородов нижнеюрских и доюрских НГК.

Постановка задачи. Моделирование палеогеотемпературных условий для тогурских отложений выполнено для осадочного разреза глубокой скважины Северо-Фестивальная 1. Генерационный потенциал тогурских отложений в пределах этой территории обусловлен высоким содержанием гумусо-сапропелевого типа, достаточно высоким содержанием Сорг (до 10 %) и региональной катагенетической преобразованностью на уровне градаций МК₁²–МК₂. Свита выклинивается на положительных структурах, над выступами кристаллического фундамента [3]. На Северо-Фестивальном месторождении, расположенном в северо-восточном борту Нюрольской мегавпадины, залежи УВ связаны в основном с средне-нижнеюрскими коллекторами (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика разреза скважины Северо-Фестивальная 1

Характеристики	Значение
Забой, м	3270
Отложения на забое (свита)	Палеозой (PZ)
Подошва нижнеюрских отложений, м	3234
Кровля тогурской свиты, м	3165
Мощность тогурской свиты, м	30
Кровля баженовской свиты, м	2705
Мощность баженовской свиты, м	23
Мощность палеогеновых отложений, м	534
Мощность неогеновых отложений, м	-
Мощность четвертичных отложений, м	35
Результаты испытаний (свита; пласт; тип флюида; дебит, м ³ /сут.)	Баженовская+васюганская (Ю ₁); сухо, нефтепроявление в керне. Тюменская; Ю ₁₃₋₁₅ ; нефть; 2,57. Тюменская; Ю ₁₃₋₁₄ ; нефть; 0,28. Урманская; Ю ₁₆ ; нефть; 0,13. Урманская+палеозой; Ю ₁₆ +PZ; нефть, газ; 1,54; 890. Палеозой; PZ; газ; 410.
Измеренные пластовые температуры (свита; глубина замера; температура, °С)	Тюменская; 3130 м; 118. Тюменская; 3145 м; 123.
«Измеренные» температуры по ОСВ (свита; глубина отбора; (R _{вр} ⁰); температура, °С)	Урманская; 3232м; (0,83); 124.

Оценка выполняется на основе анализа variability результатов палеотемпературных реконструкций для двух вариантов, в каждом из которых по три допущения. Первый вариант *предполагает мощность мерзлоты до 300 метров [4]*. Второй вариант *предполагает мощность мерзлоты до 1000 метров [5]*. Допущения: 1) учет векового хода температур на поверхности Земли и толщи мерзлоты; 2) учет векового хода, без учета толщи мерзлоты; 3) без учета векового хода температур и толщи мерзлоты.

Восстановление термической истории тогурской свиты выполнено на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования. Применен метод палеотемпературного моделирования, основанный на численном решении уравнения теплопроводности горизонтально-слоистого твердого тела с подвижной верхней границей [6].

В первом варианте мы приняли мощность толщи мерзлоты 300 метров. Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется, начиная с 240 тыс. лет назад, «мгновенной» (по меркам геологического времени, за 1,5+3,0 тыс. лет) заменой «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлых пород со своими теплофизическими характеристиками - теплопроводность, температуропроводность [7]. Затем эта толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 179 тыс. лет. Далее, «мгновенно» (1,5 + 3,0 тыс. лет) толща вечной мерзлоты заменяется «нормальными» осадочными отложениями, а затем существует «нормальный» осадочный чехол до настоящего времени, в последние 52 тыс. лет.

Во втором варианте мы взяли мощность мерзлоты в 1000 метров, и все выполнялось аналогично первому варианту. Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется так же как и для предыдущего варианта, начиная с 240 тыс. лет назад. Замена «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлоты осуществлялась по геологическому времени за 5,0 + 3,0 тыс. лет. После этого толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 206 тыс. лет, затем вечная мерзлота (за 5,0 +3,0 тыс. лет) заменяется «нормальными» осадочными отложениями, и далее существует современный разрез 21 тыс. лет.

Основным критерием адекватности и предпочтительности результатов для двух вариантов и трех допущений выступает лучшая согласованность максимума расчетных геотемператур с «наблюденными» температурами «максимального палеотермометра» – с температурами, определенными по отражательной способности витринита (ОСВ). В качестве второго основного критерия принята степень согласованности очагов интенсивной генерации УВ, выделяемых по геотемпературному критерию, с установленной геологоразведкой нефтегазонасыщенностью недр.

Результаты. В случае учета палеоклимата, как «невязки» решений обратных задач, так и сходимости с «максимальным палеотермометром» близки к оптимальным и примерно равноценны (табл. 1). Таким образом, сопоставление измеренных и расчетных геотемператур позволяет заключить, что по критерию «невязки» результаты допущений 1 и 2 приемлемы и равноценны. Учет векового хода температур и неоплейстоценовой мерзлоты мощностью до 300 м позволяет вполне корректно восстановить термическую историю тогурских отложений. Наличие в результатах (при учете палеоклимата) палеоочагов интенсивной генерации тогурской нефти хорошо объясняет вскрытую скважиной Северо-Фестивальная 1 залежь нефти в нижнеюрских отложениях (табл. 2).

Таблица 2.
Сопоставление измеренных и расчетных геотемператур в скважине Северо-Фестивальная 1

Глубина, м	Измеренные («наблюденные») температуры, °С	Способ измерения	Вариант 1, °С		Вариант 2, °С		Вариант 3, °С		Вариант 4, °С	
			Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница
3130	118	Пластовые	117	-1	119	+1	124	+6	114	-4
3145	123	Пластовые	118	-5	119	-4	124	+1	114	-8
3232	124	По ОСВ	130	+6	128	+4	117	-7	137	+13
Среднеквадратическое отклонение («невязка»), °С			±4		±3		±5		±9	

Ранее были проведены аналогичные исследования по оценке палеоклимата на геотермический режим и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовской свиты Лугинецкого месторождения (Томская область), на примере разреза скважины Лугинецкая 183. На Лугинецком месторождении при учете толщи мерзлоты и векового хода температур (мощность мерзлоты 300 метров), тепловой поток увеличился на 1.4 мВт/м² по отношению к расчетному значению теплового потока без учета мерзлоты. При учете толщи мерзлоты мощностью 1000 метров получаем крайне высокое значение теплового потока, что мало согласуется с экспериментальными данными для этого района. Кроме того, «невязка» наблюдаемых и расчетных геотемператур при толще мерзлоты мощностью 1000 метров достигает 12 °С, что является неприемлемым результатом, свидетельствующем о неадекватности параметрического описания модели седиментации.

Заключение. И на Северо-Фестивальном и на Лугинецком месторождениях Томской области, при учете векового хода температур и толщи неоплейстоценовой мерзлоты, получаем наиболее «богатую» термическую историю материнских отложений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00080

Литература

1. Iskorkina A., Isaev V. and Terre D. Assessment of Mesozoic-Kainozoic climate impact on oil-source rock potential (West Siberia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012023 <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/27/1/012023/pdf>
2. Конторович А.Э., Фомин А.Н., Красавчиков В.О., Истомин А.В. Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 11 – С. 1191–1200.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
4. Ефименко С.В., Бадина М.В., Ефименко В.Н. К обоснованию территориального распространения границы I-II дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестник ТГАСУ. – 2013. - № 4. – С. 295–303.
5. Павлов А.В., Гравис Г.Ф. Вечная мерзлота и современный климат // Природа. – 2000. – № 4. – С. 10-18.
6. Isaev V.I., Fomin A.N. Loki of generation of bazhenov- and togur-type oils in the southern Nyurof'ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2006. – Vol. 47. – No. 6. – pp.734-745.
7. Иванов Н.С., Гаврильев Р.И. Теплофизические свойства мерзлых горных пород. – М.: Наука, 1965. – 74с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАТУХАНИЯ НА ВРЕМЕННОМ РАЗРЕЗЕ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ В СКОЛЬЗЯЩЕМ ОКНЕ

А.А. Ислямова

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При освоении залежей нефти со сложно построенными и карбонатными коллекторами дебиты добывающих скважин во многом определяются не структурным фактором, а трещиноватостью/пористостью коллекторов. Эти свойства коллекторов зачастую проявляются на временном разрезе в виде значительного затухания сейсмического сигнала. Ранее нами был предложен спектральный метод анализа в скользящем окне временных разрезов для выделения трещиноватых зон [1, 2], были проведены расчеты дифракции сейсмического поля на отдельной поре и на ансамбле пор [3]. В настоящей работе показано, что трещиноватость или пористость коллектора может приводить к качественно одинаковому поведению амплитудных спектров отраженного сигнала. Это легло в основу построения полосно-заграждающего фильтра, который опробован на спектрах Прони и Фурье применительно к реальному разрезу одного из месторождений Томской области.

Анализ амплитудных спектров выполнялся на основе данных конечноразностных расчетов прямых задач механики твердого тела для трещиноватых тел [4] и на результатах лабораторного эксперимента, выполненного Грегори и опубликованного в работе [5]. В процессе обработки результатов численного моделирования были вычислены спектры для волны до достижения ею пористого слоя и для волны в пористом слое.

Ненормированные спектры, полученные в лабораторном эксперименте и в численном расчете, приведены на рис. 1 а и б. Их сравнение показывает, что спектр волны, отраженной от пористой области, резко теряет часть высоких частот и уверенно отличается от спектра волны в сплошной среде.

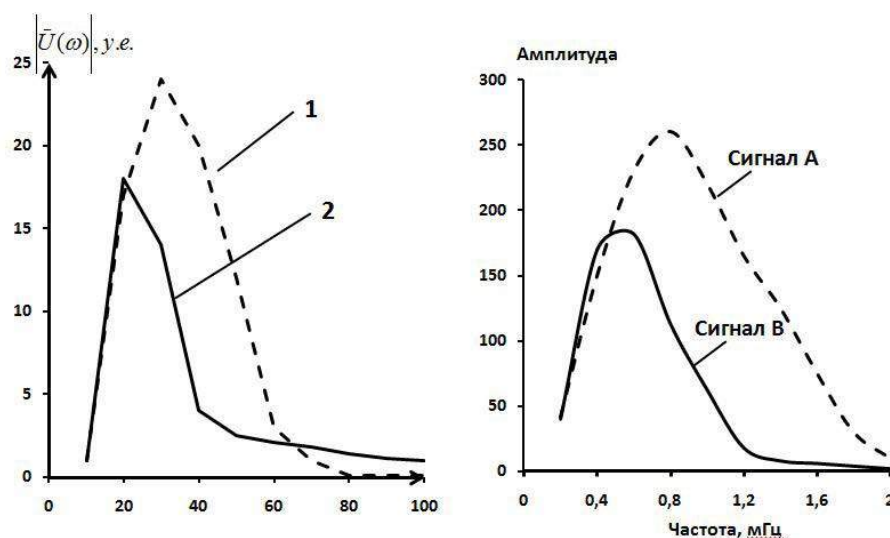


Рис. 1, а- ненормированные спектры падающей(1) и отраженной (2) волн для слоя с порами, б - рис. 22 из работы [5]; спектры падающего (А) и отраженного от образца песчаника (В) сигналов.

Заметим, что спектры сейсмических волн при прохождении ими трещиноватых сред, как получено нами ранее [2,4], и пористых сред (рис. 1,а) ведут себя, как видно по результатам проведенного нами численного моделирования, сходным образом.

Различия в спектральной характеристике исходной волны и волны, прошедшей через трещиноватые или пористые области, очевидны. Поэтому следующим шагом работы стало определение зон ослабления и изменения спектров на реальных сейсмограммах. Для этого при дальнейшей обработке реальных временных разрезов использовались преобразования Прони и Фурье в скользящем окне.

Временные сейсмические разрезы обычно доступны в формате SEG-Y (SEG-D). Для анализа разрезов в таком формате применен аппарат обработки цифровыми фильтрами. При этом ограничения, как по теореме Котельникова, так и накладываемые конечными размерами окон фильтрации, не позволяют извлекать из участка записи гармонические компоненты с любой, наперед заданной, частотой. Для того, чтобы обойти это ограничение, нами сначала было использовано преобразование Прони [6]. Оно не является спектральным преобразованием в чистом виде, а, скорее, есть способ разложения наблюдаемой функции по сумме затухающих синусоид. Выполнив Прони-преобразование, можно вычислить спектральную плотность энергии (СПЭ) для любой «частоты» Прони. При этом каждому номеру («гармонике») в ряде Прони будет соответствовать не конкретная частота в Гц, а некоторая полоса частот.

Ниже на рис. 2 показаны результаты применения режекторного фильтра (notch filter) Фурье в скользящем окне к временному разрезу «№95» по площади «С».

Благодаря примененному нами графу обработки разреза, зоны с более высоким затуханием сигнала (возможно, повышенной трещиноватости/пористости и/или флюидонасыщенности) должны выделяться на разрезе меньшими амплитудами волны, по сравнению с окружающими трассами. Такой эффект мы наблюдаем в средней части профиля 95 на временах 2100-2300 мс, где среди четких фаз юрских горизонтально-слоистых отложений осадочного чехла появляется лагуна с нарушением чередования и прослеживания фаз, низкими амплитудами волн. Необходимо отметить, что найденная зона (лагуна) соответствует реальному продуктивному интервалу.

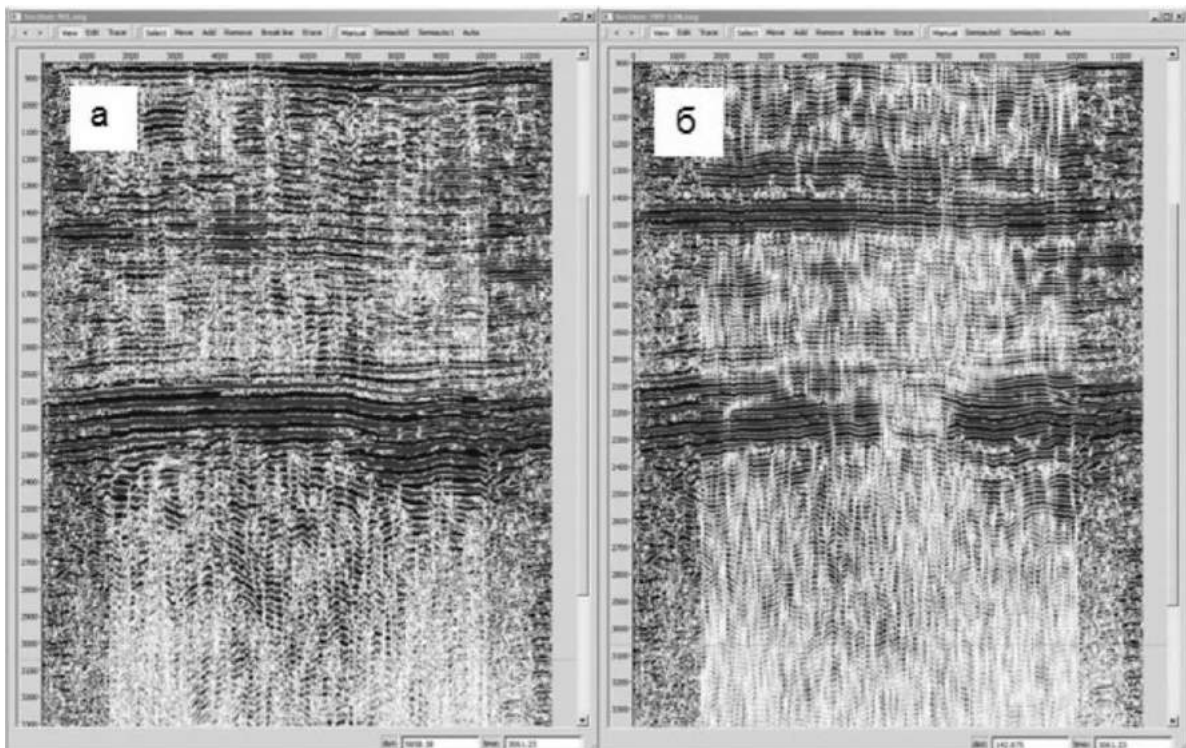


Рис. 2. Исходный сейсмический разрез «№95» по площади «С» до (а) и после (б) применения оконного преобразования

В работе изучено влияние пористого/трещиноватого слоя на сейсмический сигнал. Для отраженной волны анализируются спектры Прони и Фурье. Показано, что и для пористых слоев, (как и для слоев с трещинами) существенно уменьшаются амплитуды некоторых частот. Аналогичное изменение спектра было отмечено ранее при лабораторном моделировании прохождения сейсмической волны через образец песчаника. В целом можно говорить о спектральном проявлении зон с повышенным затуханием в определенной полосе частот. Это позволяет построить алгоритм фильтрации реальных временных разрезов для выявления потенциальных зон с повышенным затуханием (поглощением) сигнала. Изложенная методология может быть

использована на стадии камеральной обработки временных сейсмических разрезов, при интерпретации акустического каротажа, при картировании продуктивных площадей.

Литература

1. Shatskaya A. A., Nemirovich-Danchenko M. M., Terre D. A. Modeling of inclined fracture network and calculation of fracture effect on seismic signal spectrum // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 21 (2014) 012016
2. Немирович-Данченко М.М. Возможности обнаружения множественной трещиноватости сплошной среды на основе оценки спектральной плотности энергии отраженного сигнала // Физ. мезомех. - 2013. - Т. 16. - № 1. - С. 105-110
3. Shatskaya A. A., Nemirovich-Danchenko M. M., Terre D. A. Modeling of seismic field in porous medium: Simulation study of single pore and pore ensemble effects // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012027
4. Немирович-Данченко М.М. Модель гипопругой хрупкой среды: применение к расчету деформирования и разрушения горных пород // Физическая мезомеханика, 1998, Том 1, №2. с. 107-114.
5. Под ред. Ч. Пейтона, Сейсмическая стратиграфия. Использование при поисках и разведке нефти и газа Ч.1., Москва, Мир, 1982, 375 с.
6. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.- 584 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА НОВО-ПОКУРСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

А.Л. Капарулин

Научный руководитель доцент Г. Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ново-Покурское нефтяное месторождение – интересный объект для геофизического исследования. Оно находится в области относительно пониженной плотности углеводородных ресурсов ХМАО, занимает равноудаленное положение относительно нефтяных гигантов – Самотлор, Мамонтовско+Усть-Балыкские и Федоровское+Сургутское. Ново-Покурское месторождение является начальным элементом (северо-западным) цепочки нефтяных месторождений «Киняминское – Ачимовское – Ледяное – Олень – Озерное». Эта цепочка нефтяных месторождений, равно как и ее юго-восточное окончание в границах Томской области, контролируются линейной и концентрической аномалиями магнитного поля, источник которых находится в доюрском фундаменте (Номоконова, Расковалов, 2007).

Продуктивность Ново-Покурского месторождения связана с Верхнеюрским и Ачимовским нефтегазовыми комплексами (НГК). Разделяет пласты названных комплексов баженовская свита, битуминозные глинисто-кремнисто-карбонатные породы которой являются нефтематеринскими (А. Конторович и др., 1975) и региональной суперпокрышкой (В. Конторович, 2002): пласты Ю1-1 и Ю1-2 (васюганская свита) располагаются стратиграфически ниже, а пласты Ач (мегионская свита) – выше баженовской свиты.

Ново-Покурское месторождение находится на ранней стадии разработки, характеризуется хорошей геолого-геофизической изученностью (ОАО НГК «СЛАВНЕФТЬ», ООО НПЦ «Тюменьгеофизика» и др.). В настоящей работе излагаются результаты анализа геофизических исследований скважин (ГИС), другой геолого-геофизической информации (сейсмические разрезы, результаты испытаний пластов, петрофизическое обеспечение интерпретации ГИС). Цель исследования – найти геофизическое (и геологическое) различие в разрезах с разной продуктивностью пластов.

Анализ фондовых материалов позволяет заключить, что продуктивные пласты, относящиеся к разным нефтегазоносным комплексам, наиболее существенно различаются по следующим свойствам. Пласты горизонта Ач от пластов горизонта Ю1 отличаются: более низкими температурными градиентами – 3,15 °С/100 м в сравнении с 4,0 °С/100 м у пластов Ю1; фациальными условиями образования – подножие морского склона и зоны турбидитов у пластов Ачимовского НГК в сравнении прибрежно-морскими условиями горизонта Ю1, более низкой минерализацией пластовых вод, особенно в нефтенасыщенных пластах и др.

Что касается фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, то в среднем, при близких интервалах открытой пористости (K_n) разные продуктивные пласты месторождения существенно различаются по проницаемости ($K_{пр}$). Результаты проведенного статистического анализа петрофизических измерений показали, что наиболее проницаемыми являются пласты Ю1-1, наименее проницаемыми – ачимовские коллекторы и что основной причиной их разной проницаемости является их разная карбонатность (рис.1). Пласт Ю1-2 занимает промежуточное положение.

Для анализа данных геофизических исследований были выбраны три скважины, отличающиеся разной продуктивностью пластов. В скважине 50 (номера скважин – условные), находящейся на западном фланге месторождения, все три пласта являются водонасыщенными. Скважина 25 вскрыла пласт Ю1-1 с довольно высоким притоком нефти (43,8 м³/сут) и пласт Ю1-2 с меньшим (на порядок) нефтяным притоком. В скважине 45 продуктивным является ачимовский пласт (5,8 м³/сут), при испытании пласта Ю1-1 получена вода с нефтью. Данные ГИС верхнеюрской части разреза названных скважин приведены на рис. 2. Результаты анализа этих материалов кратко сводятся к следующему.

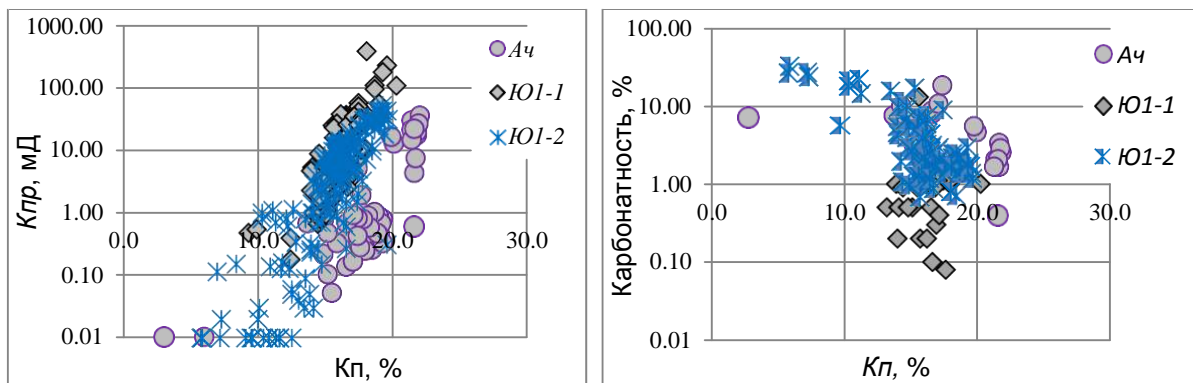


Рис.1. Корреляционные связи в системе «Кп_Кпр_карбонатность» коллекторов пластов Верхнеюрского (Ю1-1, Ю1-2) и Ачимовского (Ач) НГК Ново-Покурского нефтяного месторождения

Пласт Ю1-1 в разрезах скважин выделяется как коллектор: глубокие отрицательные аномалии метода самопроизвольной поляризации (ПС) и естественной радиоактивности (ГК), повышение показаний нейтронного каротажа (НКТ) и методов сопротивления (ПЗ), понижение электропроводности (ИК) в зависимости от характера насыщения (рис.2). Георгиевская свита в классическом виде отображается в данных ГИС только в непродуктивной скважине (отрицательная аномалия НКТ и положительная ИК). Баженовская свита в изученных разрезах фиксируется интенсивной комплексной геофизической аномалией: высокой радиоактивностью, низкой электропроводностью, отличными от вмещающих пород показаниями нейтронного каротажа.

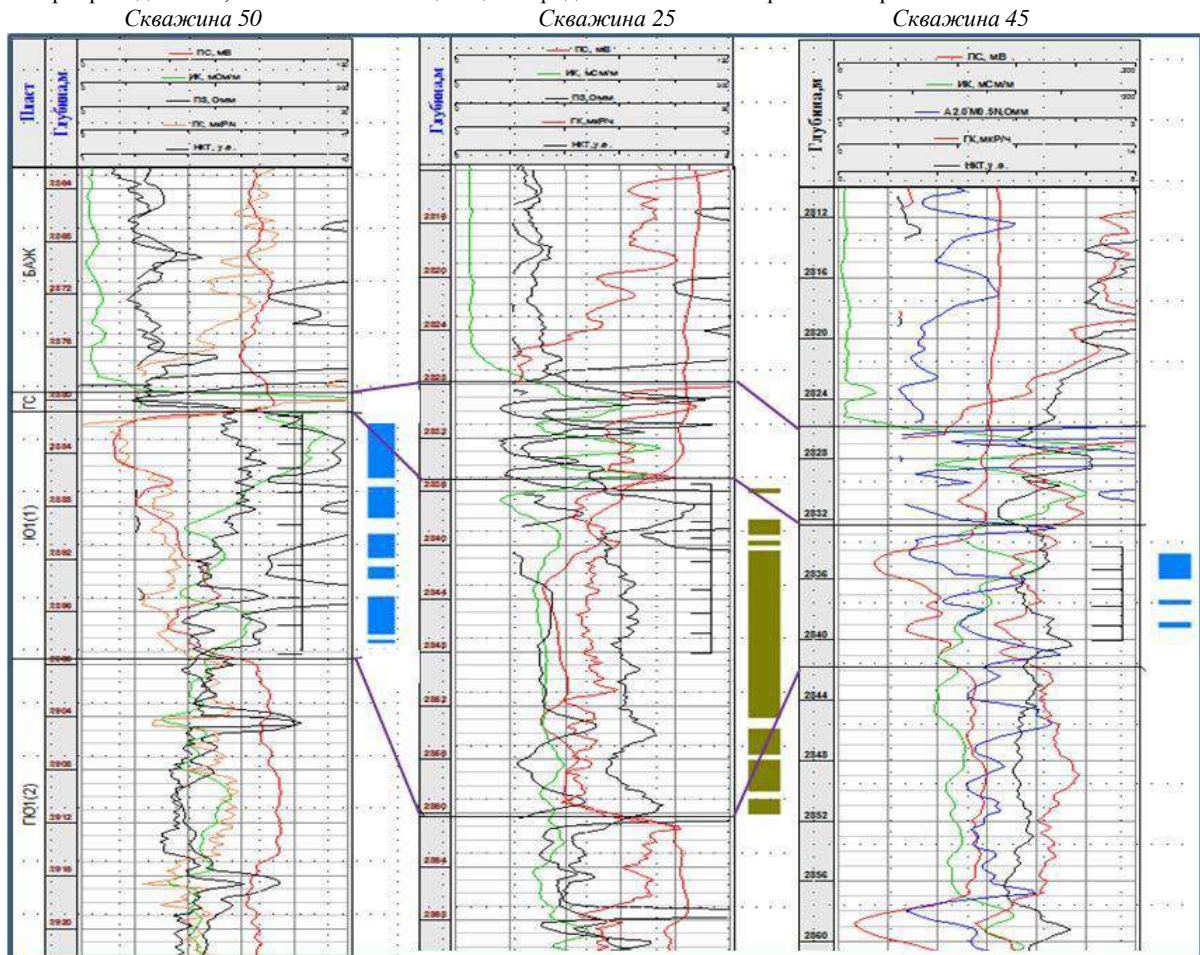


Рис. 2. Результаты геофизических исследований верхнеюрского разреза в скважинах с разной продуктивностью пласта Ю1-1 Ново-Покурского нефтяного месторождения

Характерной особенностью разрезов Ново-Покурского месторождения является закономерное, зависящее от продуктивности разреза проявление карбонатизации пород. Карбонатизированные интервалы разреза уверенно выделяются в показаниях ГИС: отрицательные аномалии ГК и ИК, положительные НКТ и ПЗ.

Карбонатизация пород проявляется как послонная, например, в кровельной части пласта Ю1-1 скв. 25, так и захватывающая значительные интервалы разреза, например породы баженовской свиты в скважине 45 (рис.2). Выявлены следующие закономерности проявления по геофизическим данным процесса карбонатизации пород Ново-Покурского нефтяного месторождения.

Карбонатизация пласта Ю1-2, как правило, выше, чем пласта Ю1-1.

Максимальная карбонатизация аргиллитов георгиевской свиты, отделяющей горизонт Ю1 от нефтематеринских пород баженовской свиты, имеет место в скв. 25 с продуктивным пластом Ю1-1. В непродуктивной скважине 50 георгиевская свита, судя по данным ГИС, представлена чистыми некарбонатизированными аргиллитами.

Баженовская свита в разрезе с продуктивным Ачимовским НГК (скв. 45) отличается: аномально высокими показателями НГК и ГК при аномально низкой электропроводности пород. Такие особенности нельзя объяснить только карбонатизацией пород свиты - при этом процессе радиоактивность пород уменьшается. Скорее всего, если этот процесс и развивался, то по высокорadioактивным породам, то есть содержащим повышенное количество керогена. Аномально низкая электропроводность пород свиты может указывать также на их нефтенасыщенность.

В разрезах с нефтеносным Ачимовским НГК, в том числе в разрезе скв. 45, аномальной геофизической неоднородностью характеризуются нижние части мегионской свиты в интервале от кровли баженовской до пластов Ач. По совокупности геофизических признаков – это интервал карбонатизированных пород. В непродуктивных разрезах выше баженовской свиты развиты однородные отложения с геофизической характеристикой аргиллитов.

Таким образом, по результатам исследований продуктивность пластов на Ново-Покурском месторождении зависит от их расположения относительно нефтематеринских пород баженовской свиты, а также от того, на какой интервал разреза приходится развитие карбонатизации пород, ухудшающей изоляционные свойства аргиллитов, отделяющих баженовскую свиту от пластов-коллекторов.

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ ДОЮРСКОГО ОСНОВАНИЯ СОЛОНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО ДАННЫМ ГИС

Н.К. Каюров

Научный руководитель заведующий лабораторией В.Н. Глинских
Институт нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), г. Новосибирск, Россия

Одними из наиболее слабоизученных отложений в пределах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна являются отложения доюрского фундамента и коры выветривания. Они же, одновременно, являются сложными в изучении из-за сложного геологического строения и гидродинамических условий. Промышленная нефтегазоносность этих отложений доказана в разных регионах Западной Сибири. Солоновское месторождение является одним из типичных месторождений на юго-востоке нефтегазоносного бассейна, где открыт ряд залежей нефти, газа и газоконденсата в отложениях палеозоя [3,4].

Неотъемлемой частью исследований является интерпретация данных геофизических исследований скважин (ГИС), позволяющая получать информацию о составе, строении и насыщении сложностроенных коллекторов. Для изучения такого типа коллекторов, встречающихся в палеозойских отложениях юго-востока Западной Сибири, необходим комплексный подход к интерпретации данных ГИС с привлечением данных геолого-технологических исследований и газового каротажа (ГТИ), а также результатов испытаний пластов (ИП) и лабораторных исследований керна и др.

Для определения литологической характеристики палеозойских отложений применялся расширенный комплекс данных ГИС, включающий данные методов радиоактивного (ГК, НГК), электрического (БК, БКЗ), индукционного (ИК), акустического (АК), плотностного (ГТКп) каротажа, кавернометрии (КВ). Совместный анализ этих данных позволяет выделить в разрезе основные встречающиеся литотипы и восстановить объемную литологическую модель изучаемых отложений. Петрофизический анализ проводился с помощью совместного анализа результатов интерпретации данных акустического, нейтронного и плотностного каротажа, с учетом влияния объемной доли глинистого материала и профиля скважины. Для определения насыщения использованы данные электрического, плотностного, нейтронного каротажа, а также данные газового каротажа и результатов испытания пластов. Тип коллектора определен с использованием коэффициента сжимаемости порового пространства [1,2].

Литологические и петрофизические модели по данным ГИС увязывались с данными исследований керна. Из-за развитой трещиноватости, вынос керна редко достигал 50% и, в основном, представлен плотными непроницаемыми разностями. Это влияет на оценку петрофизических свойств по керновым данным, особенно когда коллектор представлен трещиноватыми разностями. Верифицировать результаты возможно только по части минимальных значений пористости и проницаемости для межзерновых коллекторов.

Палеозойские отложения Солоновского месторождения представлены преимущественно карбонатными, терригенно-карбонатными и метаморфизованными терригенными породами девона (рис. 1). Наиболее развитые в разрезе палеозоя карбонатные разности представлены плотными известняками, часто доломитизированными, редко доломитами. Терригенные разности представлены метаморфизованными аргиллитами до глинистых сланцев, часто трещиноватыми. Встречаются и прослой хрупкого глинистого известняка.

Типы пустотного пространства в карбонатных породах встречаются трещиноватые, кавернозно-трещиноватый и трещиновато-кавернозные, реже трещиновато-поровый. При этом первый тип наиболее развит в верхней части отложений. Вниз по разрезу уменьшается доля трещинных коллекторов и растет доля кавернозных коллекторов. По данным плотностного и электрического каротажей, плотность известняков увеличивается с глубиной, уменьшается степень трещиноватости. Коэффициент пористости трещиноватых и кавернозно-трещиноватых коллекторов варьирует в пределах 0.07-0.13 д.е., редко достигают 0.15- 0.18 д.е.. Коэффициент проницаемости в этих зонах варьируется в достаточно больших пределах от 10-15 до 1000 - 1150 мД. Коэффициент пористости трещиновато-поровых коллекторов – 0.04-0.10 д.е., проницаемости – 8-120 мД.

По данным каротажа, терригенно-карбонатные породы, представленные глинистыми известняками, обычно обладают завышенной пористостью и проницаемостью. Это обусловлено, в первую очередь, отсутствием точного значения объемного содержания глинистого материала, а также повышенным развитием техногенных каверн, которая зачастую не может быть учтена стандартными алгоритмами. Несмотря на это, повышенная деформация ствола скважин не связана с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами, а обусловлена, скорее всего, механическими свойствами самой породы, и обрушение вызвано недокомпенсацией давления бурового раствора на стенку скважины. Это фиксируется и по результатам интерпретации диаграмм БКЗ, где по полученному пространственному распределению удельного электрического сопротивления (УЭС) отмечается отсутствие зоны проникновения, а понижение УЭС в ближней зоне обусловлено кавернами [5].

В глинистых сланцах (метаморфизованных аргиллитах) обычно развиты трещиноватые коллектора. Коэффициент пористости редко превышает первые единицы процентов. Данные отложения также не устойчивы при снятии горного давления.

Определение насыщения по данным ГИС осложнено из-за высокоомной матрицы пород-коллекторов. Тем не менее, при численной инверсии данных БКЗ коллектора насыщенные газом, газоконденсатом и нефтью характеризуются УЭС пластов более 20 Ом*м, при насыщении пластовой водой – около 10 – 12 Ом*м. Также информативны данные газового каротажа, где разделение продукта от пластовой воды проводится по сумме предельных (до С6) углеводородов (УВ), газовые и газоконденсатные залежи от нефтяных – по отношению метана к тяжелым УВ.

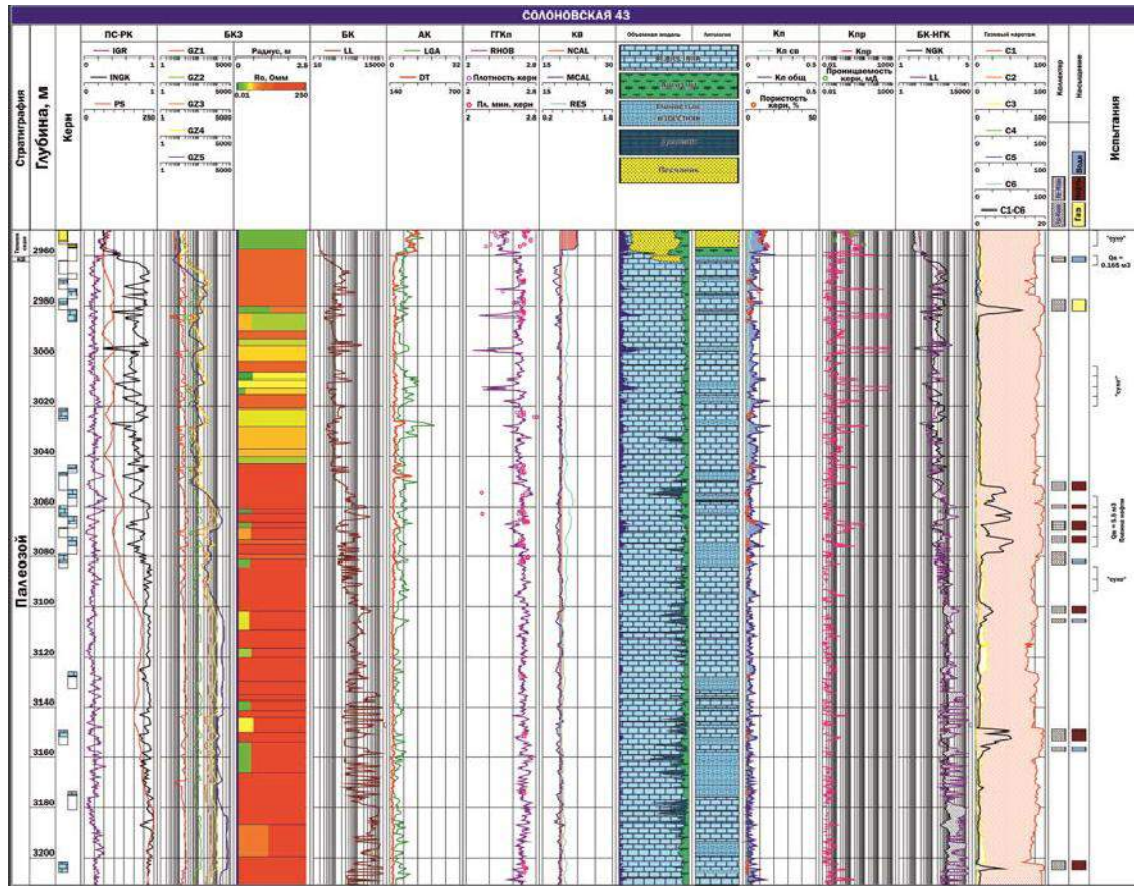


Рис. Сводный планшет данных ГИС и результатов интерпретации по скв. 43 Солоновской площади.

Залежи гидродинамически не всегда связаны друг с другом. Об этом свидетельствует периодическое перемежение насыщением разными пластовыми флюидами. Также отмечается задавливание пластового буровым раствором, в связи с чем при испытании пластов либо не получили притока флюида, либо получен приток пластовой воды. Об этом можно судить по данным геолого-технологических исследований и газового каротажа, в частности по полученным поглощениям в процессе бурения или по составу и количеству дегазированного газа

из выбуренной породы. При этом исследования ГИС также не дадут корректной информации по насыщению коллектора.

Таким образом, применительно к изучению палеозойских отложений выполнена комплексная интерпретация данных ГИС с привлечением данных ГТИ и результатов лабораторных исследований керна и дана геолого-геофизическая характеристика сложнопостроенных коллекторов Солоновского месторождения на юге Томской области.

Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика (физика горных пород). –М: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004, – 368 с., ил.3.
2. аляев Н.З. Методика автоматизированной интерпретации геофизических исследований скважин. –Минск: Издательство «Университетское», 1990, – 144 с.
3. Конторович В.А., Бердникова С.А., Калинина Л.М. и др. Модель геологического строения и нефтегазоносность зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений в Чузиско-Чижапской зоне нефтегазоаккумуляции//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 5-6. – С. 91–102.
4. Конторович В.А., Конторович А.Э. Геологическое строение докембрийско-палеозойских платформенных отложений в юго-восточных районах Западной Сибири//Отечественная геология. – 2006. – № 6. – С. 62-70. Эпов М. И., Каюров К.Н., Ельцов И.Н., Сухорукова К.В., Петров А.Н., Соболев А.Ю., Власов А.А. Новый аппаратный комплекс геофизического каротажа СКЛ и программно-методические средства интерпретации EMF Pro // Бурение и нефть. – 2010. – № 2. – С. 16-19.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ

Т.Е. Лунёва

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Постановка задачи. Совершенствование критериев и технологий поисков новых перспективных объектов в нефтепромысловых районах с уже развитой инфраструктурой наиболее остро стоит в настоящий момент [3]. В Западно-Сибирской мегапровинции перспективность связывают с глубокозалегающими комплексами, в том числе и с резервуарами коры выветривания, для которой нефтегенерирующей является тогурская свита. Для данного исследования выбрана территория Нюрольской мегавпадины. Для уменьшения экономических затрат необходим подход, который позволяет на основе уже имеющихся данных выявить новые перспективные объекты в развитых нефтепромысловых районах. Такой подход реализуется применением данных геотермии [2]. Поэтому на основе имеющихся геотемпературных данных проведено палеотемпературное моделирование разрезов 35 скважин и по геотемпературному критерию определены площади палеочагов генерации нефти и время их существования. Построена схема распределения относительной плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей [4].

Цель настоящих исследований – выявить первоочередные районы для проведения поисков перспективных объектов, приуроченных к пласту М (кора выветривания), с учетом распределения значений плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей, распределения толщин коры выветривания (рис. 1А) и с учетом качества коллектора в резервуаре (рис.1Б). Эти исследования демонстрируют технологию использования данных геотермии, как ресурсосберегающую, для решения прикладной задачи нефтегазовой геофизики.

Оценка распределения плотности ресурсов первично-аккумулятивных тогурских нефтей и районирование резервуаров коры выветривания. Для выделения перспективных участков построена схематическая карта распределения плотности первично-аккумулятивных ресурсов (рис. 2А). Построение производилось перемножением значений толщин коры выветривания и плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей с одинаковым весовым коэффициентом [4]. Оценка плотности ресурсов выполняется в условных единицах, что представляется корректным для последующего площадного районирования. На карту вынесены зоны с улучшенными ФЕС коллекторов, образованными по кремнисто-карбонатным, глинисто-кремнистым и магматическим породам кислого состава и зоны с неблагоприятными ФЕС, образованными по магматическим породам основного состава и по породам глинисто-сланцевой формации (рис. 1Б) [1, 5].

С учетом плотности ресурсов первично-аккумулятивных тогурских нефтей в резервуаре пласта М, качества коллекторов, плотности тектонических нарушений (рис. 1Б), выделены перспективные участки (рис. 2Б).

Прогноз перспектив нефтегазоносности. Наибольший интерес в отношении перспектив нефтегазоносности представляет зона 1, которая охватывает южные борты Кулан-Игайской и Тамрадской впадин и зону их сочленения. Данных о нефтегазонасыщении этого стратиграфического уровня на участке не имеется.

К Чузиско-Чижапской мезоседловине приурочена перспективная зона 2. Перспективность данной зоны подтверждается открытыми месторождениями с залежами в пласте М различного фазового состояния (рис.2 Б).

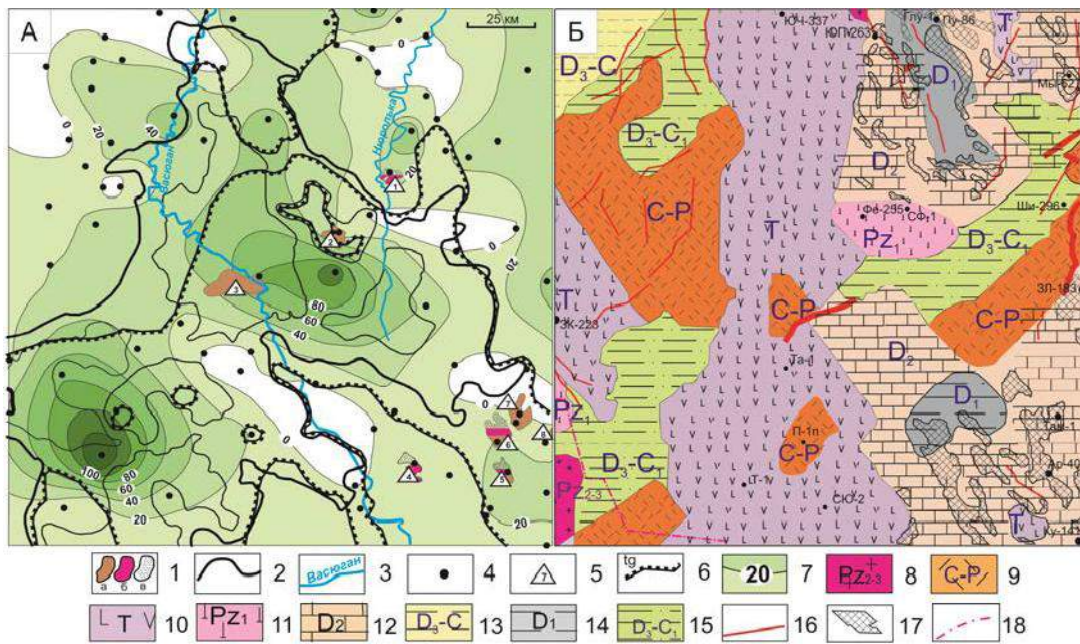


Рис. 1. Схематические карты изопачит коры выветривания (А) и распространения петротипов пород фундамента и тектонических нарушений (Б) в Нюрольской мегавпадине и структурах её обрамления. К рисунку А: 1 – месторождения: а – нефтяное, б – газовое, в – газоконденсатное; 2 – границы тектонических элементов I порядка; 3 – речная сеть; 4 – скважины, использованные для построения карты изопачит; 5 – условный номер месторождения; 6 – граница распространения тогурской свиты; 7 – изопачиты коры выветривания. Месторождения с залежами в коре выветривания: Речное (1), Фестивальное (2), Глуховское (3), Еллей-Игайское (4), Арчинское (5) Урманское (6), Тамбаевское (7), Южно-Тамбаевское. К рисунку Б, фации комплексов пород фундамента с указанием их возраста: 8 – граниты, 9 – липариты, 10 – андезитобазальты, 11 – ультрабазиты, 12 – карбонаты, 13 – глинистые сланцы, 14 – глинисто-кремнистые сланцы, 15 – терригенные породы, 16 – разломы, 17 – зоны улучшенных коллекторов, 18 – граница Томской области

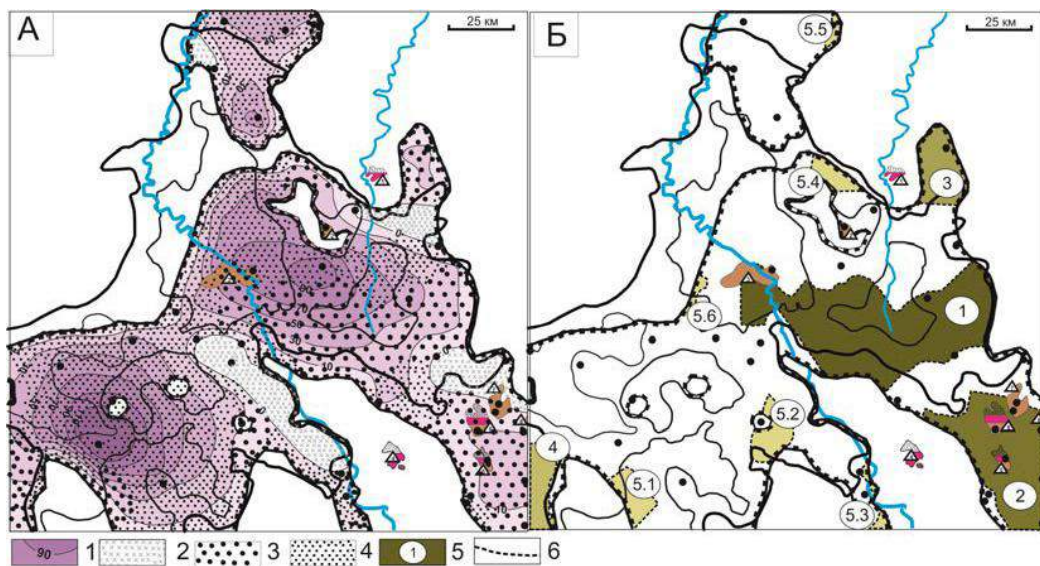


Рис. 2. Схема соотношения распределения плотности ресурсов генерированных тогурских нефтей и качества коллекторов в резервуаре коры выветривания (А) и схема выделения первоочередных участков для поисков залежей углеводородов в отложениях коры выветривания (Б) Нюрольской мегавпадины. К рисунку А: 1 – изолинии плотности ресурсов генерированных нефтей, усл. ед.; 2 – зона отсутствия коры выветривания в пределах распространения тогурской свиты; 3 – зона коллекторов коры выветривания с благоприятными ФЕС; 4 – зоны коллекторов коры выветривания с неблагоприятными ФЕС. К рисунку Б: 6 – перспективная зона (участок), номер ранжирования (интенсивность закрашки площади участка пропорциональна степени перспективности земель); 5 – границы районов. Остальные условные обозначения те же, что на рис. 1.

Перспективная зона 3 тектонически приурочена к южному склону Средневасюганского мегавала и зоне его сочленения с северным бортом Нюрольской мегавпадины. Сведений о прямых признаках нефтенасыщения разреза в этой зоне настоящее время нет.

Локальная зона 4 расположена в юго-западной части Нюрольской мегавпадины, по ранжированию идет на четвертом месте. В данной зоне также прямых признаков нефтенасыщения нет.

Перспективная зона 5 разделена на шесть участков, проранжированных по площади и наличию тектонических нарушений. Участок 5.1 приурочен к северному борту Тамянского прогиба; участок 5.2 расположен на северном склоне Северо-Межовской мегамоноклинали; участок 5.3 располагается в южном врезе Нюрольской мегавпадины; к северному склону Фестивального вала приурочен участок 5.4; участок 5.5 находится на юго-западном склоне Средневасюганского мегавала; участок 5.6 располагается на юго-западном борту Кулан-Игайской впадины. Следует отметить, что два месторождения открыты за пределами распространения тогурской свиты: Еллей-Игайское и Речное.

Таким образом, выделяем и предлагаем первоочередной район для изучения и освоения резервуара коры выветривания Нюрольской мегавпадины – зону I, где отмечается высокая плотность ресурсов тогурских нефтей и улучшенные ФЕС пласта М (кора выветривания).

Литература

1. Запывалов Н.П., Исаев Г.Д. Критерии оценки нефтегазоносности палеозойских отложений Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 341. – С. 226–232.
2. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Лобова Г.А., Попов С.А. Нефтегазоносность Дальнего Востока и Западной Сибири по данным гравиметрии, геотермии и геохимии: монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 384 с.
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. Лобова Г.А., Власова А.В. Реконструкция геотермического режима материнской тогурской свиты и обоснование районов аккумуляции нефти в нижнеюрских и палеозойском комплексах Нюрольской мегавпадины // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8 – №2. – http://www.ngtp.ru/rub/6/15_2013.pdf.
5. Сынгаевский П.Е., Хафизов С.Ф. Формация коры выветривания в осадочном цикле Западно-сибирского бассейна // Геология нефти и газа. – 1990. – № 11–12. – С. 22–30.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕТРОМАГНИТНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКЕ И РАЗВЕДКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ)

Р.М. Мамедов, В.А. Коновалова, М.В. Решетников

Научный руководитель доцент М.В. Решетников

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

В работе представлены результаты исследования петромагнитных свойств почвенного покрова над нефтяным месторождением в пределах Волго-Уральской провинции. Работы проводились с целью уточнения возможности применения результатов петромагнитных исследований при поиске и разведке месторождений углеводородного сырья.

Исследованный участок составляет площадь около 20 км². На территории пробурено 4 поисково-разведочных скважины. Подтверждена промышленная нефтегазоносность. Опробование проводилось по профильной схеме. Ориентация профилей и точки их пересечения были заданы так, чтобы линии опробования пересекли три локальные структуры, установленные сейсморазведкой и прошли вблизи скважин № 1, 2, 2Б, 3. Всего по четырем профилям отобрано 104 почвенных пробы с интервалом в 200 м, все из которых подвергнуты петромагнитным исследованиям, а в 43 пробах выборочно выполнены определения сорбированных углеводородных газов.

Петромагнитные измерения проводились для получения информации о вещественном составе и условиях формирования почв. Исследования состояли из измерения магнитной восприимчивости (χ), термокаппы (χT). Каппаметрический анализ заключается в измерении параметра χ и широко применяется для получения оперативной информации о концентрации пара- и ферромагнитных минералов в горных породах. Его использование позволяет в короткие сроки и при минимальных затратах детально расчленять и коррелировать толщи пород. В исследованиях почвенного покрова каппаметрический анализ применяется для оценки техногенной трансформации почвенного покрова в результате привнесения в почву магнитных частиц техногенного происхождения.

Измерение термомагнитного эффекта или термокаппаметрический анализ заключается в измерении прироста магнитной восприимчивости образцов после их нагрева на 500°C в окислительной среде. Прирост осуществляется за счет превращения изначально немагнитного пирита в сильномагнитный магнетит. Сходным эффектом, кроме пирита, обладают и магнитные сульфиды железа (типа пирротина, грейгита), и сидерит, но для вполне однозначной интерпретации термокаппаметрических данных, как правило, достаточно сведений о значениях исходной магнитной восприимчивости.

Газо-геохимические исследования проводились в лабораторных условиях при помощи хроматографического комплекса «Хроматэк Кристал-5000». В отобранных образцах определялась концентрация следующих сорбированных газов: метан, этан, пропан, изобутан, необутан, изопентан, неопентан, гексан.

Магнитные свойства исследованных почв в их естественном состоянии в целом характерны для южных черноземов. Вследствие равнинного рельефа, они обладают слабо дифференцированной магнитной восприимчивостью, которая у подавляющей части проб варьирует в пределах $55-70 \times 10^{-5}$ ед. СИ с незначительными редкими отклонениями в ту или иную сторону.

Магнитность проб возрастает в несколько раз после их прогрева за счет новообразованного магнетита. Последний возникает на парамагнитной матрице, представленной аутигенными соединениями сульфидов и карбонатов железа. При поисково-прогнозной оценке термомагнитных данных принципиально важна объективная оценка местного термомагнитного фона, который может варьировать в широких пределах. Опыт термомагнитных работ на углеводородных месторождениях Степновского вала в Поволжье и в Южном Приуралье показал, что термомагнитный коэффициент на фоновых участках не превышает значений 2-2,5. В единичных точках он достигает величин 2,5-3 при глубине залежей в 2500-2700 м. Термомагнитные аномалии в этих условиях выделялись при значениях $dk = 3-4$. В районах неглубокого (порядка 1000 м) залегания залежей или в зонах активного проявления дизъюнктивной тектоники, наблюдаются значительные изменения в термомагнитной параметрике. Местный термомагнитный фон возростал до 5-8, а на аномальных участках значения термокаппы возростали до 10-25 единиц.

Исследованный участок, включающий территорию Остролукской структуры, повсеместно характеризуется повышенными термомагнитными параметрами почв. Пробы с низкими (<5) значениями dk в выборке из 104 образцов практически отсутствуют. Около 80% проб имеют dk в пределах 5-9 единиц, что принято за локальный термомагнитный фон. За пороговый аномальный уровень принято значение $dk = 8,5$, при котором в разряд аномальных попадает до 20% проб с термомагнитными коэффициентами в пределах 10,2-12,8 единиц.

Термомагнитные аномалии в почвах намечаются на всех четырех профилях. В пространственном распределении аномалий удается подметить определенную тенденцию. Аномалии надпороговых значений dk присущи большинству проб почв по профилю 1 и для юго-восточных частей профилей 2, 3, 4. Для северо-западных частей последних наблюдаются единичные локальные микрозоны надпороговых значений dk .

Обращает на себя внимание наиболее крупная термомагнитная аномалия, которая тяготеет к зоне пересечения профилей № 1 и 2. В эту зону попадает скважина 1 и к ней примыкают скважины № 2 и 2Б. Аномалия имеет почти изометричную форму с размерами около 2 км. Вторая аномальная зона приурочена к юго-восточной части профиля № 3 и возможно смыкается с аномалией №1, образуя в этом случае единое поле повышенной интенсивности параметра dk . К этой зоне пространственно тяготеет скв. 3, отстоящая на 0,7-0,8 км к северо-западу от ее ядра.

Результаты газо-геохимических исследований.

Для изучения характера газогеохимического поля в пробах почв определялись абсорбированные УВ газы, которые несут достаточно объективную информацию о характере приповерхностного газового поля. В качестве депонирующего горизонта был использован горизонт «А» современной почвы, поскольку почвенная органика является активным сорбентом и наиболее мощным биохимическим барьером для миграционного газового потока. Результаты газогеохимического опробования по отдельным компонентам представлены ниже.

Метан. Концентрация CH_4 варьирует от 0,06 до $18,84 \times 10^{-3}$ об.%. Модальные значения концентраций (67% проб) лежат в пределах $0,06-2 \times 10^{-3}$ об.%. На профилях обособлены три участка с повышенными концентрациями CH_4 . Южная аномальная зона приурочена к пересечению профилей № 1 и 2, где концентрации CH_4 варьируют от 3 до 11×10^{-3} об.%. Центральный аномальный участок локализован в зоне пересечения профилей № 1 и 3, где концентрации CH_4 лежат в пределах $3-10 \times 10^{-3}$ об.%. Третья небольшая аномалия с концентрациями CH_4 до $18,84 \times 10^{-3}$ об. % локализована в юго-восточной части профиля №4.

Этан. Концентрации C_2H_6 лежат в пределах 0,007-3,42 с модой в интервале $0,02-0,3 \times 10^{-3}$ об. % (55% проб). В локализации аномальных участков этан обнаруживает ту же закономерность, что и метан.

Пропан. Концентрации C_3H_8 варьируют от 0,017 до $1,44 \times 10^{-3}$ об.%, при моде в пределах $0,017-0,2 \times 10^{-3}$ об. % (55% проб). На площадной схеме отчетливо выделяются три аномальных участка в зонах пересечения профилей 1-2, 1-3 и в юго-восточной части профиля 4, которые пространственно совпадают с аномалиями по метану и этану.

Изобутан. Концентрации iC_4H_{10} обнаружены в пределах $0,01-0,73 \times 10^{-3}$ об. % с модой (55% проб) от 0,01 до $0,1 \times 10^{-3}$ об.%. На профилях отчетливо фиксируются три разрозненных аномальных участка, пространственно совмещенных с аномалиями по более легким газам.

Необутан. Содержание nC_4H_{10} варьирует от 0,01 до $0,834 \times 10^{-3}$ об.%. Модальные значения (55% проб) лежат в пределах $0,01 - 0,1 \times 10^{-3}$ об.%. Особенности пространственного положения аномалий изо- и необутанов различаются лишь в мелких деталях.

Изопентан. Установлен в концентрациях от 0,05 до $19,40 \times 10^{-3}$ об.%, у 70% образцов они лежат в пределах $0,05-0,97 \times 10^{-3}$ об. В пространственном распределении аномалий iC_5H_{12} появляются некоторые отличия от аномалий по более легким газам. Они заключаются в отсутствии аномалий на пересечении профилей №№ 1 и 2 и сильном увеличении площади аномальной зоны в юго-западной части профиля №1.

Неопентан. Содержания nC_5H_{12} находятся в пределах $0,08-10,29 \times 10^{-3}$ об.%, мода (70% проб) варьирует от 0,08 до $0,1 \times 10$ об. В отличии от изопентана аномалии nC_5H_{10} близки по расположению к аномалиям остальных гомологов.

Гексан. Из 43 проанализированных проб в 14-ти гексан не обнаружен. В остальных 29 пробах C_6H_{14} установлен в концентрациях от 0 до $0,143 \times 10^{-3}$ об.% при моде (70% проб) в пределах $0,01 - 0,08 \times 10^{-3}$ об.%. По имеющимся фрагментарным данным трудно составить объективное представление о характерных особенностях распределения гексана, хотя можно отметить наличие фрагментов описанных ранее аномальной зоны близ пересечения профилей №№ 1 и 2.

Выводы.

В результате работ установлен высокий термомангнитный и газогеохимический фон основной части обследованной территории, обусловленный присутствием нефтяных залежей в сравнительной близости к дневной поверхности. Пространственная близость термомангнитных и углеводородных почвенных аномалий указывает на их парагенетическую связь с одним глубинным источником.

Профильный вариант получения данных не позволяет в полной мере составить представление о морфологии и структуре площадных аномальных геохимических полей, что необходимо для окончательной прогнозно-поисковой оценки участка.

В настоящее время можно судить лишь о намечающихся тенденциях:

1. Наблюдается пространственная приуроченность основных аномалий к восточной и юго-восточной частям обследованной территории, где можно предполагать наличие крупного аномального поля исследованных параметров северо-восточного простирания.

2. В северной и западной частях территории, по данным геохимии и термомангнитометрии в настоящее время не намечается каких-либо перспективных участков.

3. При окончательной оценке перспектив центральной части района следует учесть наличие термомангнитных и углеводородных аномалий близ скважины № 3. Незначительные притоки нефти в данной скважине обусловлены, возможно, ее приуроченностью к краевой части залежи, основная часть которой намечается в 1-1,5 км юго-юго-восточнее скважины 3.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ИНДУКЦИОННОМ, ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ И СМЕШАННОМ ВОЗБУЖДЕНИИ КАРОТАЖНЫХ СИГНАЛОВ

И.В. Михайлов

Научный руководитель заведующий лабораторией В.Н. Глинских
*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

При скважинных зондированиях земных недр широкое применение нашли методы переменного и постоянного электрического тока, которые, как правило, дополняют друг друга в силу различных физических принципов, лежащих в их основе. К первой группе, прежде всего, относятся индукционный каротаж (ИК) и высокочастотное индукционное каротажное зондирование (ВИКИЗ). Среди второй группы выделяются боковое каротажное зондирование (БКЗ) и боковой каротаж (БК).

Несмотря на большой спектр задач, решаемых этими методами, недостаточно внимания уделено способу генерации сигналов, при котором используется источник в виде кругового магнитного тока [1]. Настоящая работа направлена на изучение характерных особенностей сигналов, генерируемых в скважине источником со смешанным индукционно-гальваническим возбуждением, в том числе при их сопоставлении с диаграммами ВИКИЗ и БКЗ. Используемый программно-алгоритмический инструментариум разработан в лаборатории скважинной геофизики ИНГГ СО РАН [2].

Параметры рассматриваемых зондовых устройств следующие. ВИКИЗ: длины 0.5 - 2.0 м, операционные частоты 0.875 - 14 МГц; БКЗ: длины 0.5 - 4.0 м. Зонд с круговым магнитным током: используется 2 источника с операционными частотами от 1 кГц до 1 МГц, расстояние между которыми 1.0 м, приёмники расположены между ними. Моделируемые сигналы: реальная и мнимая составляющие вертикальной компоненты электрического поля E_z , радиальной компоненты электрического поля E_r , тангенциальной компоненты магнитного поля H_ϕ .

На рис. 1 приведены диаграммы ВИКИЗ, БКЗ и кругового магнитного тока в геоэлектрической модели нефтенасыщенного коллектора мощностью 1 м в глинистых отложениях. В случае магнитного тока рассматривается реальная составляющая тангенциальной компоненты магнитного поля ReH_ϕ . Точками показаны асимптотические значения сигналов.

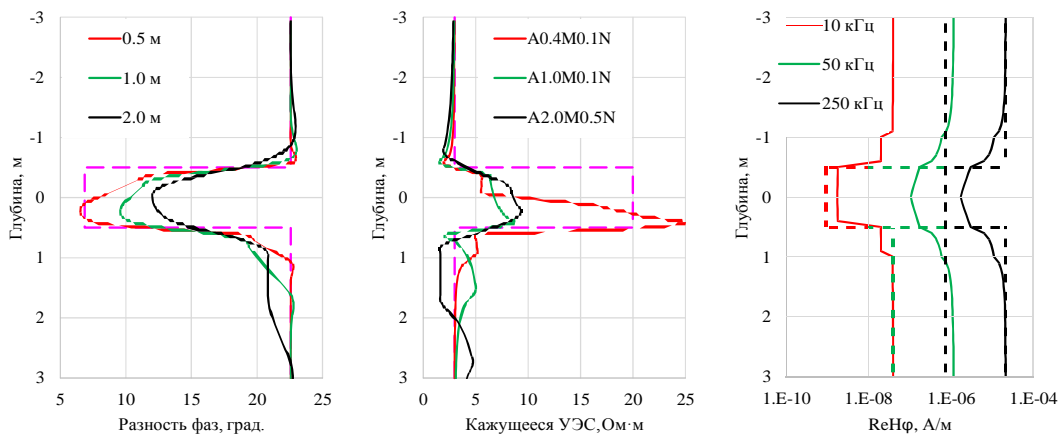


Рис. 1 – Сигналы ВИКИЗ, БКЗ и кругового магнитного тока (реальная составляющая тангенциальной компоненты магнитного поля $ReH\phi$) в геоэлектрической модели нефтенасыщенного коллектора мощностью 1 м в глинистых отложениях. Точками показаны асимптотические значения сигналов.

Диаграммы ВИКИЗ и БКЗ имеют характерную асимметрию, вызванную расположением источников и приёмников. Сигналы кругового магнитного тока, напротив, симметричны, что обусловлено расположением измерителя сигнала посередине между источниками. При увеличении операционной частоты с 10 до 50 кГц соответствующие диаграммы сглаживаются; при 50 и 250 кГц их особенности значительно схожи. Геоэлектрическим границам соответствуют характерные точки на диаграммах. Однако для более однозначного выделения границ следует выполнять комплексирование, привлекая и другие измеряемые сигналы.

Так, обратимся к рис. 2, где последовательно изображены диаграммы мнимой и реальной составляющих вертикальной компоненты электрического поля (ImE_z , частота 10 кГц и ReE_z , 50 кГц) и мнимой составляющей радиальной компоненты электрического поля (ReE_r , 250 кГц). Поведение сигналов существенно различно. Отметим, что левый и правый графики соответствуют расстоянию 0.25 м между измерителем и одним из генераторов, в то время как средний график – расстоянию 0.5 м. На всех рассматриваемых диаграммах границы проявляются характерными минимумами и максимумами. В данном случае сигналы, соответствующие мнимым составляющим компонент электрического поля (ImE_z , ImE_r), быстрее выходят на асимпоты, соответствующие вмещающим глинам.

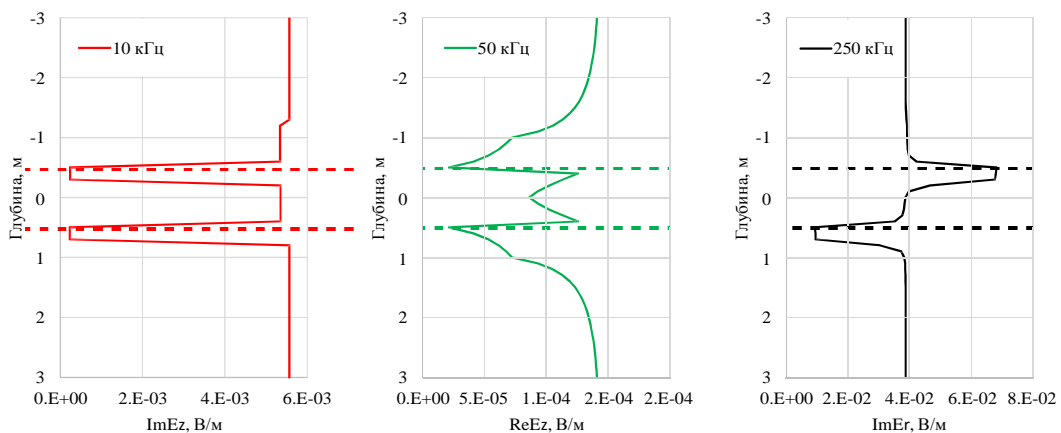


Рис. 2 – Сигналы кругового магнитного тока: мнимая и реальная составляющие вертикальной компоненты электрического поля (ImE_z и ReE_z), мнимая составляющая радиальной компоненты электрического поля (ReE_r) в геоэлектрической модели нефтенасыщенного коллектора мощностью 1 м в глинистых отложениях. Точками показаны положения горизонтальных границ

Теперь рассмотрим сигналы кругового магнитного тока, представленные на рис. 3 для реальной составляющей вертикальной компоненты электрического поля (ReE_z , 10 кГц), мнимой составляющей тангенциальной компоненты магнитного поля (ImH_ϕ , 250 кГц) и реальной составляющей радиальной компоненты электрического поля (ReE_r , 250 кГц). Модель описывает ситуацию нефтенасыщенного коллектора (мощностью 1 м, залегающего в карбонатных отложениях и осложнённого прослоем глин (0.2 м).

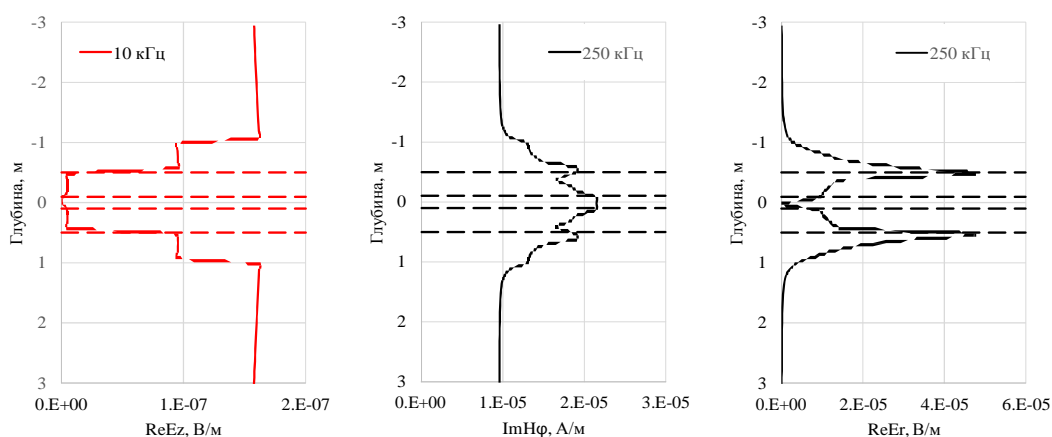


Рис. 3 – Сигналы кругового магнитного тока: реальная составляющая вертикальной компоненты электрического поля (ReE_z), мнимая составляющая тангенциальной компоненты магнитного поля (ImH_ϕ), реальная составляющая радиальной компоненты электрического поля (ReE_r) в геоэлектрической модели нефтенасыщенного коллектора мощностью 1 м в карбонатных отложениях, осложнённого маломощным глинистым прослоем (0.2 м). Точками показаны положения горизонтальных границ.

На основе анализа сигналов отметим следующее. Маломощный глинистый прослой проявлен на всех приведённых диаграммах. В целом геоэлектрические границы наиболее локально дифференцируются по реальной составляющей радиальной компоненты электрического поля ReE_r . При этом границам с вмещающими карбонатами соответствуют максимумы показаний, а границам глинистого прослоя – область минимума. Что касается распределения геоэлектрических параметров коллектора, их в наилучшей степени отражает реальная составляющая вертикальной компоненты электрического поля ReE_z .

Таким образом, проведён сравнительный анализ возможностей изучения геологической среды при смешанном индукционно-гальваническом возбуждении каротажных сигналов.

Исследования поддержаны Правительством Новосибирской области.

Литература

1. Даев Д.С. Об источнике электромагнитного поля при высокочастотных измерениях в скважине // Известия АН СССР, серия "Физика Земли". – Москва, 1968. – №11. – С. 94 – 95.
2. Nikitenko M.N., Surodina I.V., Mikhaylov I.V., Glinskikh V.N., Suhorukova C.V. Formation Evaluation via 2D Processing of Induction and Galvanic Logging Data Using High-performance Computing // Extended Abstracts of the 77th EAGE Conference & Exhibition (1-5 June, 2015). – Madrid, Spain, 2015. – Т

ДВУХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЗОНДИРОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕЛЬНИЧНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Д.С. Николаев

Научные руководители доцент Д.И. Хасанов, доцент Б.Г. Червиков, ассистент К.И. Бредников

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

Для создания геоэлектрической модели была произведена обработка данных геофизических исследований скважин на территории объекта. На основе слоистости и типов опытных кривых дипольного электрического зондирования вызванной поляризации, полученных на территории объекта, произведена генерализация данных кажущихся сопротивлений (КС).

По генерализованным кривым КС определены мощности и средние удельные электрические сопротивления геоэлектрических комплексов. Исходя из полученных мощностей геоэлектрических комплексов и средних значений удельного электрического сопротивления по отдельным профилям с использованием программы ZondRes2D [4] решена прямая задача, построены кривые и разрезы $\rho_k(r)$ (рис.1).

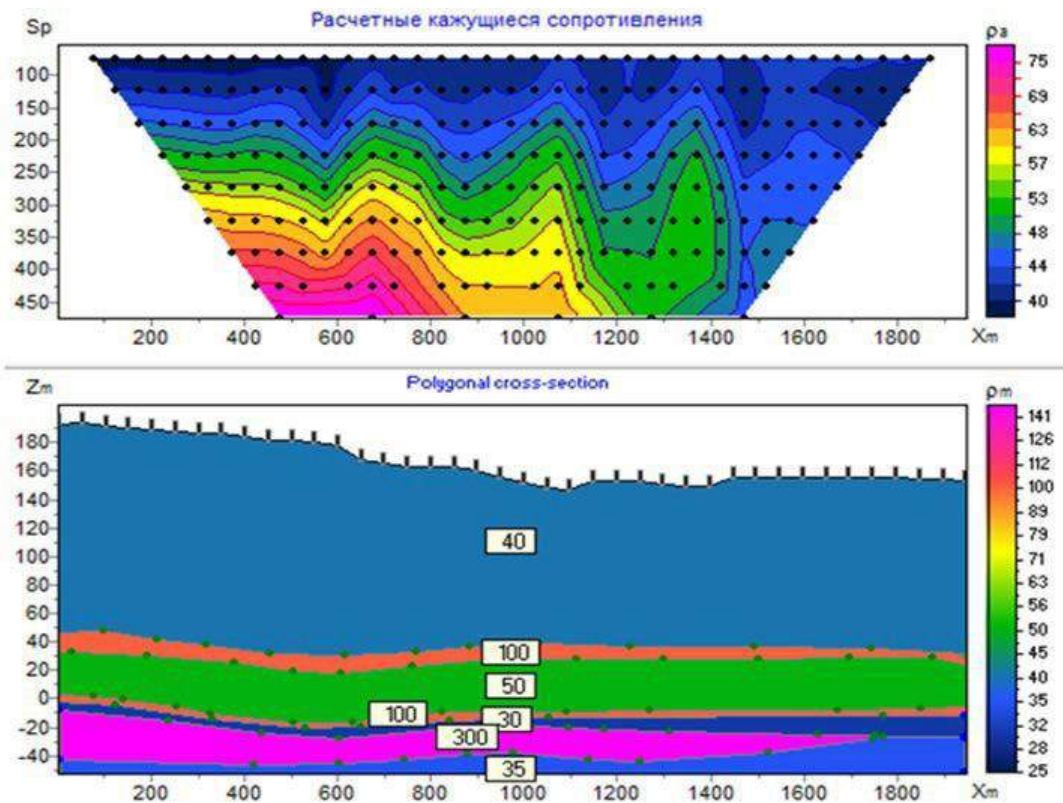


Рис 1. Модельный геоэлектрический разрез и разрез кажущегося сопротивления по профилю № 5.

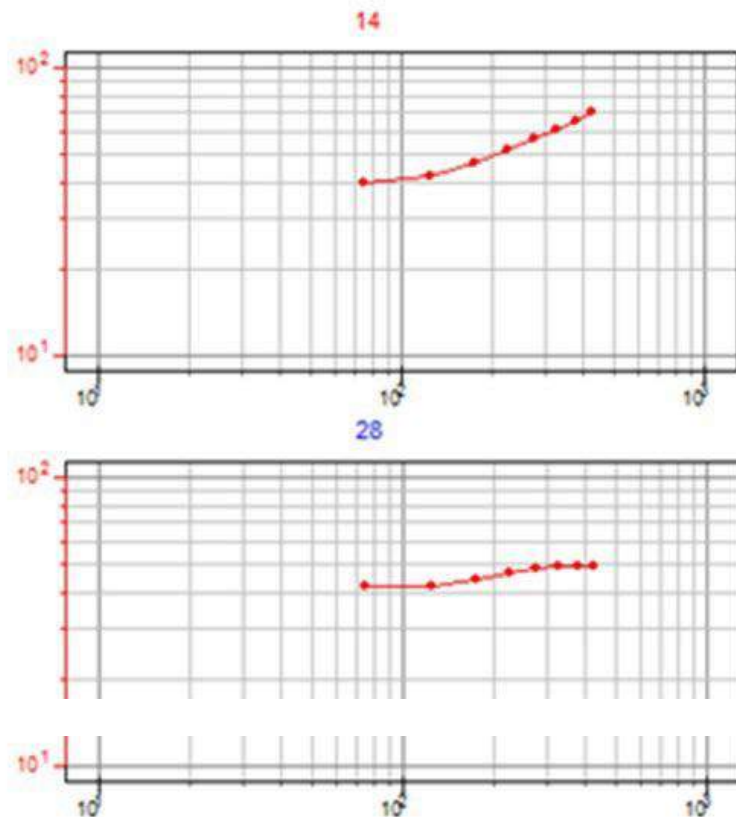


Рис 2. кривые $\rho_k(r)$ по профилю № 5 с учетом влияния высокоомного битумного пласта и без учета влияния высокоомного битумного пласта.

Модельные кривые, полученные над высокоомным битумным пластом и кривые законтурной части отличаются как по типу, так и по слоистости. Вне контура на модельных кривых ρ_k можно выделить 4 геоэлектрических слоя, составляющих разрез типа "К". Над залежью правая часть кривой поднимается в область повышенных значений ρ_k [1,2]. При этом влияние 2-го и 3-го промежуточных слоев на форму кривой становится минимальным, и кривая приобретает двухслойный вид (рис.2).

Поскольку минимальный разнос установки составлял 50 м, в модели не учитывалось влияние приповерхностной высокоомной пачки верхнеказанских известняков, которые не выдержаны на всей площади месторождения [3]. На практике же наличие приповерхностного высокоомного слоя сказывается на разрезе $\rho_k(r)$. Полевые кривые вне контура приобретают вид "НК" при наличии высокоомного приповерхностного пласта, и "К" - в его отсутствии. Над залежью были получены кривые ρ_k двухслойного типа в отсутствии известняков верхнеказанского яруса и кривые типа "Н" при наличии. В целом результаты моделирования показали что наличие или отсутствие высокоомного битумного пласта сказывается не только на количественных характеристиках геоэлектрического разреза, но и на качественных (типе и форме кривых ρ_k), что показывает эффективность применения ДЭЗ при решении разведки и поисков высоковязких нефтей.

Полученные результаты моделирования свидетельствуют о эффективности метода ДЭЗ при изучении залежей природных битумов и высоковязких нефтей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 02.G25.31.0029).

Литература

1. Nourgalieva N.G. The Ufimian Ashalchinskii Facies in Southern Tatarstan: Reservoir Characteristics. - Georesources, no 2[2], 2000, P.24-29.
2. Хамидуллина Г.С., Нурғалиев Д.К., Хасанов Д.И. Особенности интерпретации данных электромагнитных зондирований при поисках залежей углеводородов // Журнал «Георесурсы» № 4 (46) 2012 С. 26-30.
3. Хамидуллина Г.С., Хасанов Д.И., Бредников К.И. Методика обработки и интерпретации данных электромагнитных зондирований с применением метода главных компонент. Георесурсы №6, 2011, с.2 – 6
4. Каминский А.Е. Инструкция к программе двумерной интерпретации данных метода сопротивлений и вызванной поляризации ZondRes2d. С-Петербург: Zond geophysical software. 2012. 70 с.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОРОД.

Л.С. Окс

ООО «НК «Роснефть» - НТЦ, г. Краснодар, Россия

Терригенные коллектора являются хорошо изученным классом пород и бывают представлены песчаниками и алевrolитами в разной степени глинистыми и карбонатизированными. Оценка их характера насыщения чаще всего проводят по величине удельного электрического сопротивления пласта. Однако в некоторых случаях такой подход оказывается неэффективным. Так, например, из чокракских отложений на соседних площадях при одинаково низких уровнях сопротивлений были получены притоки как чистой воды, так и безводной нефти (рис. 1). В сложившейся ситуации встал вопрос о способе оценки характера насыщения пластов.

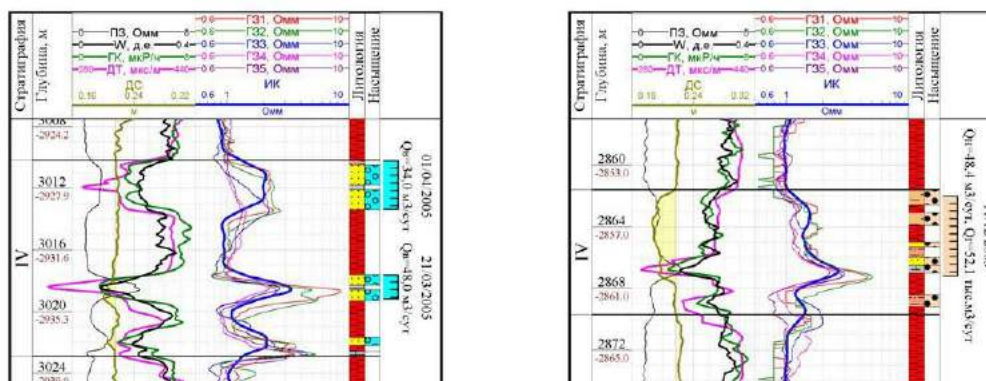


Рис. 1. Примеры испытаний пластов со схожими характеристиками УЭС.

При анализе информативности методов ГИС должны быть учтены следующие геологические особенности чокракского горизонта [2]:

- значительная дифференциация продуктивных коллекторов по глинистости, карбонатности и фильтрационно-емкостным характеристикам;

- малые мощности коллекторов, приводящие к существенному влиянию на показания методов ГИС вмещающих пород и скважины;
- большой диапазон удельных электрических сопротивлений коллекторов;
- низкая минерализация пластовых вод (в среднем около 13 г/л), близкая к минерализации промывочной жидкости, что приводит к слабой дифференциации кривых ПС;
- разуплотненность пород из-за аномально высоких пластовых давлений, высокая пористость коллекторов и, иногда, разгазированность промывочной жидкости, затрудняющие обработку материалов АК;
- использование утяжеленных промывочных жидкостей, осложняющих интерпретацию материалов ГГК.

Таким образом, основными методами оценки УЭС пластов становятся фокусированные методы электротометрии, из которых предпочтение отдается боковому каротажу за счет лучшей вертикальной разрешающей способности. Поправки за мощность вводились по стандартным палеткам, поскольку при значительной дифференциации коллекторов по глинистости, необходим ее учет. Поправка за глинистость зависит не только от общего содержания глинистых минералов, но и от их распределения в породе. Для коллекторов с рассеянной глинистостью поправка вводится непосредственно в величину сопротивления по формуле Шлюмберже [2]:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{\chi_{\text{гл}}}{R_{\text{гл}}} + \frac{1-\chi_{\text{гл}}}{R_{\text{пес}}} \quad \text{откуда} \quad R_{\text{пес}} = \frac{(1-\chi_{\text{гл}}) \cdot R_{\text{общ}} \cdot R_{\text{гл}}}{R_{\text{гл}} - \chi_{\text{гл}} \cdot R_{\text{общ}}}$$

где $R_{\text{общ}}$ – сопротивление пласта в целом, Омм; $R_{\text{гл}}$ – сопротивление глинистых пропластков; $R_{\text{пес}}$ – сопротивление песчаных прослоев, Омм; $\chi_{\text{гл}}$ – объемная доля глинистых пропластков.

При дисперсной глинистости отложений поправка чаще вводится уже непосредственно в величину нефтенасыщенности по формуле [1]:

$$K_{\text{нг}} = K_{\text{нг,фикт}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{гл}}}{K_{\text{п}}} \cdot \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{г,л.а}}}\right)$$

где $K_{\text{нг}}$ – коэффициент нефтегазонасыщенности; $K_{\text{нг,фикт}}$ – нефтегазонасыщенность, определенная по уравнению Арчи-Дахнова; $K_{\text{гл}}$ – коэффициент глинистости, д. ед.; $K_{\text{п}}$ – коэффициент пористости, д. ед.; $R_{\text{в}}$ – удельное сопротивление пластовой воды, Омм; $R_{\text{г,л.а}}$ – удельное сопротивление агрегатов глинистых частиц, находящихся в породе в рассеянном состоянии. Эта величина отличается от сопротивления пластов чистых глин, поскольку набухаемость агрегатов значительно выше, чем уплотненных слоев. При этом $R_{\text{г,л.а}} = F \cdot R_{\text{гл}}$, где $F \approx 0,4$ [1].

Для решения вопроса о типе коллектора использовалась палетка Вендельштейна, хорошо зарекомендовавшая себя на месторождениях региона [1,2]. В изучаемых отложениях встречаются коллектора всех трех представленных на ней типов: песчаники с дисперсным распределением глинистости ($\eta_{\text{гл}} < 0,39$, $K_{\text{п}} > 20,9\%$, $K_{\text{карб}} < 5\%$); песчаники с дисперсным распределением глинистости и повышенным содержанием карбонатного материала ($\eta_{\text{гл}} < 0,39$, $12,7 < K_{\text{п}} < 20,9\%$, $K_{\text{карб}} > 5\%$); тонкослоистые песчано-алеврито-глинистые коллекторы ($\eta_{\text{гл}} > 0,39$, $K_{\text{п}} > 22\%$, $K_{\text{гл}} < 36\%$). Это обусловило необходимость разделения зависимостей параметра пористости от пористости и параметра насыщения от водонасыщенности в зависимости от свойств пород. К сожалению, освещенность литотипов керновыми данными неравномерна. Кроме того, оценка свойств слоистого коллектора дополнительно затруднена тем, что размер стандартных образцов не достаточен для оценки средних характеристик. Тем не менее, на сопоставлении $P = f(K_{\text{п}})$ (рис. 2а) наблюдается четкая градиация образцов по относительной глинистости, что позволяет использовать свои зависимости для коллекторов со слоистой и дисперсной глинистостью. Зависимость $R_{\text{н}} = f(K_{\text{в}})$ (рис. 2б) имеет градиацию по пористости, что позволяет частично нивелировать эффект завышения УЭС в карбонатизированных коллекторах.

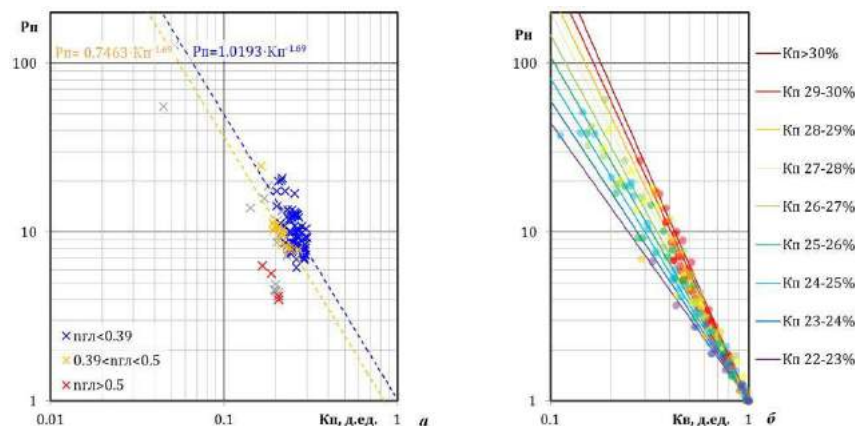


Рис. 2. Зависимости параметра пористости от пористости (а) и параметра насыщения от водонасыщенности (б) для пород с различными свойствами

Использование представленных зависимостей позволяет оценить коэффициент нефтенасыщенности, но не характер насыщения. Это связано с тем, что изучаемые коллектора значительно дифференцированы по величине остаточной водонасыщенности, которая во многом контролируется глинистостью отложений. Поэтому

для оценки характера насыщения пластов-коллекторов было предложено использовать границу, полученную по результатам опробований на графике сопоставления нефтенасыщенности с глинистостью (рис. 3). Левая ее часть соответствует чистым песчаникам с типичным для них граничным значением $K_{н,гр} = 50\%$. С ростом глинистости увеличивается и остаточная водонасыщенность коллекторов, что приводит к постепенному уменьшению $K_{н,гр}$ до величины, близкой к остаточной нефтенасыщенности. Такой подход позволит более точно прогнозировать характер притока по данным ГИС, а также избежать пропуска залежей, сложенных слоистым коллектором.

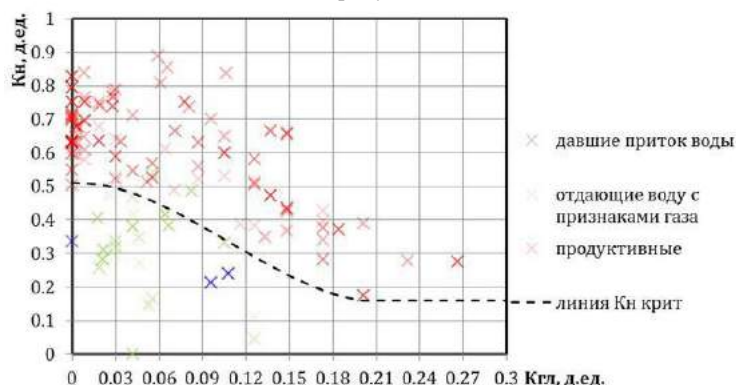


Рис. 3. Сопоставление нефтенасыщенности с глинистостью пород

Литература

1. Вендельштейн Б.Ю., Золоева Г.М., Царева Н.В., Дахнов В.Н., Резванов Р.А., Фарманова Н.В., Латышова М.Г., Дьяконова Т.Ф., Шварцман М.Д. Геофизические методы изучения подсчетных параметров при определении запасов нефти и газа. – М.:Недра, 1985.
2. Шнурман И.Г. Изучение терригенных коллекторов Предкавказья по результатам геофизических исследований скважин. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2003.

СОВМЕСТНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РАЗНОВЫСОТНЫХ МАГНИТНЫХ ДАННЫХ НАД ТРУБКАМИ ВЗРЫВА

Д.М. Павлова, Н.Д. Евменов

Научный руководитель доцент П.Г. Дядьков

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Магниторазведка широко применяется при поиске и изучении трубок взрыва различного состава. При этом используются как наземные, так и аэромагнитные методы. В настоящее время в ИНГГ СО РАН ведутся опытные работы по внедрению в практику магнитометрического комплекса на базе беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Данный комплекс позволяет значительно сократить время выполнения работ, а также проводить съемку на высотах ниже уровня аэросъемки [4].

Полевые работы с использованием магнитометрического комплекса на базе БПЛА проводились на полигоне «Восточный», расположенном в 20 км к югу от города Мирный на юго-западе республики Саха (Якутия), общей площадью 1.1 x 1.9 км. Изучаемый полигон входит в состав Мирнинского кимберлитового поля. Магматические комплексы в нем представлены кимберлитами, силлами, дайками долеритов и туфовыми трубками взрыва основного состава [3]. Вмещающие породы представлены укугутской свитой, сложенной монотонно переслаивающимися песчаниками, песками и конгломератами нижней континентальной юры и отложениями чуньского яруса нижнего отдела ордовикской системы: доломитами и известняками – оолитовыми, строматолитовыми и обломочными, переслаивающиеся с известковистыми песчаниками и алевролитами [2]. Таким образом, вмещающие породы представлены преимущественно слабомагнитными отложениями (магнитная восприимчивость – $10-30 \times 10^{-5}$ ед. СИ), в то время как магнитная восприимчивость туфов жерловой фации варьирует в пределах $100-3000 \times 10^{-5}$ ед. СИ. Трапповые формации подразделяются на прямо и обратно намагниченные. Магнитная восприимчивость траппов варьирует от 600 до 4000×10^{-5} ед. СИ. На полигоне «Восточный» согласно априорной геологической информации большую часть территории занимают трапповые формации с остаточной корой выветривания по ним, осложненные протяженными разрывными нарушениями. Также на участке расположены несколько туфовых трубок.

Перед проведением полевых работ было проведено моделирование магнитного поля над туфовыми трубками взрыва региона в программном пакете ZONDmag2D, разработанном в Санкт-Петербурге Каминским А.Е. [1] с целью определения оптимальной высоты проведения магнитной съемки с помощью БПЛА. Полевые работы с использованием магнитометрического комплекса БПЛА были проведены по 34 субширотным профилям. Расстояние между профилями – 50 м, высота измерений – 40 м. Был использован феррозондовый магнитометр Sensys FGM3D. Магнитометр трёхкомпонентный и из полученных значений высчитывается модуль вектора магнитной индукции. Абсолютная погрешность +/- 5 нТл [4]. Для учета внешних

вариаций была использована магнитовариационная протонная станция МВ-07М. Для дальнейшей интерпретации были использованы данные как низковысотной аэромагнитной съемки с помощью БПЛА, так и наземной магнитной съемки, проведенной ранее на исследуемом участке.

Перед проведением интерпретации оценивалось влияние рельефа местности (< 1 нТл), а также учитывался ряд факторов, связанных с работой магнитометрического комплекса на базе БПЛА, влияющих на качество съемки.

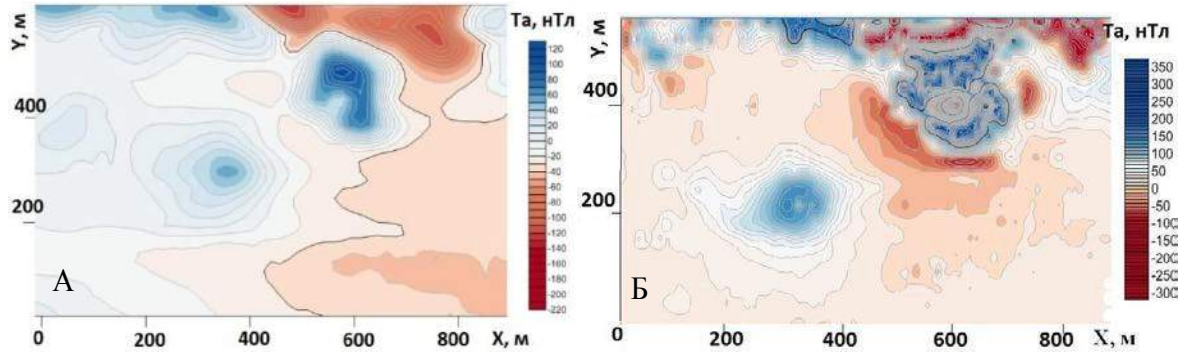


Рис. 1. Фрагменты карт аномального магнитного поля: А – для низковысотной аэромагнитной съемки, Б – для наземной магнитной съемки.

В ходе работы были построены карты аномального магнитного поля (ΔT_a) для наземной и низковысотной аэромагнитной съемки для участка с предполагаемым местонахождением туфовой трубки, не перекрытой трапповыми формациями (рис. 1). Была проведена 3D интерпретация полученных данных с помощью программы В. В. Воронина, разработанной в ИНГГ СО РАН. Решение обратной задачи осуществлялось путем подбора искомой модели с помощью метода оптимизации Нелдера-Мида для набора магнитных тел с формой усеченного конуса с эллипсоидальными основаниями. Обратная задача решается методом минимизации функционала F , где f_i^e – это измеренные значения, а $f_i^s(\vec{p})$ – это синтетически сгенерированные данные с вектора модельных параметров \vec{p} , а E – относительная погрешность измерения.

$$F(\vec{p}) = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{f_i^e - f_i^s(\vec{p})}{f_i^e} \right)^2}$$

Для данного тела подбираемыми параметрами являются значения положения центра верхней и нижней грани цилиндрида ($x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, H$), радиусы малых и больших осей эллипсоидальных граней цилиндрида (a_1, a_2, b_1, b_2), и магнитная восприимчивость (χ).

В качестве начального приближения использовалась 2D-модель аномального тела, полученная с помощью программного пакета ZONDmag2D. Инверсия проводилась сначала отдельно для данных наземной магнитной съемки, а затем совместно с использованием данных низковысотной аэромагнитной съемки. В результате проведения совместной интерпретации были более точно определены глубины верхней и нижней кромок аномального магнитного тела и полуоси его нижнего основания. Благодаря низковысотной аэромагнитной съемке было установлено, что небольшая аномалия к западу от основного тела связана с отдельным относительно менее магнитным и расположенным ближе к земной поверхности туфовым телом. Отрицательная аномалия в восточной части участка связана с влиянием трапповых формаций, расположенных к северо-востоку от трубки взрыва.

В результате была получена следующая модель трубки взрыва: $\chi = 0.0043$ ед. СИ, координаты центра верхнего основания – (0 м, 754 м, 50 м), полуоси верхнего основания – 25 м и 47 м, высота – 70 м, координаты центра нижнего основания – (-35 м, 679 м, 120 м), полуоси нижнего основания – 10 и 20 м (рис. 2).

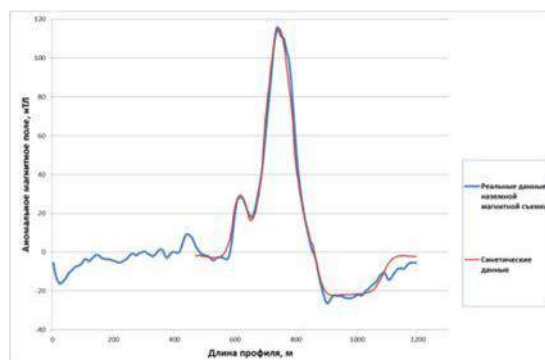


Рис. 2. Сравнение данных наземной магнитной съемки с данными, полученными при решении обратной задачи по профилю, проходящему через центр аномального тела.

В результате проведения совместной интерпретации разновысотных магнитных данных было установлено, что проведение магнитной съемки с помощью БПЛА позволяет не только увеличить производительность работ, но и повысить достоверность определения параметров исследуемого объекта.

Литература

1. Каминский А. Е. Мануал по использованию программы двумерной интерпретации данных магниторазведки и гравиразведки ZONDGM2D. – СПб.: Издательство, 2010. – 83 с.
2. Кинд Н.В., Метелкина М.П., Юдина В.В. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Верхне-Вилуйская. Объяснительная записка. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. 1960. – 72 с.
3. Послеева Е.В., Манаков А.В., Матросов В.А. Геоэлектрическая неоднородность земной коры в связи с кимберлитовым магматизмом юга якутской алмазаносной провинции//Вестник Воронежского университета. Геология. 2004. – №1. – С. 137-147.
4. Фирсов А.П., Злыгостев И.Н., Дядьков П.Г., Савлук А.В., Вайсман П.А., Вальд А.К., Шермет А.С., Евменов Н.Д. Применение высокочастотного магнитометра для легких БПЛА при геолого-геофизическом изучении трубок взрыва // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 13-25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология" : Сб. материалов в 3 т.– Новосибирск. – 2015. – Т. 2. – С. 299-304.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО РАВНОВЕСИЯ МЕЖДУ ИЗОТОПАМИ УРАНА В УРАНОВЫХ ПРОДУКТАХ

И.М. Ражаббоев, М.Т. Шавкиева, Ш.Х. Эргашев

Научный руководитель **А.М. Музафаров**

Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан

Зная нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана, можно получить много результатов различных идей в минералогии, рудообразования, гидрогеологии, геохимии и радиоэкологии.

При анализе продуктивных растворов и химконцентратов было найдено аномальное содержание ^{234}U в интервале от 47 мкг/г до 70 мкг/г против равновесного содержания ^{234}U равного 53,41 мкг/г.

Как известно, в природе имеются изотопы природного урана ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U , имеющие следующие основные характеристики:

период полураспада $2,445 \times 10^5$ лет, $7,038 \times 10^8$ лет и $4,468 \times 10^9$ лет соответственно, основные энергии (в скобке приведен коэффициент химического выхода) - 4395 (0,55), 4365 (0,18) кэВ, 4198 (0,77), 4150 (0,23) кэВ, 4773 (0,72), 4720 (0,28) кэВ, соответственно.

Для проведения альфа-спектрометрии авторы использовали стандартный альфа-спектрометр с полупроводниковым PIPS-детектором, ALPHA ANALYST («CANBERRA», США) и ПРОГРЕСС-АЛЬФА (ЗАО «НПП «ДОЗА», Россия).

Коэффициент радиоактивного равновесия между изотопами ^{234}U и ^{238}U определяется по известному соотношению $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Идентификацию изотопов проводили по линиям 4395 кэВ (^{234}U), 4198 кэВ (^{235}U), 4773 кэВ (^{238}U).

Методика радиохимической подготовки проб к анализу включала в себя очистку от органики и мешающих естественных изотопов, нанесение активного пятна площадью $5,3 \text{ см}^2$ на металлическую подложку ($d=34 \text{ мм}$) методом электролитического осаждения с изотропным распределением ионов ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U .

Изучены метрологические параметры альфа – спектрометра на основе полупроводникового детектора (ППД) «ПРОГРЕСС - АЛЬФА» (НПП «ДОЗА» Россия; рабочий диапазон от 0,02 Бк до 10^3 Бк, энергия 4-6 МэВ по альфа излучению, погрешность аттестации не ниже 5% ($P=0,95$), энергетическое разрешение (при расстоянии источник-детектор 30 мм и площади детектора 400 мм^2) по линии 5499 кэВ на расстоянии от 0,5 см до 3,0 см, от 2 до 10 МэВ, автоматически поддерживаемый диапазон рабочих давлений в измерительной камере от 0,4 до 5 мм. рт. ст, эффективность регистрации для геометрии 4π – не менее 2 имп/секунду.

Среднеквадратичная погрешность анализа составляет не более $\pm 1,4\%$. В качестве эталонов использовали международный и Всероссийский стандарты с известным содержанием ^{234}U (от 43,3-67,8 мкг/г).

В природных условиях обогащение и обеднение урановых руд изотопами ^{234}U происходит в сложных геологических обстановках, где один главный фактор определить очень сложно. Но тем не менее, можно отметить как главные факторы возраст минералов (более молодые минералы обогащены изотопами ^{234}U), растворимость урановых минералов и их доля в руде (окислы урана - настуран, уранинит и силикаты урана – коффинит, надкевит - легко растворимы, а такие сложные минералы как браннерит, давидит, титанит и фосфаты - трудно растворимы), скорость изотопного обмена, количество аутогенных и аллогенных изотопов и их поведение (фракционирование).

Отобранные в течение десяти лет более 1000 проб продуктивных растворов исследовали альфа-спектрометрическим методом.

Проведенные исследования показывают, что изотоп ^{234}U образуется от изотопа ^{238}U с законом α -смешения. Массовое число изотопа ^{234}U меньше, чем для изотопа ^{238}U , и коэффициент миграции на порядок больше. Это означает, что закономерность движения изотопа ^{234}U подчиняется закону миграции II-рода.

Исследовали различные факторы, приводящие к изменению радиоактивного равновесия между изотопами урана, такие как выщелачивание (кислотное, минереагентное, гипохлоридное), возраст минералов, растворимость урановых минералов и их доля в руде, скорость изотопного обмена, количество аутогенных и аллогенных изотопов и их поведение в различных средах.

Кислотное выщелачивание является селективным методом выщелачивания урана, то есть минералы урана разрушаются за счет растворения, в котором скорость изотопного обмена больше, чем в твердой фазе. При этом все его природные изотопы - ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U переходят из минералов в раствор независимо от возраста, и формы кристаллической связи минерала, то есть концентрация общего урана в этих растворах колеблется от 100 до 140 мкг/гр и равновесие между изотопами урана не нарушается или смещается в сторону недостатка изотопа ^{234}U .

Недостаток изотопа ^{234}U в продуктивных растворах означает, что руда более старая, а избыток изотопа ^{234}U характерен для более молодых руд. Исследование механизма нарушения коэффициента радиоактивного равновесия между изотопами урана дает возможность датирования возраста руд различных месторождений

При минереагентном и гипохлоридном выщелачивании минералы урана не разрушаются за счет чистого выщелачивания, из его изотопов преимущественно переходят в раствор изотопы ^{234}U более молодых минералов, о чем свидетельствуют наши экспериментальные данные – концентрация общего урана колеблется от 15 до 30 мкг/гр и коэффициент радиоактивного равновесия между изотопами урана смещается в сторону избытка изотопа ^{234}U .

На основе проведенных исследований была разработана и внедрена методика получения готовой продукции природного урана с минимальным значением удельной активности в условиях нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОРАДАРА ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

С.Ю. Рубанов

Научный руководитель профессор В.И. Гуленко

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Сотрудниками лаборатории инженерной геофизики Кубанского государственного университета были выполнены георадиолокационные исследования городских инженерных сооружений г. Краснодара и проведена обработка и интерпретация полученных полевых данных.

Актуальность работы заключается в необходимости периодического контроля за техническим состоянием инженерных сооружений, таких, как путепроводы, мосты и т.п. В реальных городских условиях, при наличии интенсивных акустических и электрических помех от городского транспорта и промышленных объектов, наиболее подходящим методом для решения таких задач является метод георадиолокации.

Целью работы было изучение технического состояния железобетонных конструкций городских инженерных сооружений.

Основными задачами являлись следующие:

- исследование технического состояния железобетонных конструкций на реальных объектах.
- определение глубины залегания арматурной сетки внутри железобетонных конструкций и ее пространственного положения.
- рекомендации по дальнейшей эксплуатации объектов.

Все работы выполнялись в дневное время и были осложнены помехами, вызванными движением транспорта, и другими причинами техногенного характера.

Исследования выполнялись георадаром ОКО-2 с применением антенного блока АБ1200 по сети горизонтальных и вертикальных профилей с шагом 10 см. Перед началом работ проводилась разметка профилей на смежных сторонах опоры путепровода (моста).

Управление параметрами георадара ОКО-2 и запись радарограмм осуществлялись с помощью программы GeoScan32. При работе использовались следующие параметры регистрации: длительность развёртки – 32 нс, шаг между трасами – 10 мм, среднее значение диэлектрической проницаемости в исследуемом объекте – 7, накопление сигнала – 32.

Так как основной целью исследования было изучение армированных бетонных блоков (опор) мостов и выявление расположения арматуры в них, то основным критерием идентификации арматуры являлось наличие дифрагированных волн, регистрируемых на радарограммах. Пример записи дифрагированных волн на исходной радарограмме представлен на рис. 1.

Обработка осуществлялась с помощью программы GeoScan32. Хорошее прослеживание дифрагированных волн позволило процедуру обработки исходных радарограмм минимизировать, но при этом получать достаточно хорошие результаты и уверенно выявлять целевые объекты, представленные, главным образом, арматурой.

Граф обработки включал следующие процедуры: выравнивание нулевой отметки профиля, полосовая фильтрация для подавления низкочастотной помехи, применение функции обработки «вычитание среднего», регулировка усиления. Во многих случаях для улучшения выразительности записи при визуализации радарограмм применялись цветные палитры.

Примеры исходной и конечной радарограмм представлены на рис. 2 и 3.

После выполнения процедур обработки осуществлялась интерпретация радарограмм, которая заключалась в выявлении на записи упорядоченной системы дифрагированных волн, образующихся на прутьях арматуры. Кроме того, были рассмотрены и другие различные аномалии, которые также уверенно выделялись на записи. Радарограмма после интерпретации с изображением возможного расположения прутьев арматуры представлена на рис. 4.

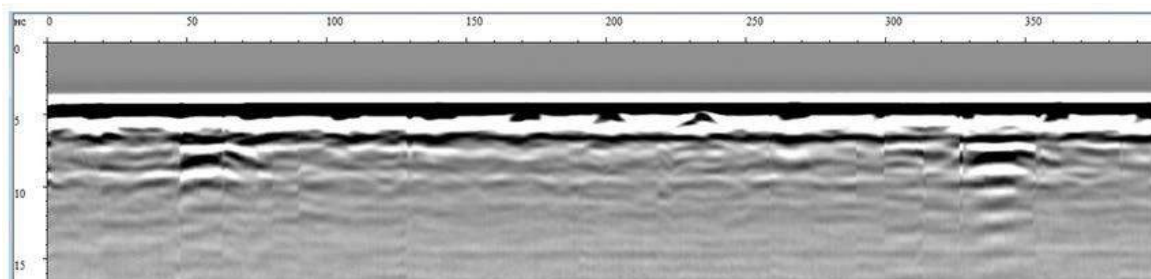


Рис. 1 Пример полевой записи по профилю №3 в окне программы GeoScan32

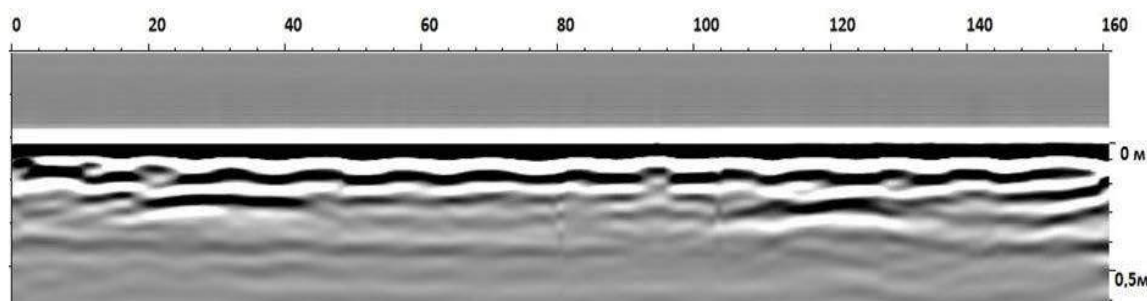


Рис. 2 Исходная радарограмма до обработки (профиль № 10)

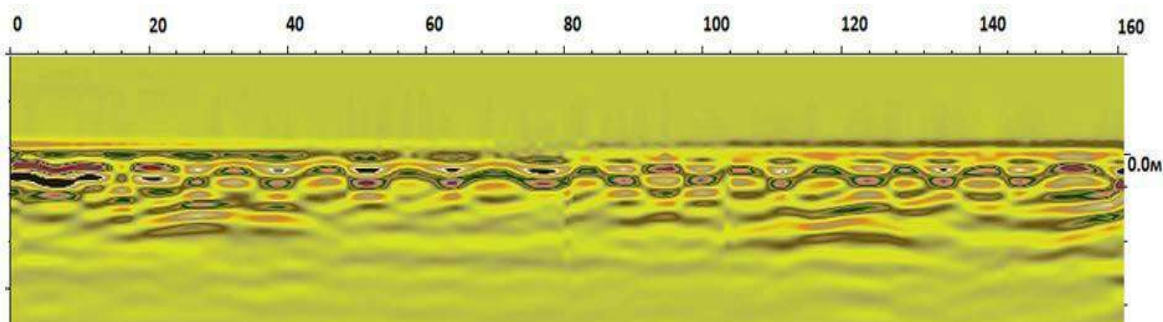


Рис. 3 Радарограмма после обработки (профиль № 10)

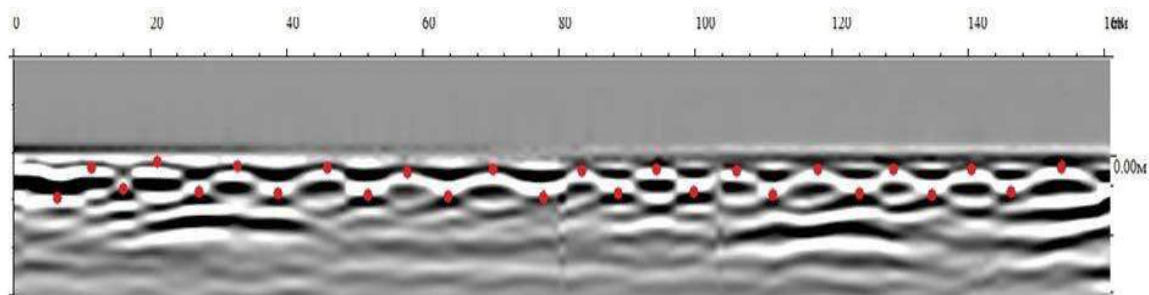


Рис. 4. Пример оформления расположения арматуры на профиле № 10

После интерпретации данных составлялись карты расположения арматуры, на основе которых в дальнейшем в приложении AutoCAD составлялись трёхмерные модели пространственного армирования исследуемых опор и бетонных плит.

На всех радарограммах арматура прослеживалась достаточно хорошо, что позволило создать достаточно полные модели расположения арматуры в опорах путепроводов.

Все изложенное выше в целом подтверждает достаточно высокую эффективность метода георадиолокации при изучении инженерных сооружений и других объектов городской инфраструктуры,

особенно для решения описанных в работе задач, что безусловно позволяет считать его одним из ведущих методов инженерной геофизики.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

А.С. Сердюков^{1,2}, А.В. Яблоков¹, П.А. Дергач¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В работе рассматривается задача исследования скоростного строения верхней части геологического разреза (ВЧР) глубиной порядка несколько десятков метров методами сейморазведки. Подобные исследования ВЧР широко применяются при решении многих инженерных задач связанных, например, со строительством [1]. В частности, эта задача особенно актуальна для восточной Сибири из-за наличия резких контрастов в ВЧР в зонах многолетнемерзлых пород. Исследуется метод многоканального анализа поверхностных волн (MASW) [2], предназначенный для построения горизонтально-слоистой модели ВЧР по наблюдаемым дисперсионным кривым фазовых скоростей волн Релея. Целью работы является развитие метода, на предмет повышения его эффективности и достоверности получаемых результатов. Нами была разработана новая реализация MASW и получены следующие результаты:

Ускорение вычисления решения обратной задачи, путем применения алгоритма распараллеливания Open MP на отдельные физические ядра процессора.

На основе серии численных экспериментов проведено исследование влияния начального приближения на конечный результат, предложена методика построения стартовой модели.

На основе использования сглаживающих окон при переходе в спектральную область разработана помехоустойчивая методика выделения поверхностных волн.

Проведены эксперименты по обработке полевых данных

Основными этапами метода многоканального анализа поверхностных волн являются: запись сейсмограмм, спектральный анализ, восстановление распределения скорости поперечной волны

Запись сейсмограмм производится профильной системой наблюдений с использованием активных сейсмических источников. В качестве приемников рекомендуется использовать низкочастотные (4.5 Гц) вертикальные сейсмоприемники, допускается использование более высокочастотных (10 Гц). Глубинность и разрешающая способность метода зависят от параметров системы наблюдений. В зависимости от целей работ для инженерных задач длина приемной линии выбирается в интервале: 10-500 метров, шаг между приёмниками 0,1-5 метров, шаг между пунктами взрыва 0,5-10 метров. Спектральный анализ предназначен для выделения дисперсионных кривых фазовой скорости волны Релея. Снятие дисперсионных кривых происходит путем пикирования максимумов амплитуд в прослеживаемом частотном диапазоне. Восстановление профиля скорости поперечной волны основано на подборе параметров слоистой одномерной модели (скорости поперечных волн) по наблюдаемой дисперсионной кривой путем многократного решения прямой задачи. В виду слабой зависимости дисперсионных кривых от скоростей продольных волн, толщин и плотностей слоев целесообразно рассматривать восстановление только скорости поперечной волны. Для задания скорости продольной волн и толщины слоев, используется информация, получаемая из метода преломленных волн t_0' .

Современные компьютеры предоставляют возможность распараллеливания вычислений, создания новых методов и алгоритмов, ориентированных на эффективное использование в многопроцессорных системах. Нами была применена методика распараллеливания Open MP для вычисления матрицы чувствительности (Якобиана) по ходу решения обратной задачи. Программная реализация алгоритма MASW была значительно ускорена (в 3-4 раза) по сравнению с последовательным алгоритмом. В результате исследования алгоритма инверсии была дана оценка сходимости процесса в зависимости от выбора начального приближения. Для реалистичных моделей ВЧР начальное приближение скорости поперечной волны в каждом слое должно отличаться от истинного значения не более чем на 40 %. Для задания стартовой модели используется наблюдаемая дисперсионная кривая и некоторые физические особенности волны Релея. Максимальная глубина исследования h_{max} примерно равна половине длины волны. Связь скорости поперечной волны и волны Релея берется из расчета для однородной среды. При коэффициенте Пуассона $\nu \in [0; 0,5]$ скорость волны Релея меняется в пределах $V_R \in [0,87; 0,96]V_s$. Как показывают примеры обработки реальных и синтетических данных, выделение дисперсионных кривых является не простой и неоднозначной процедурой. В связи с этим было проведено исследование спектров сейсмограмм и предложена процедура улучшения их расчета, а следовательно, и повышение однозначности выделения дисперсионной кривой. Используется система двумерных сглаженных прямоугольных оконных преобразований. В результате такого подхода спектр сейсмограмм становится значительно «чище», что позволяет лучше проследить дисперсионную кривую (см. рис.1)

В рамках опытно-методических работ полевого отряда малоуглубинной инженерной сейсмологии ИНГГ СО РАН 8 ноября 2015 года проводился мониторинг размытия дороги, ведущей в поселок Ключи в Новосибирской области. Все измерения проводились вдоль линейного профиля общей длиной 92 метра. Использовались однокомпонентные (вертикальные «Z») 10-герцовые сейсмоприемники, шаг между которыми составлял 1 метр. Пункты возбуждения (ПВ) располагались вдоль профиля с шагом 5 метров. Все ПВ производились с помощью ударного сейсмического источника (кувалды).

Обработка по методу многоканального анализа поверхностных волн проводилась по методике «профилирования» с привязкой результата к серединной точке расстановки. Согласно методике, сейсмограммы с каждого ПВ нарезаются по метражу с шагом, соответствующему шагу между ПВ, на участки равной длины (длина участка была выбрана 20 метров) и результат инверсии с каждой нарезанной сейсмограммы привязывается к ее середине. По каждой извлеченной дисперсионной кривой была проведена инверсия и получена одномерная модель скорости поперечной волны. Затем данный результат был интерполирован по X- и Y-направлению методом Криге (Kriging) в программе Surfer (рис.2).

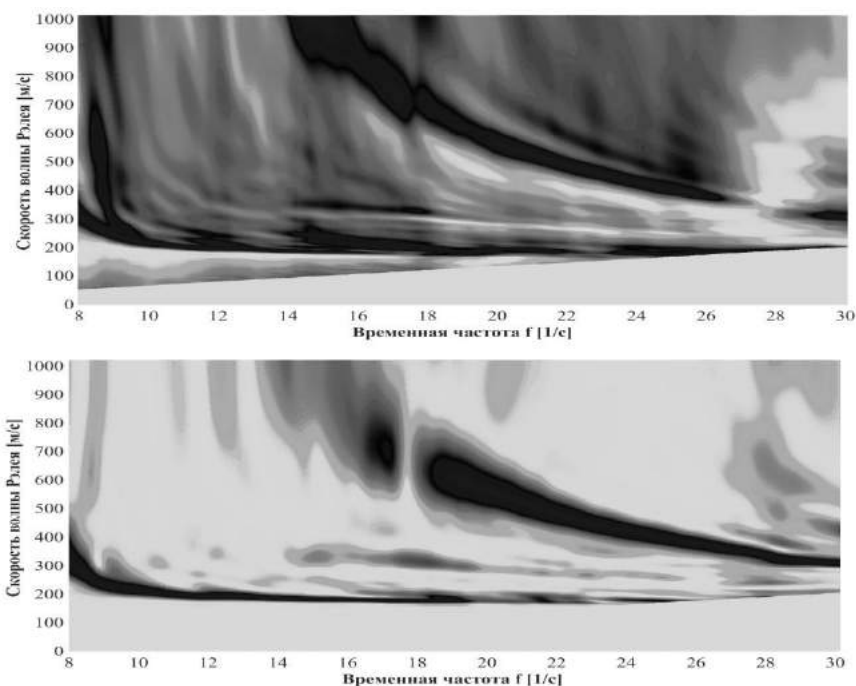


Рис.1. Пример дисперсионного изображения для реальных данных. Сверху: без оконного преобразования. Снизу: со сглаживанием во временной области с помощью оконного преобразования

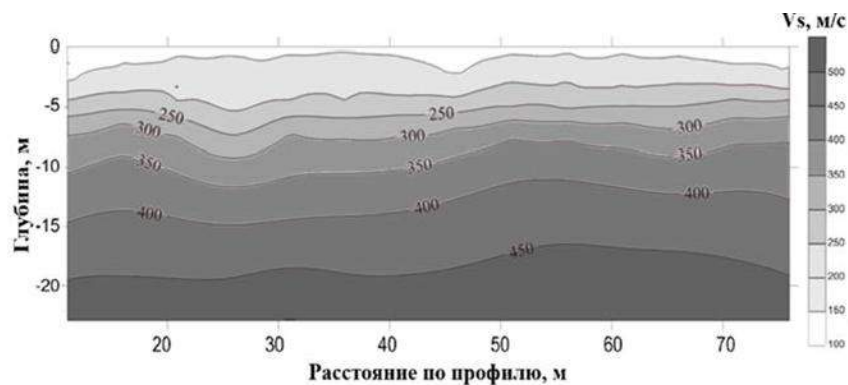


Рис.2. Скоростной разрез (V_s), построенный по полевым данным

На рассматриваемом объекте также было проведено восстановление скоростного разреза продольных волн методом t_0' . В результате была восстановлена резкая граница на глубине порядка 5 метров с перепадом продольных скоростей от значений порядка 400 м/с до 1200 м/с. Из рис.2. следует, что данная граница не является литологической, так как не наблюдается резких перепадов значений скорости поперечной волны. Можно сделать вывод, что перепад скоростей продольных волн на 5 метров соответствует линии грунтовых вод.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект РФФИ № 16-35-60062

Литература

1. Бондарев В. И. Рекомендации по применению сейсмической разведки для изучения физико-механических свойств рыхлых грунтов в естественном залегании для строительных целей //М.: Стройиздат. – 1974. – Т. 142.

2. Park C. B. et al. Multichannel analysis of surface waves (MASW)—active and passive methods //The Leading Edge. – 2007. – Т. 26. – №. 1. – С. 60-64.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ МЕТОДОМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

А.С. Сердюков^{1,2}, Г.С. Чернышов¹, А.В. Яблоков¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Предлагается методика определения строения и физико-механических свойств толщи приповерхностных связных грунтов на основе сейсмических наблюдений. Суть подхода заключается в использовании распределений продольных и поперечных скоростей, получаемых на основе комбинирования метода преломленных волн и многоканального анализа поверхностных волн. Для восстановления физико-механических свойств используются корреляционные зависимости. Приведен пример обработки полевых данных. Удалось определить уровень грунтовых вод (верховодка), выявить зоны, подверженные размыванию и деформациям.

При проведении инженерно-геологических изысканий актуальны исследования физико-механических свойств горных пород и грунтов *in situ*. Результаты камеральной обработки керна могут не соответствовать состоянию грунтов в месте их залегания. Особенно эта проблема актуальна для дисперсных грунтов. В работе решается задача определения физико-механических свойств связных дисперсных грунтов по данным сейсморазведки: из скоростных разрезов продольных и поперечных волн [1]. Стандартный подход обработки однокомпонентных данных при проведении инженерно-геологических изысканий заключается в восстановлении распределения скоростей продольных волн методом преломленных волн, а скорости поперечных волн - по палеткам Кнопва [1]. Преимущество предлагаемой в работе методики заключается в использовании фазовых скоростей псевдорелеевских поверхностных волн для восстановления скоростей поперечных волн.

Рассматриваются линейные системы наблюдений, оснащенные однокомпонентными вертикальными датчиками. Для построения скоростного разреза используются времена первых вступлений волн. Для зоны малых скоростей характерны резкие перепады скоростей, наличие контрастных преломляющих границ. Наиболее эффективным подходом является метод преломленных волн МПВ. Для восстановления распределения скоростей поперечных волн нами используется метод многоканального анализа поверхностных волн (MASW) [2]. Суть данного подхода сводится к построению слоистой модели на основе дисперсионных кривых фазовой скорости Релеевских волн. Данные кривые могут быть выделены при помощи спектрального анализа сейсмограмм за счет более высокого уровня энергии. Для задания начального распределения поперечных волн, границ слоев и значений продольных волн в слоях нами используется скоростной разрез, полученный при помощи МПВ.

Интерпретировать границы раздела среды можно путем сравнения значений продольных и поперечных волн. В случае уровня грунтовых вод скорости поперечных волн, в отличие от продольных, не претерпевают резких изменений [1]. В случае литологических границ, расположенных выше уровня грунтовых вод, наблюдаются изменения скоростей обоих типов волн. Для литологических границ ниже уровня грунтовых вод могут наблюдаться резкие изменения скорости поперечной волны при незначительных изменениях скорости продольной волны [1]. Важно использовать априорную геологическую информацию. Полезны также данные электроразведки. Определение физических и механических свойств связных дисперсных грунтов основано на корреляционных зависимостях, взятых нами из методических рекомендаций [1]. Данные формулы справедливы для неводонасыщенных грунтов выше УГВ при влажности менее 30%. При сильном водонасыщении продольная волна фактически распространяется по жидкости и ее скорость слабо зависит от свойств породного скелета.

Сейсморазведочные малоглубинные исследования были проведены в пригороде г. Новосибирска 08-10 октября 2015 года вдоль дороги Академгородок – Ключи в районе реки Каменушка. Расстояние между приемниками линейной системы наблюдений составляло 1 метр. Использовались однокомпонентные вертикальные 10-герцовые сейсмоприемники. Пункты возбуждения располагались вдоль профиля наблюдений на расстоянии 5 метров друг от друга. Во всех пунктах возбуждения колебаний использовалась кувалда весом 5 кг, удары которой наносились по металлической подложке. Положение сейсмического профиля на местности проиллюстрировано на рис.1. На исследуемом участке дороги наблюдаются деформации дорожного полотна (просадки), пльвуны. Проблемные участки показаны на рис.1.

На рис. 2. приведены результаты восстановления распределения свойств грунтов до глубины 3 м. Чуть ниже этой глубины была определена граница раздела, интерпретированная как уровень грунтовых вод. На верхней части рис 2. показано полученное отношение предела текучести к влажности. Значения близкие к единице являются индикатором перехода в текучее состояние при небольшом повышении влажности. В нижней части рис. 2 приведен модуль общей деформации, характеризующий сжимаемость грунта. Области с низкими значениями этого показателя наиболее подвержены деформациям. Проблемные участки: просадки на участке профиля 12–24 м, пльвуны (43–56 м), соответствуют изменениям свойств, приведенным на рис. 2.

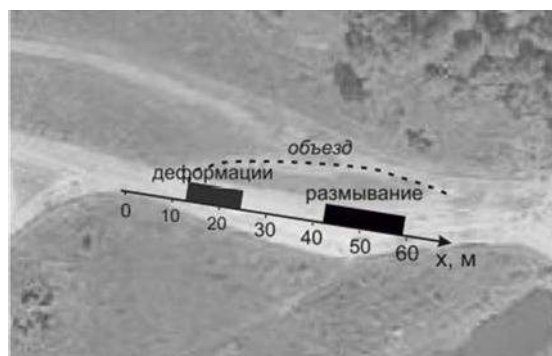


Рис.1. Расположение сейсмического профиля на местности

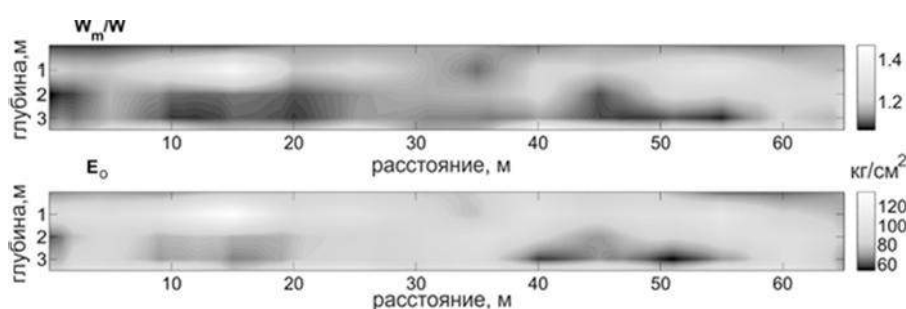


Рис.2. Распределения свойств грунтов

Таким образом, в результате исследований рассмотрена задача изучения свойств связных грунтов на основе сейсмических наблюдений. Предложена методика построения разрезов сейсмических скоростей на основе преломленных и поверхностных волн. Физико-механические свойства определяются по корреляционным формулам. Приведен пример обработки полевых данных.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых кандидатов наук № МК-7778.2016.5

Литература

1. Методические рекомендации по применению сейсмоакустических методов для изучения физико-механических свойств грунтов / Изд-во Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства, 1976. 71 с.
2. Park C. B. et al. Multichannel analysis of surface waves (MASW)—active and passive methods //The Leading Edge. – 2007. – Т. 26. – №. 1. – С. 60-64.

ОЦЕНКА ГЕОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ГЕНЕРАЦИИ БАЖЕНОВСКИХ НЕФТЕЙ (СЕВЕРО-ЗАПАД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

В.В. Стоцкий

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Потенциально нефтематеринские отложения баженовской свиты являются основным источником формирования залежей углеводородов (УВ) [4] в ловушках горизонта Ю₁ и ловушках мелового комплекса в нефтегазоносных районах (НГР) Томской области. Решающим фактором реализации генерационного потенциала материнских пород является их термическая история [2], с помощью которой и определяется время начала интенсивной генерации нефти.

Цель исследований — оценка геологического времени вхождения нефтематеринских отложений в главную зону нефтеобразования (ГЗН) и определение геотемпературных условий генерации баженовских нефтей.

Район исследований (рис. 1) включает юго-восточную часть Нижнеартовского свода и приосевую часть Колтогорского мезопрогиба. Оценка выполняется на основе анализа результатов палеотемпературного моделирования с учетом палеоклимата по «местному» вековому ходу температур [5] для южно-сибирской палеоклиматической зоны.

Моделирование палеогеотемпературных условий для баженовских отложений выполнено для осадочного разреза разведочных скважин Малореченской (скв. №121) и Саймовской (скв. №1) площадей.

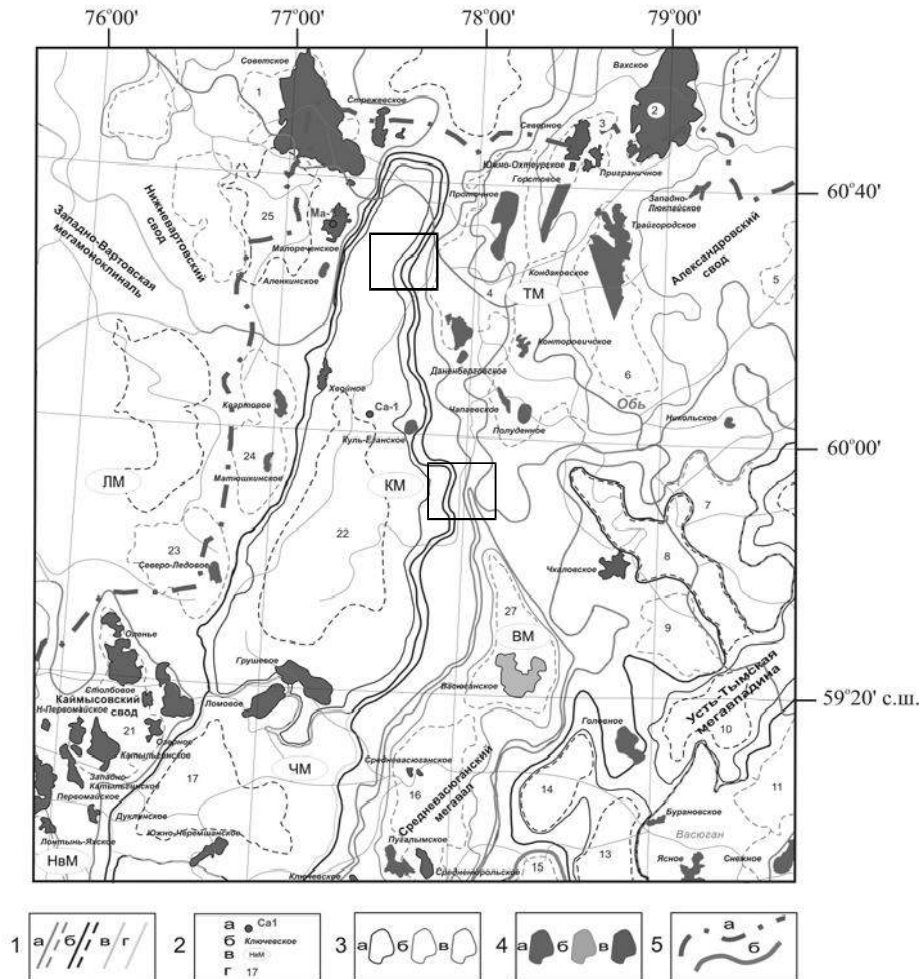


Рис. 1. Обзорная схема района исследования: 1 – контуры тектонических элементов: а – положительные; б – отрицательные; промежуточные структуры: в – мезоседловины; г – мегамоноклинали; 2 – индексы и обозначения: а – исследуемая скважина и ее условный индекс; б – название месторождения; в – условный индекс структур II порядка; г – условный номер структур III порядка; 3 – контур месторождения: а – разрабатываемое; б – разведываемое; в – готовое к освоению; 4 – месторождение углеводородов: а – нефтяное; б – газоконденсатное; в – нефтегазоконденсатное; 5 – контур: а – граница Томской области; б – речная сеть.

Для палеотемпературного моделирования [3] используются в качестве «наблюдаемых» как измерения пластовых температур, полученные при испытаниях скважин, так и палеотемпературы, определенные по отражательной способности витринита (ОСВ) – R_{vt}^0 . Используя рассчитанную величину теплового потока из палеозойского «основания», смоделированы распределения температур в разрезах скважин на моменты начала и завершения формирования каждой из свит, слагающих разрез, вскрытый глубокой скважиной (рис. 2).

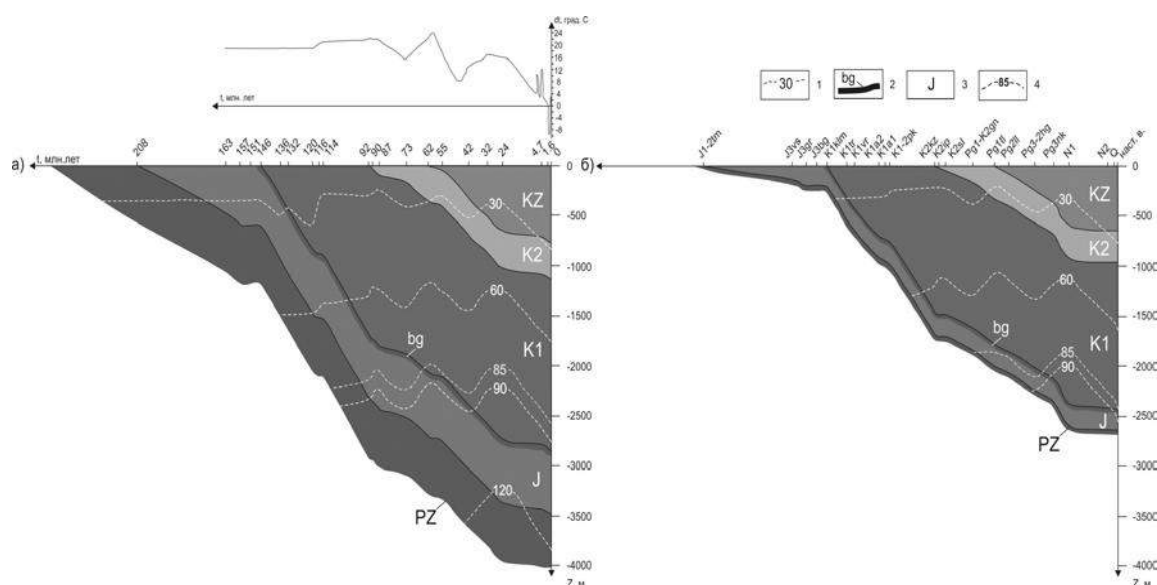


Рис. 2. Палеорекострукции геотемператур в разрезах скважин:

а) Саймовская 1; график «местного» векового хода температур; б) Малореченская 121:
 1 - изотермы; 2 - баженовская свита; 3 - стратиграфическая приуроченность отложений; 4 - пороговая температура ГЗН.

Анализ термической истории баженовской свиты в разрезах скважин свидетельствует о том, что условия для генерации нефти в юрских (баженовских) отложениях имели место быть. Баженовская свита вступила в главную зону нефтеобразования, «перешагнув» порог температур в 85°C [1,4], обусловленный присутствием для нее рассеянным органическим веществом (РОВ) сапропелевого типа. Но для более глубокопогруженных отложений в приосевой части Колтогорского мезопргиба, вскрытых скважиной Саймовская №1 (глубина положения кровли баженовской свиты более 2800 м), время вхождения наступило раньше (ок. 68 млн. лет назад) и интенсивность генерации, судя по геотемпературам, была выше (106°C), чем для не столь погруженных отложений борта Нижнеартовского свода, вскрытых скважиной Малореченская №121 (глубина положения кровли баженовской свиты более 2400 м) и вступивших в главную зону нефтеобразования гораздо позже (ок. 42 млн. лет назад) и максимально прогретых до 102°C . Так же следует отметить, что подтверждения нефтегазоносности по данным бурения Саймовской скважины №1 не получено, так как в разрезе васюганской свиты отсутствуют пласты-коллекторы, в то время, как в скважине Малореченская №121 промышленные притоки нефти получены из песчаных пластов васюганской свиты, пластовые температуры флюида – $88\text{--}90^{\circ}\text{C}$.

Литература

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
2. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
3. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
4. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири – М.: Недра, 1975. – 680 с.
5. Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Криницина К.А., Останкова Ю.Г. Влияние палеоклимата на геотермический режим и нефтегенерационный потенциал баженовской свиты (на широтах Томской области) // Известия ТПУ. – 2013 – Т. 322. – № 1. – С. 45–50.

**ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ
СОСТОЯНИЕ БЛОЧНОГО ФРАГМЕНТА ЗЕМНОЙ КОРЫ**

А.А. Татаурова

Научный руководитель Ю.П. Стефанов

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Одной из задач геодинамики является расчет напряженно-деформированного состояния земной коры [3, 4]. Внимание к этой проблеме обусловлено как научной значимостью, так и соображениями, носящими прикладной характер, связанными с локализацией зон полезных ископаемых. Существует ряд работ и методов, которые позволяют оценить напряжения и деформации в среде: при помощи механизмов землетрясений, геологических данных, физического или математического моделирования. В вышеперечисленных методах обычно рассматривается однородное или горизонтально-слоистое строение среды, что часто не соответствует реальной картине [1].

В данной работе численно исследуются особенности полей напряжений и деформаций, вызванные развитием необратимой деформации при неоднородном строении земной коры и зависимости прочности от глубины. Рассмотрено напряженно-деформированное состояние трехслойного фрагмента земной коры толщиной 30 км, находящегося под действием силы тяжести. Слои имеют блочную структуру с разными прочностными параметрами. Было изучено влияние параметров прочности и размеров блоков на развитие пластической деформации и изменение рельефа.

Моделирование процессов деформации выполнено в двумерной постановке для условий плоской деформации. Для этого численно решалась система уравнений механики в динамической постановке для упругопластической среды. Пластическое поведение среды описывалось с использованием модифицированной модели Друккера-Прагера-Николаевского с неассоциированным законом течения [2, 3]. Расчеты проводились с использованием явной конечно-разностной схемы.

При моделировании процессов деформации геологической среды одним из важных параметров является закон изменения прочности по вертикальному разрезу. Наиболее широко распространен график прочности, который линейно возрастает с глубиной по закону Байерли, а затем с ростом температуры резко снижается. Такое понижение прочности вызывает пластическое течение. При проведении расчетов параметры модели подбирались таким образом, чтобы значения эффективной прочности удовлетворяли заданному закону изменения прочности с глубиной [1] (рис. 1а).

Результаты расчетов показали, что пластическая деформация напрямую зависит от упругопластических свойств среды, прочностного закона. Для анализа напряженного состояния и оценки его близости к предельному, при котором развивается пластическая деформация, а также выделению зон пластичности, использовался параметр ξ , вида:

$$\xi = \frac{\tau - \tau_{\text{limit}}}{\gamma(h)},$$

где τ - эффективная прочность, τ_{limit} - интенсивность касательных напряжений, $\gamma(h)$ - нормирующий параметр, который равен максимальному значению разности между значением прочности и интенсивностью касательных напряжений на заданной глубине.

Пластическое поведение можно наблюдать не только в зонах с пониженной прочностью, но и в остальных областях. К примеру, очень часто в экспериментах отмечается пластическое поведение среды в верхней части разреза, где зависимость прочности от глубины считается линейной и ожидается упругое поведение среды. На рисунке 1б верхняя часть разреза от 0 до 9 км находится в состоянии, близком к предельному, соответственно, небольшая дополнительная нагрузка может вызвать переход в пластическое состояние. При отсутствии горизонтальных смещений на боковых границах рассматриваемого фрагмента земной коры пластическая деформация ослабленного центрального блока приводит к его расширению и уменьшению толщины. В результате, в блоках возрастает давление и, соответственно, увеличиваются горизонтальные напряжения (абсолютная величина напряжений, так как сжатие соответствуют отрицательные напряжения), тогда как над ним наблюдается разрежение. Величина погружения дневной поверхности в целом зависит от глубины, на которой происходит пластическая деформация, и масштабов этого процесса. Высокая прочность нижнего слоя обеспечивает его упругое состояние. Поэтому деформация вышележащих слоев и изменение рельефа поверхности определяются пластической деформацией ослабленного центрального блока.

Опускание поверхности над пластической зоной может смениться на подъем при наличии бокового сжатия. Для этого необходимо, чтобы горизонтальные напряжения были больше вертикальных. Влияние плотностных неоднородностей значительно усиливается при пластическом поведении среды.

На напряженно-деформированное состояние существенное влияние оказывают толщина и ширина ослабленных блоков, в которых начинается и наиболее интенсивно развивается пластическая деформация. Это в значительной мере определяет форму рельефа дневной поверхности. Глубина прогибов или высота поднятий зависит от толщины блоков: чем тоньше блок, тем менее выражено проявление его пластической деформации на поверхности. Влияние ширины ослабленного блока менее однозначно, так как на развитие процесса существенное значение оказывает толщина и состояние вышележащего слоя. Масштабы пластической деформации оказывают прямое влияние на изменения рельефа дневной поверхности земли.

В результате численного моделирования было установлено: геометрия среды и форма закона изменения прочности с глубиной играют большую роль в характере развития деформации, и распределении напряженно-деформированного состояния внутри земной коры. К перераспределению напряжений приводит не только неоднородное строение земной коры, но и пластическая деформация, которая развивается в ослабленных зонах. Величина деформаций зависит также от упругопластических свойств окружающей среды и условий нагружения. В связи с этим можно говорить о невозможности оценивать напряженно-деформированное состояние среды только из соображений ее упругого поведения.

Процессы, происходящие внутри земной коры, могут привести к формированию повышенных напряжений за счет того, что горные массы, находившиеся в условиях более высоких напряжений при подъеме, взаимодействуют с породами с меньшим горизонтальным напряжением. Это в свою очередь создает условия для формирования областей повышенных значений сдвиговых пластических деформаций в зонах контактов блоков по латерали [4]. Упругопластические деформации, возникают на различных этапах нагружения, при этом они оказывают влияние на дневную поверхность земной коры, что может объяснить процесс формирования положительных и отрицательных структур рельефа. Вопрос формирования горных структур и прогибов на сегодняшний день остается актуальным и до конца не изученным. Численное моделирование может помочь понять особенности процессов, связанных с горообразованием и формированием прогибов различных масштабных уровней, а также механизмы формирования тектонических напряжений в верхней части земной коры.

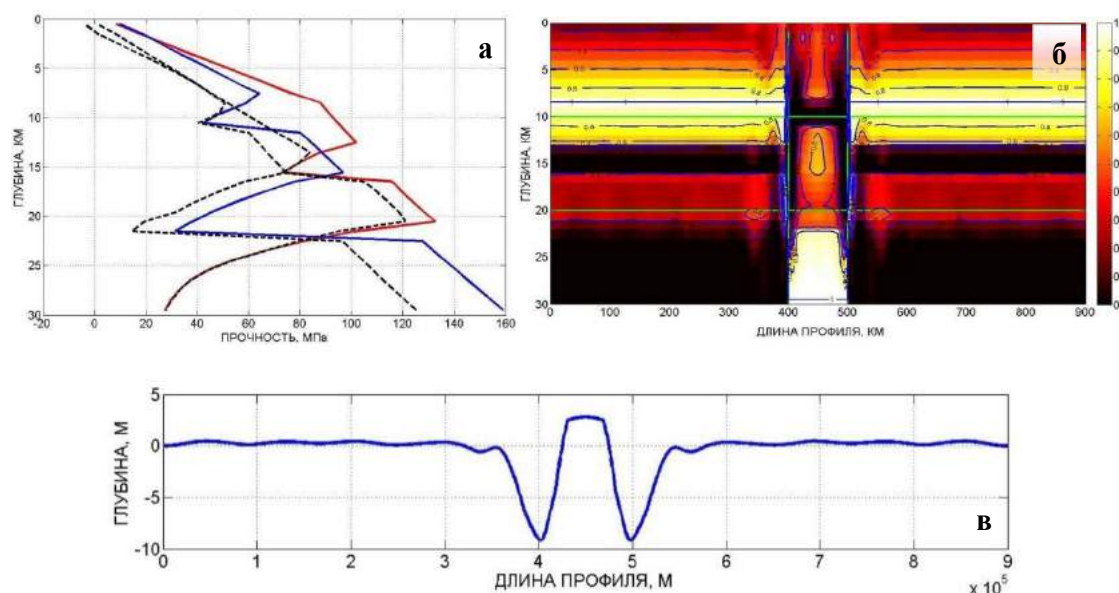


Рис. 1 а) Закон изменения прочности с глубиной: красная линия – внешние блоки, синяя линия – центральные блоки, черный пунктир – интенсивность касательных напряжений; б) распределение параметра ξ характеризует близость среды к состоянию пластичности. Черный цвет – пластическое состояние среды. Зеленые линии – границы блоков; в) изменение рельефа.

Литература

1. Гольдин С.В., Суворов В.Д., Макаров П.В., Стефанов Ю.П. Структура и напряженно-деформированное состояние литосферы Байкальской рифтовой зоны в модели гравитационной неустойчивости//Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – Т. 47. – № 10. – С. 1094-1105.
2. Николаевский В.Н. Определяющие уравнения пластического деформирования сыпучей среды//Прикладная математика и механика. – Москва, 1971. – Т. 35. – № 6. – С.1017-1029.
3. Стефанов Ю.П. Некоторые особенности численного моделирования поведения упруго-хрупкопластичных материалов//Физическая мезомеханика – Новосибирск, 2005. – Т. 8. – № 3. – С. 129-142.
4. Ребецкий Ю. Л. О возможном механизме генерации в земной коре горизонтальных сжимающих напряжений//Доклады академии наук. Геофизика. – Москва, 2008. – Т. 423. – №8. – С. 538-542.

**РАЗРАБОТКА ПОЛЕВОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ
РАЗЛИЧНЫХ СРЕД**

И.И. Фадеева

Научный руководитель А.А. Дучков

Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Определение тепловых свойств разного рода сред (теплопроводность, температуропроводность и теплоемкость) является важной задачей в полевых исследованиях, поскольку эти свойства описывают процесс переноса теплоты в среде и скорость изменения её температуры. Задача состоит в необходимости измерения двух тепловых характеристик: тепло- и температуропроводности. Теплоемкость рассчитывается из известного соотношения (1). Прямые измерения теплоемкости представляют собой трудоемкую процедуру и исключают возможность определения тепловой характеристики на месте (in situ).

$$a_{cp} = \frac{\lambda_{cp}}{c_p \cdot \rho} \quad (1)$$

Большинство зондовых методов, как правило, позволяют определить один коэффициент теплопроводности и грубо оценить коэффициент температуропроводности. Теоретически обоснованный и широко используемый на практике метод длинного игольчатого зонда постоянной мощности, предложенный в 1959 году [1], используемый при изучении донных осадков акваторий, позволяет определить теплопроводность исследуемой среды. Метод обладает рядом преимуществ: нет необходимости в использовании эталонных образцов, для проведения измерений этим методом не требуется какая-либо специальная подготовка образца или среды. Суть метода состоит в интерпретации термограммы зонда на больших временах, при постоянной мощности источника тепла внутри зонда.

Усложненная математическая модель, учитывающая геометрические размеры зонда и его теплофизические свойства, помимо описания термограмм на больших временах также описывает изменения температуры игольчатого зонда на малых временах (начало прогрева среды зондом), что позволяет определить не только теплопроводность среды, но и оценить ее температуропроводность [2, 3].

Созданное сотрудниками ИНГГ СО РАН измерительное устройство [4] с игольчатым зондом помимо постоянного нагрева среды позволяет генерировать разного рода тепловой сигнал, это может быть любая аналитически заданная зависимость мощности источника от времени.

В данной работе рассматривается теория измерения тепловых свойств среды с помощью игольчатого зонда, который может генерировать произвольный тепловой сигнал. Работа направлена на развитие метода одновременного определения, в реальных условиях, тепловых свойств среды.

Для описания процесса разогрева игольчатого зонда в исследуемой среде решается радиальное уравнение теплопроводности (2) для безграничной среды [2], в которую помещен тонкий длинный цилиндрический источник (зонд радиуса r_0), с соответствующими начальными (3) и граничными (4), (5) условиями:

$$\frac{1}{a_{cp}} \frac{\partial T_{cp}(r,t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_{cp}(r,t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{cp}(r,t)}{\partial r} \quad (2)$$

$$T_{cp} \Big|_{t=0} = 0 \quad (3)$$

$$-\lambda_{cp} \cdot \frac{\partial T_{cp}(r,t)}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = \frac{Q(t)}{2\pi r_0} - \frac{r_0}{2} \cdot \rho_3 \cdot c_3 \cdot \frac{\partial T_3(t)}{\partial t} = -R(t) \quad (4)$$

$$T_{cp} \Big|_{r \rightarrow \infty} \rightarrow 0 \quad (5)$$

$$-\lambda_{cp} \cdot \frac{\partial T_{cp}}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = H \cdot (T_3 - T_{cp}) \quad (5)$$

где $T_3(t)$, $T_{cp}(r,t)$ [K] – температура внутри зонда (экспериментальная термограмма), температура среды в момент времени t [с] на расстоянии r [м] от центра зонда, a_{cp} [м²/сек], λ_{cp} [Вт/м/К] – температуропроводность, теплопроводность среды, соответственно, Q [Вт/м] – линейная мощность нагревателя, H [Вт/м²/К] – параметр, описывающий тепловой контакт между зондом и средой (коэффициент теплообмена), ρ_3 [кг/м³] – плотность материала из которого изготовлен игольчатый зонд, c_3 [Дж/кг/К] – удельная теплоемкость зонда, ρ [кг/м³] – плотность среды, c_p [Дж/кг/К] – удельная теплоёмкость среды при постоянном давлении.

Решение этой задачи можно получить с помощью преобразования Лапласа:

$$\hat{T}_{cp}(p) = \int_0^{\infty} T_{cp}(r, t) \cdot e^{-pt} dt \quad \text{где } p = \alpha + i \cdot \omega \quad \text{— параметр преобразования Лапласа (комплексная}$$

переменная). Преобразовав уравнение теплопроводности (2) получаем хорошо известное модифицированное уравнение Бесселя, решением которого, с учетом граничных условий, является модифицированная функция Бесселя второго рода нулевого порядка. Подставив ее в преобразованное граничное условие (4) определяем неизвестную константу, тогда решение преобразованной системы выглядит следующим образом:

$$\hat{T}_{\varphi}(r, p) = - \frac{\hat{R}(p)}{\lambda_{cp} \sqrt{p/a_{cp}}} \cdot \frac{K_0(\sqrt{p/a_{cp}} \cdot r)}{K_1(\sqrt{p/a_{cp}} \cdot r_0)}$$

$$\hat{R}(p) = \frac{r_0}{2} \cdot \rho \cdot c \cdot p \cdot \hat{T}_3(p) - \frac{1}{2\pi r_0} \cdot \hat{Q}(p) \quad (6)$$

Функция $Q(t)$ определяющая тепловой сигнал может быть, к примеру, коротким (порядка 1 секунды) мощным импульсом:

$$Q(t) = \begin{cases} Q_0, & t_0 \leq t \leq t_0 + 1 \\ 0, & t < t_0 \text{ и } t > t_0 + 1 \end{cases} \quad (7)$$

Тогда образ этой функции: $\hat{Q}(p) = \int_0^{\infty} Q(t) \cdot e^{-pt} dt = \int_{t_0}^{t_0+1} Q_0 \cdot e^{-pt} dt = Q_0/p \cdot (e^{-p(t_0+1)} - e^{-pt_0})$.

Функция $\hat{T}_3(p) = \int_0^{\infty} T_3(t) \cdot e^{-pt} dt$ — определяется из экспериментальной термограммы.

Дополнительное условие в прямой задаче (5), соответствует тому, что разность температур на границе зонд-среда пропорциональна потоку тепла через эту границу, при этом предполагается, что коэффициент теплообмена H , при истинных значениях температуропроводности a_{cp} и теплопроводности λ_{cp} не зависит от времени t , и, следовательно, от параметра преобразования Лапласа p :

$$H(p) = \frac{\hat{R}(p)}{\hat{T}_{\varphi}(p) - \hat{T}_3(p)} = f(\lambda_{cp}, \sqrt{a_{cp}}, p) = const \quad (8)$$

Составляем функционал невязки, измеряющий степень отклонения коэффициента $H(p)$ от постоянного значения (от среднего арифметического $\overline{f(\lambda_{cp}, a_{cp})} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f(\lambda_{cp}, a_{cp}, p_k)$):

$$J(\lambda_{cp}, a_{cp}) = \sum_k \left| \overline{f(\lambda_{cp}, a_{cp})} - f(\lambda_{cp}, a_{cp}, p_k) \right| \quad (9)$$

Таким образом, коэффициенты тепло- и температуропроводности среды можно определить при минимизации функционала невязки (9).

Литература

1. Blackwell, J.H., 1954. A transient-flow method for determination of thermal constants of insulating materials in bulk, J. app. Phys., 25(2), 137–144.
2. Von Herzen, R. and Maxwell A.E. The measurement of thermal conductivity of deep sea sediments by a needle probe method // Journal of Geophysical Research – 1959. V. 64, No.10. – P. 1557–1563.
3. W.F. Waite et al. Simultaneous determination of thermal conductivity, thermal diffusivity and specific heat in sl methane hydrate // Geophys. J. Int (2007) 169, 767-774.
4. Казанцев С.А., Фадеева И.И. Устройство для оперативного измерения температуропроводности слабосцементированных пород // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 13-25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология": Сб. материалов в 3 т. - Новосибирск: СГУГиТ, 2015. - Т. 2. - С. 82-85.

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РОЛИ ПРИЛИВНЫХ СИЛ ЛУНЫ И СОЛНЦА 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 несомненно укладывается в рамки вышеназванной программы и говорит об актуальности исследования.

11 марта 2011 года у восточного побережья острова Хонсю в Японии произошло землетрясение, ставшее причиной крупной радиационной аварии 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий. Данное событие имело огромный резонанс во многих экологических организациях, так как нанесло огромный ущерб экологии и здоровью людей.

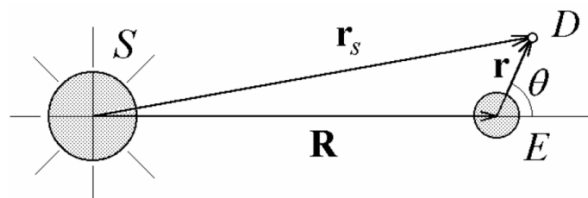
Стоит отметить, что в сейсмологически-активных зонах так же располагаются и месторождения полезных ископаемых, разработка которых так же связана с компонентами, способными нанести вред как экологии, так и здоровью людей. Например, если вблизи Сахалинских нефтяных платформ произойдет землетрясение, которое спровоцирует цунами, не исключено их повреждение и как следствие – экологическая катастрофа аналогичная разливу нефти в Мексиканском заливе в 2010 году. В связи с этим, актуальным становится вопрос об изучении всех возможных механизмов возникновения землетрясений.

Одним из таких механизмов 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]. Для планет солнечной системы как правило рассматривается два механизма образования приливных сил: силы, вызванные удалением и приближением спутников к планете за счет эллипсоидной орбиты и механизм, вызванный совокупностью гравитационных сил и вращения планеты. Причем считается, что первый механизм более сильный, чем второй [2].

Цель работы – приняв за основу известную математическую модель действия приливных сил [3] усовершенствовать ее и рассчитать влияние этих сил на условный объект, находящийся на поверхности Земли, принимая во внимание ее вращение.

Приливные, действующие со стороны Луны или Солнца, могут иметь горизонтальные и вертикальные составляющие (рис. 1).

Горизонтальные и вертикальные составляющие вектора приливной силы рассчитываются с учетом угла θ .



**Рис. 1. Переменные r и θ , используемые для указания положения произвольной точки
вблизи Земли [3].**

$$F_{\text{hor}} = -3G \frac{mM_{\text{Sun}}}{R^3} r \cos 8 \sin 8 = -\frac{3}{32} G \frac{mM_{\text{Sun}}}{mM_{\text{Sun}}^3} r \sin 28 \quad (2)$$

$$F_{\text{vert}} = G \frac{mM_{\text{Sun}}}{R^3} r (3 \cos 8 - 1) = \frac{1}{2} G \frac{mM_{\text{Sun}}}{R^3} r (\cos 28 + \frac{1}{3}) \quad (3)$$

Соответственно, как видно из формул, максимальные значения для горизонтальной составляющей будут наблюдаться при $\theta = 45^\circ$ и 135° , а при $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ будут равны нулю. Соответствующие экстремумы вертикальной компоненты смещены на 45° .

Если же говорить о различии этих составляющих в зависимости от широты, то в таком случае нужно ввести величину r' , которая характеризует расстояние от исследуемой точки до оси вращения Земли: $r' = r \cdot \cos \alpha$, где α - широтный угол. В таком случае, очевидно, что максимальное значение приливной силы будет на экваторе, минимальное – на полюсах.

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. Данную проблему можно решить, перебрав все возможные взаимные расположения Луны и Солнца (при шаге в 1 градус таких положений насчитывается 129600). Суммарная величина горизонтальной компоненты приливной силы находится сложением аналогичных компонент для Солнца и Луны при соответствующих их положениях.

Для примера рассмотрим случай, приведенный на рис. 2. Для экваториальной широты величина горизонтальной составляющей приливной силы, действующей со стороны Солнца и Луны на точку, будет находиться по формуле (2). В первом случае (со стороны Солнца) будет задействован угол θ_1 , во втором (со

стороны Луны) – θ_2 . Общее значение горизонтальной компоненты будет находиться путем сложения этих двух величин.

Рассмотрим модель действия приливных сил Луны и Солнца на тело, представляющее собой куб с ребром 1 км, состоящий из воды с плотностью 1г/см^3 (масса такого объекта будет равна 10^{12} кг).

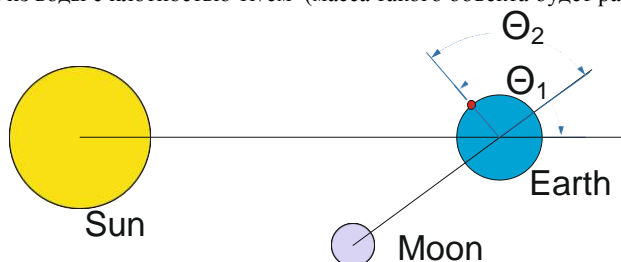
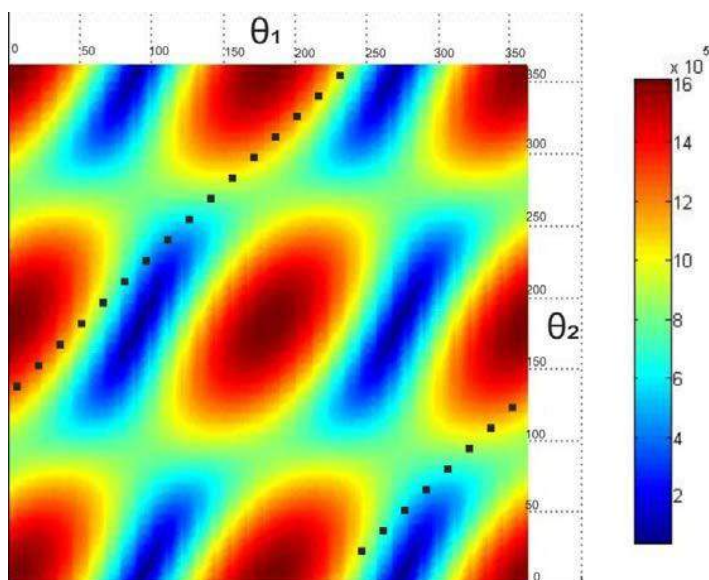


Рис. 2. Пример взаимного расположения Солнца и Луны

Модуль суммарного вектора приливной силы рассчитывался по формуле $F = \sqrt{F_{\text{hor}}^2 + F_{\text{vert}}^2}$. Значения этой величины представлены на рис. 3. Для наглядности на рисунке представлены изменения модуля вектора приливной силы в точке с координатами (0° ; $73,8^\circ \text{ В}$) в течение суток.



Условные обозначения:



Суточные вариации (шаг – 1 час)

Рис. 3. Значение модуля суммарного вектора приливной силы Солнца и Луны.
Ось x – значение угла θ_1 , ось y – значение угла θ_2

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. Мюррэй К. Динамика Солнечной системы //К.Мюррэй, С.Дермотт, Изд-во ФИЗМАТЛИТ, М. – 588с;
3. Eugene Butikov. *A Dynamical Picture of the Oceanic Tides*. American Journal of Physics, v. 70, No 10 (October 2002) pp. 1001 – 1011.

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ РАЗРЕЗА СЕВЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.А. Чупин

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северное месторождение углеводородов Васюганской нефтегазоносной области юго-востока Западной Сибири располагается в области сочленения структур первого порядка: Александровского свода и надрифтовой депрессии – Колтогорского мегапрогиба. В пределах Охтеурского вала, где локализовано месторождение, по данным сейсморазведки (Калинин, 2014) разрывные нарушения из доюрского фундамента прослеживаются в осадочном чехле до верхнего мела. Особенностью Северного месторождения является огромный диапазон нефтегазоносности, включающий пласты Верхнеюрского (Ю1, Ю2), Неокомского (А, Б) и Апт-альб-сеноманского (ПК) нефтегазоносных комплексов (НГК), в то время как основным продуктивным НГК месторождений юго-востока Западной Сибири является Верхнеюрский. Северное месторождение представляет собой уникальный случай «нефтяного столба», поскольку площадь самого месторождения небольшая. В настоящей статье излагаются результаты анализа геофизических исследований скважин (ГИС) Северного месторождения углеводородов.

Цель исследования: выявить геофизические особенности (признаки) разреза месторождения со «столбовым» характером нефтегазонасыщения. *Принятая концепция:* базовым объектом изучения является баженовская свита (БС), битуминозные глинисто-кремнисто-карбонатные породы которой являются нефтематеринскими, а также вмещающие ее глинистые образования георгиевской и куломзинской свит, отделяющие БС от ближайших пластов Верхнеюрского и Неокомского НГК.

Скважины для анализа выбраны с учетом полноты вскрытого разреза, разной нефтенасыщенности разреза в целом и отдельных его стратиграфических горизонтов, а также с учетом полноты комплекса методов ГИС. В настоящей работе приводятся результаты анализа материалов ГИС по 5-ти скважинам (в порядке расположения от периферии к центральной части месторождения): скв. 211 – практически непродуктивна по всему разрезу; скв. 47 – нефтяные залежи в пласте Ю1-3 и Б8-Б9; скв. 42, 275 и 311 – нефтяные залежи во всем Верхнеюрском НГК. Нижняя часть Неокомского НГК (Б0-Б9) наиболее полно представлена нефтяными и газовыми залежами в скв. 275 и 311, в скв. 42 – фрагментарно до Б3. Преимущественно нефтенасыщенные отдельные пласты А и ПК встречаются в скважинах 275 (до ПК18-20) и 311 (до ПК1). Суммарные нефтенасыщенные толщины повышаются в порядке: скв. 47 и 42 по 40 м; скв. 311 – 185 м и скв. 275 – 278 м. Анализ коллекторов изученных разрезов показал, что их фильтрационно-емкостные свойства улучшаются вверх по разрезу, а нефтенасыщенность увеличивается на глубину и максимальна в окрестности баженовской свиты.

Во всех скважинах был проведен полный комплекс методов ГИС в открытом стволе. Для выбранной цели наиболее информативными методами являются: метод естественной радиоактивности ГК, нейтронный каротаж НКТ, метод электропроводности – индукционный каротаж ИК и метод сопротивления с потенциал зондом – ПЗ. Результаты качественного анализа каротажных диаграмм и статистической обработки цифровой информации ГИС кратко сводятся к следующему.

- Баженовская свита во всех изученных разрезах выделяется комплексной геофизической аномалией – высокая радиоактивность и высокое электрическое сопротивление пород (пониженная электропроводность), отличие от вмещающих пород по показаниям нейтронного каротажа (рис. 1,2; табл. 1,2) – в этом Северное месторождение не отличается от других месторождений, по крайней мере, южной части Западной Сибири.

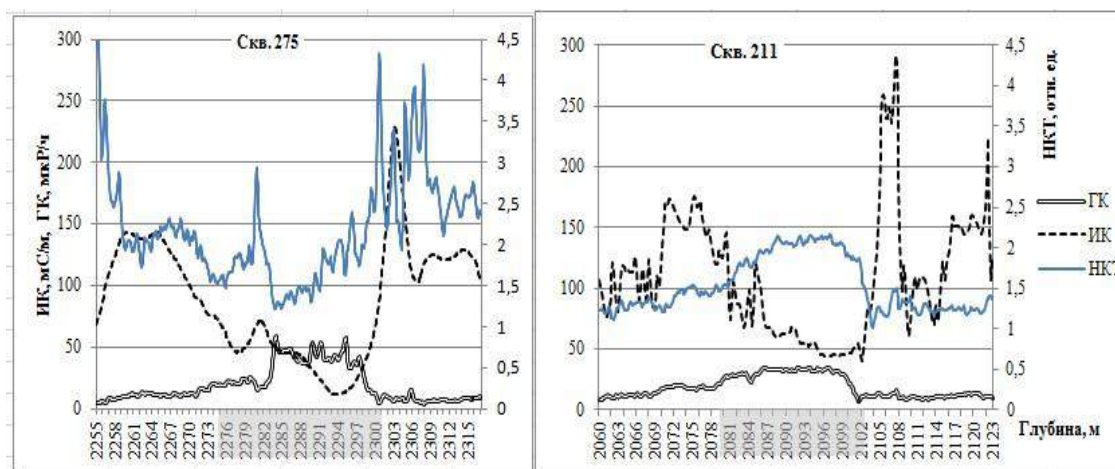


Рис.1. Различия в геофизических параметрах пород баженовской свиты (затененный интервал разреза) в самой продуктивной (275) и непродуктивной (211) скважинах Северного месторождения

- Геофизическая характеристика баженовской свиты в продуктивных разрезах Северного месторождения и в разрезах за контуром нефтегазоносности существенно различаются, что можно видеть из

данных рис.1. Главное отличие – в знаке аномалии *НКТ*: положительная аномалия *НКТ* в скв. 211 и отрицательная - во всех остальных скважинах. Отрицательная аномалия *НКТ* в скважине 275 указывает на повышенное водородосодержание пород баженовской свиты в продуктивном разрезе, а более высокие показания *НКТ* в окрестности свиты – на карбонатизацию аргиллитов георгиевской и нижней части куломзинской свит.

Баженовская свита в скв. 211 отличается также более низкими показаниями *ГК* и более высокими *ИК* (пониженным электрическим сопротивлением), что указывает на ее пониженный потенциал как источника углеводородов (рис.2). Асимметричность кривой *ИК*, характерная для всех продуктивных разрезов и не только Северного месторождения, в разрезе непродуктивной скважины 211 еле заметна. Более высокие показания *НКТ* в этой скважине характерны и для аргиллитов куломзинской свиты и, особенно, для аргиллитов георгиевской свиты, отделяющих баженовскую свиту от пластов горизонта *Ю1*. При такой геофизической характеристике георгиевская свита – хороший экран. В разрезе продуктивной скважины 275 георгиевская свита находится в зоне карбонатизации и ее изоляционные свойства ухудшены (рис.1).

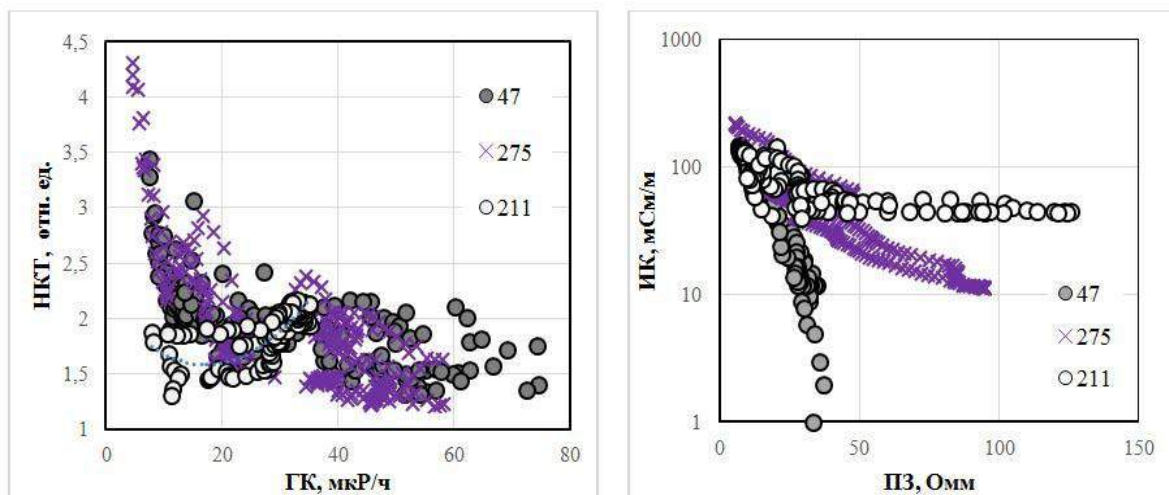


Рис. 2. Взаимотношения между геофизическими параметрами баженовской свиты в разрезах с разной продуктивностью

- Геофизическая характеристика баженовской свиты зависит от продуктивности разреза в целом. В наиболее продуктивном разрезе скв. 275 *БС* в среднем более радиоактивна (при наличии самых минимальных значений *ГК*), характеризуется наибольшим диапазоном изменения показаний *НКТ*, наиболее тесными связями в паре «*НКТ_ГК*», максимальным диапазоном изменения показаний *ИК* при относительно высоком минимальном значении, обособленным положением точек на диаграмме «*ИК_ПЗ*» (рис. 2; табл. 1, 2). Близкая характеристика у *БС* в разрезе скв. 311. Нужно учесть, что образование нефти из керогена приводит к понижению радиоактивности *БС*, миграция нефти из *БС* в коллекторы повышает ее электропроводность пропорционально отдаленной нефти, а карбонатизация (повышение *НКТ* и понижения *ГК* и *ИК*) улучшает фильтрационные свойства пород *БС* (Сонич, Плеханова и др., 1997; Номоконова и др., 2013). Отличительные свойства баженовской свиты в разрезе наиболее продуктивной скважины вполне объясняются этими процессами, протекающими по первоначально высоко обогащенным керогеном, высокорadioактивным и низко электропроводным породам *БС*.

Таблица 1

Геофизические параметры пород баженовской свиты в разрезах скважин Северного месторождения. Приведены медиана и интервал изменения геофизического параметра

Метод ГИС/скв.	211	47	42	275	311
<i>ИК</i> , мСм/м	63 (41-156)	37 (0,1-187)	65 (4-132)	46 (11-229)	51 (11-88)
<i>ГК</i> , мкР/ч	31,2 (7,8-35,1)	23,5 (7,3-74,5)	28,0 (5,5-49,2)	32,7 (4,5-58,3)	36,6 (5,8-72,2)
<i>НКТ</i> , отн.ед.	2,0 (1,30-2,16)	2,0 (1,3-3,44)	1,78 (1,28-3,64)	1,78 (1,22-4,32)	1,71 (1,26-3,34)

Таблица 2

Уравнения связи *НКТ* (*ГК*) и коэффициенты надежности аппроксимации R^2 (баженовская свита)

211	47	42	275	311
$y=0,4054\ln(x)+0,5619$ $R^2 = 0,3894$	$y=0,439\ln(x)+3,3546$ $R^2 = 0,5704$	$y=0,222\ln(x)+2,5455$ $R^2 = 0,0931$	$y=0,756\ln(x)+4,3649$ $R^2 = 0,631$	$y=0,319\ln(x)+2,8536$ $R^2 = 0,1996$

- Большой диапазон нефтегазоносности на Северном месторождении коррелируется с широким развитием в разрезах месторождения процесса карбонатизации. Карбонатизированные разности пород уверенно выделяются по материалам *ГИС*: минимумы *ГК* и *ИК*, максимумы *НКТ* и *ПЗ*. Карбонатизация захватывает не только породы Верхнеюрского НГК, как это имеет место на других месторождениях региона, но и породы Неокомского и частично Апт-альб-сеноманского НГК. На Северном месторождении процесс карбонатизации пород наиболее интенсивно проявился в скважинах 275 и, особенно, в скв. 311, отличающейся максимальным (до

ПК) диапазоном нефтеносности. В наибольшей степени в результате карбонатизации изменилась геофизическая характеристика аргиллитов низов куломзинской свиты, отделяющих пласты Неокомского НКК от баженовской свиты. За контуром нефтегазоносности месторождения, в скв. 211 в меловых отложениях геофизические аномалии типа карбонатизации практически отсутствуют.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В МАРЬЯНОВСКУЮ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Б. Шакиров

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Статья посвящена проблеме границ Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НПП) на юго-восточном ее фланге (Томская область). Основные запасы нефти и газа сосредоточены на западе Томской области (ТО) в границах Среднеобской, Каймысовской и Васюганской нефтегазоносных областей (НГО). Отдельные месторождения углеводородов выявлены вблизи западной границы Пайдугинской НГО. На самом востоке ТО (Предьенисейская НГО) до настоящего времени не было выявлено месторождений углеводородов, что может быть связано, в том числе, со слабой геолого-геофизической изученностью этой территории.

Нефтегазовый потенциал юго-востока Западно-Сибирской НПП связан с Верхнеюрским нефтегазовым комплексом (горизонт ЮО1), региональной покрывкой и источником углеводородов которого являются породы баженовской свиты. Баженовская свита представлена глинисто-кремнисто-карбонатными породами, битуминозными, содержащими обильную морскую фауну. В восточном направлении породы баженовской свиты фациально замещаются послонно битуминозными аргиллитами марьяновской свиты – стратиграфическим аналогом баженовской. Цель исследования – оценить перспективы Верхнеюрского нефтегазового комплекса на северо-востоке Томской области с помощью интерпретации результатов ранее проведенных геофизических исследований скважин. Объективный и цифровой характер геофизической информации предполагает ее многократное использование. Задача исследования – на основе анализа геофизической информации северо-востока ТО оценить, насколько и в чем различаются геофизические характеристики пород баженовской и марьяновской свит.

Сделан анализ данных геофизических исследований 18-ти скважин северо-востока ТО. Наиболее представительными из них являются: Громовская скважина, размещенная вблизи западной границы Предьенисейской НГО; Корбыльская – в центральной части исследуемой территории; Ажарминская – на восточной границе ТО. Во всех скважинах проведен стандартный комплекс геофизических исследований (ГИС), включающий методы сопротивления КС (З) и др., гамма-каротаж ГК, нейтронный каротаж НКК, кавернометрия и др. Изучен весь доступный интервал разреза – от кузнецовской свиты и пластов ПК до коры выветривания и верхов доюрского фундамента. Для сравнения были взяты скважина 226 Крапивинского месторождения (Каймысовская НГО) и скважина 357 Киев-Еганского месторождения – вблизи западной границы Пайдугинской НГО.

Результаты исследования кратко сводятся к следующему (рис.1, 2, табл.).

Геофизические характеристики разрезов северо-востока ТО отличаются от таковых западных продуктивных районов ТО. Наиболее близкие показания методов ГИС обнаруживаются у разреза скважины Громовская, самой западной скважины северо-востока ТО. Именно в этой скважине по геофизическим данным был сделан прогноз о нефтенасыщенности пласта ЮО1-(1-2) ($K_n > 0.8$), но при испытании был получен приток пластовой воды. В остальных скважинах ни прогнозов по данным ГИС, ни притоков нефти при перфорации пластов горизонта ЮО1 получено не было.

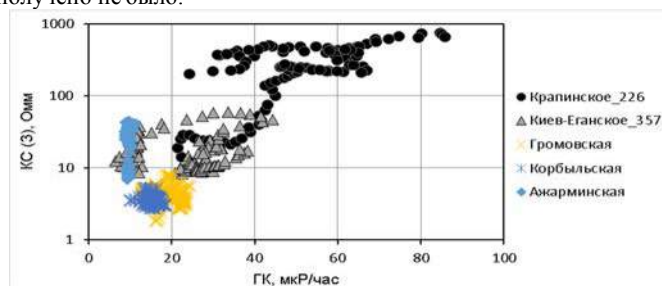


Рис. 1. Поля корреляции показаний ГК и КС (З) против пород баженовской (Крапивинское, Киев-Еганское) и марьяновской (северо-восток ТО) свит в исследованных разрезах

Самым «непохожим» интервалом разреза северо-востока ТО является верхнеюрский, в первую очередь, марьяновская свита. Кроме большей мощности отложений свиты (>37,6 м) и меньшей глубины залегания ее кровли (<2262,6 м), свидетельствующих о переходной зоне Внутренней области к Внешнему поясу Западно-Сибирской плиты (В. Конторович, 2002), марьяновская свита отличается от баженовской существенно меньшей интенсивностью аномалий методов ГИС. В первую очередь это касается базовых свойств - естественной радиоактивности ГК и электрического сопротивления КС (З), определяющих нефтематеринские свойства пород баженовской свиты [1].

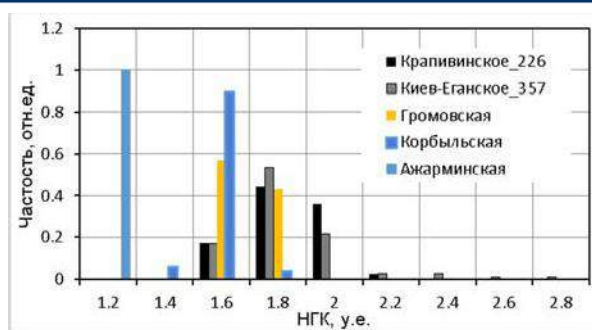


Рис. 2. Гистограммы распределения показаний НПК против пород баженовской (Крапивинское, Киев-Еганское) и марьяновской (северо-восток ТО) свит в исследованных разрезах.

Как следует из результатов статистической обработки данных ГИС, геофизические параметры пород баженовской-марьяновской свиты закономерно изменяются с запада на восток, в порядке расположения скважин: Крапивинское_226 – Киев-Еганское_357 – Громовская – Корбыльская – Ажарминская. От Крапивинского нефтяного месторождения, одного из самых крупных в ТО, до (практически, не оцененного) ее северо-востока последовательно уменьшаются: показания ГК, КС (рис.1) и НПК (рис.2), а также коррелируемость между геофизическими параметрами, что для пар «НПК-КС» и «НПК-ГК» можно видеть из данных таблицы. Наиболее высокие коэффициенты надежности линейной аппроксимации (R^2) характерны для связей «ГК-НПК». Для скважин Крапивинского и Киев-Еганского месторождений, в меньшей мере для Громовской характерны раздвоение точек корреляции «КС-ГК» (рис. 1) и смещение аномалий ГК относительно аномалии КС к кровле свиты, что указывает на сложность аномалеобразующих процессов в породах баженовской свиты.

Таблица

Уравнение связи показаний НПК с КС (3) и ГК и коэффициент достоверности линейной аппроксимации R^2 баженовской и марьяновской свит изученных разрезов

Крапивинское_226	Киев-Еганское_357	Громовская	Корбыльская	Ажарминская
Баженовская свита		Марьяновская свита		
$НПК = 0,0005КС + 1,6061$ $R^2 = 0,3513$	$НПК = 0,0042КС + 1,6849$ $R^2 = 0,0815$	$НПК = 0,0128КС + 1,5394$ $R^2 = 0,0638$	$НПК = 0,0134КС + 1,4608$ $R^2 = 0,0159$	$НПК = -0,0001КС + 1,0852$ $R^2 = 0,0065$
$НПК = 0,0078ГК + 1,3618$ $R^2 = 0,6049$	$НПК = -0,0067ГК + 1,9286$ $R^2 = 0,1022$	$НПК = 0,0072ГК + 1,4566$ $R^2 = 0,127$	$НПК = 0,0115ГК + 1,3354$ $R^2 = 0,103$	$НПК = 0,0088ГК + 0,9973$ $R^2 = 0,081$

Интерпретируя изменения показаний методов ГИС, взаимоотношения между геофизическими параметрами, можно заключить, что в направлении на восток Томской области в породах баженовской-марьяновской свиты происходит: уменьшение нефтенасыщенности пород и содержания керогена, содержания урана, карбонатизации пород свиты; увеличивается кавернозность стенок скважин, доля глинистых минералов в составе пород. Уже в Корбыльской скважине марьяновская свита выделяется в данных ГИС как типичные аргиллиты и принципиально не отличается от подстилающих ее отложений георгиевской свиты. Поскольку перечисленные геофизические параметры характеризуют нефтематеринские свойства пород баженовской свиты [1], то их уменьшение в восточном направлении соответствует понижению нефтегенерирующего потенциала пород и перспектив нефтеносности Верхнеюрского НГК. Так как геофизические признаки баженовской свиты частично присутствуют в разрезе скважины Громовская, то возможно обнаружение залежей углеводородов в верхнеюрском разрезе лишь в самой западной части Предьенисейской НГО северо-востока Томской области.

Единая направленность изменения геофизических параметров с перекрытием (рис.1,2, табл.) создает эффект единого геологического процесса трансформации баженовской свиты в марьяновскую с потерей нефтегенерирующего потенциала пород. Некоторая геофизическая обособленность в этом ряду разреза скважины Ажарминская указывает на ее более песчаный состав, что дает основание отнести марьяновскую свиту как переходную к максимоярской свите.

Литература

1. Баженовская свита – геофизическая аномалия //Г.Г. Номоконова, А.Ю. Колмаков, А.О. Расторгуева, И.В. Парубенко //Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы развития. Материалы Всероссийской конференции с международным участием 12-14 ноября 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. – С. 183-188.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЯМР-ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИОГЕЛЕЙ

М.И. Шумскайте¹, А.С. Юнашева², Т.И. Ельцов¹

Научный руководитель заведующий лабораторией В.Н. Глинских

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия*

² *Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия*

В последнее время проявляется высокий интерес к криогелям на основе поливинилового спирта (ПВС). Метод криотропного гелеобразования позволяет совершенствовать имеющиеся материалы и создавать новые. Криогель совершенно безопасен, как для человека, так и для почвы, он защищает грунт от высыхания и размывов, с его помощью усиливается рост растений, и они становятся более адаптированными к внешней среде [1]. Предполагается использовать криогели для укрепления строительных сооружений в условиях крайнего севера с целью предотвращения разрушения конструкций. Существует вопрос мониторинга распределения криогеля в обрабатываемой среде. Для этого необходимо знать физические свойства криогелей и грунтовых композитов на его основе. Например, для эффективного картирования распределения криогеля в грунте с помощью методов электроразведки необходимо знать УЭС композитов различного состава при различных температурах и различном количестве циклов заморозки. Целью данной работы является изучение петрофизических свойств грунтовых композитов, кондиционированных криогелем. Научная задача – измерение удельного электрического сопротивления (УЭС) и ЯМР-характеристик грунтовых композитов различного состава. В данной работе исследованы петрофизические свойства грунтовых композитов, кондиционированных криогелем, полученных путем циклических процессов замораживания–оттаивания в диапазоне температур от +20°С до -17°С. Физические свойства исследуемого вещества зависят от количества циклов замораживания–оттаивания.

В качестве составляющих использовался песок, применяемый для строительства в Ямало-Ненецком автономном округе, обладающий плотностью 1.66 г/см³, минеральной плотностью 2.65 г/см³ и пористостью 37.47% и три геля различного состава. Первый гель состоит из 10% раствора ПВС, второй гель из 10% ПВС и борной кислоты, а третий гель из 10% ПВС и натриевой соли борной кислоты. Песок и гель смешивались до получения однородной массы. С помощью прибора RLC E7-8 проводились измерения УЭС в зависимости от температуры, а также измерения ЯМР-характеристик на релаксметре «МСТ-05». В работе использовались 3 специально созданные текстолитовые ячейки со встроенными электронными датчиками температуры (DS18B20). Образцы помещались в ячейки и с помощью прибора RLC E7-8 проводились измерения удельного электрического сопротивления на частоте 1 кГц.

С уменьшением температуры УЭС грунтовых композитов увеличивается и доходит до максимума при диапазоне температур от -8 до -10°С (рис. 1). После достижения максимума, УЭС вместе с температурой падает в 2 – 3 раза при достижении температуры -17°С (минимальная температура используемой морозильной камеры). При естественном нагревании ячеек с образцами грунтовых композитов происходит увеличение УЭС до предельного значения при температуре около 0°С и после этого происходит уменьшение УЭС до первоначальных значений, полученных при комнатной температуре.

Полученные результаты ранее не встречались в опубликованной литературе и вид зависимости УЭС от температуры грунтовых композитов, кондиционированных криогелем, отличается от подобной зависимости чистого криогеля. При замораживании/размораживании чистого криогеля наблюдается гистерезис УЭС. При температурах ниже -15°С УЭС грунтовых композитов стабилизируется и по значениям на порядок отличается от УЭС при комнатной температуре. Значения в разы отличаются от УЭС мёрзлого песка при отрицательных температурах, что позволяет выделить УЭС в качестве идентификационного признака.

По спектрам видно, что гель 3 имеет наименьшие времена релаксации, т.е. является наиболее вязким. Спектры узкие, что говорит о достаточно однородном составе исследуемых образцов. При смешивании 35% геля и 65% песка наблюдается обратная картина: смесь песка с гелем 3 имеет наибольшие времена релаксации и наибольшее значение пористости, смесь геля 1 с песком имеет наименьшие времена релаксации. Вероятно, это объясняется разным взаимодействием гелей с песком. Гель 1 как наименее вязкий хорошо смешивается с песком, образуя пористый образец с хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами. Гель 3 при смешивании с песком, по-видимому, не создает с ним однородной массы, оставаясь в своем первоначальном виде, что и приводит к увеличению времен поперечной релаксации по сравнению с гелем 1.

Проведенные лабораторные ЯМР-измерения трех гелей и их смеси с песком показали, что гель 3 характеризуется более короткими временами поперечной релаксации, чем гели 1 и 2 (рис. 2). При этом все три геля имеют высокие значения пористости (в данном случае - водородосодержание) – более 65%. Процесс получения ЯМР-сигнала описан в [2, 3].

Также на ЯМР-релаксметре «МСТ-05» проводились измерения ЯМР-спектров в зависимости от температуры. Образцы помещались в ёмкости объемом 20 мл и проводились ЯМР-измерения на частоте 2 МГц. Уменьшение времен релаксации при понижении температуры наблюдается только с -2°С для грунтового композита и с +5°С для чистого криогеля, до этих температур времена остаются постоянными, что говорит о неизменности поровой структуры и входящего в состав криогеля. При разморозке оба образца характеризуются постоянным увеличением времен релаксации. При этом в обоих случаях наблюдается гистерезис (рис. 3).

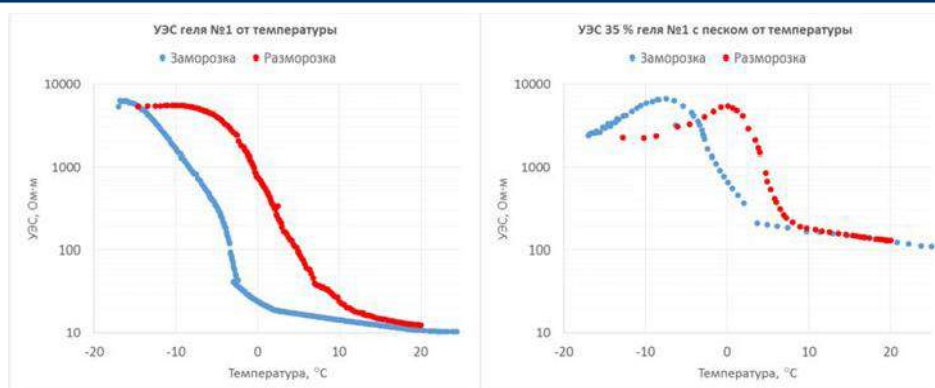


Рис. 1 – Слева: УЭС чистого криогеля №1 от температуры. Справа: УЭС грунтового композита с 35% содержанием криогеля №1 от температуры. Представлены результаты измерения для

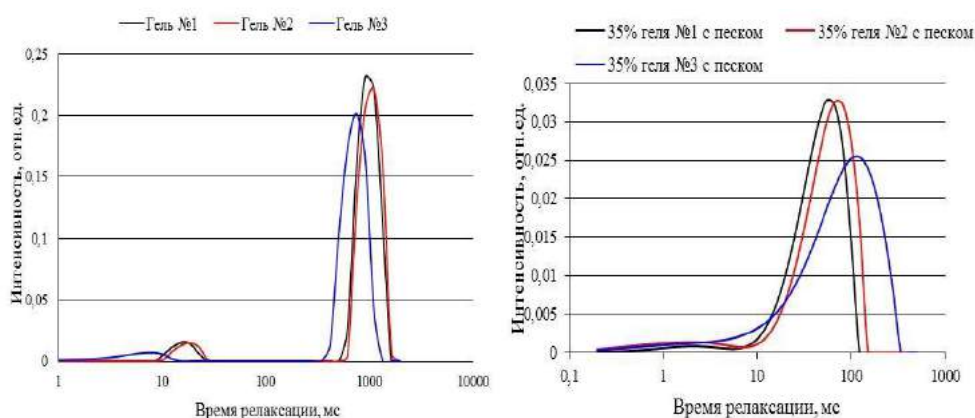


Рис. 2 – Спектры по временам поперечной релаксации для трех криогелей (слева) и их смеси с песком (справа)

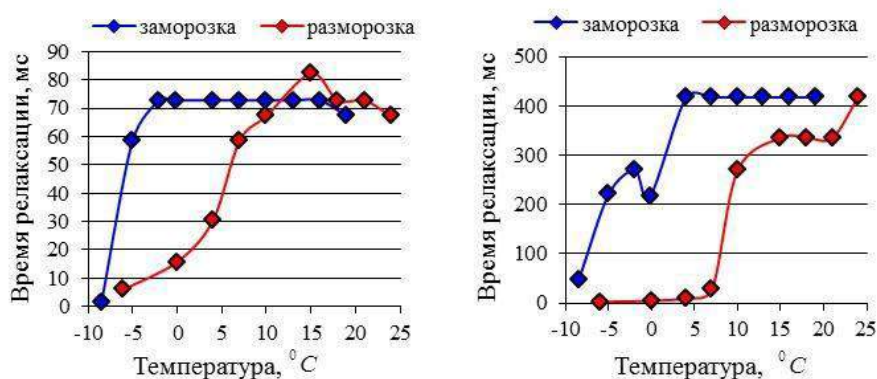


Рис. 3 – Время поперечной релаксации в зависимости от температуры для грунтового композита с 35% содержанием криогеля №1 (слева) и для чистого криогеля №1 (справа)

Литература

1. Алтунина Л. К., Ган-Эрдэнэ Т., Рождественский Е. А., Сваровская Л. И., Филатов Д. А., Фуфаева М. С. Изменение свойств почвы под влиянием криогеля // Почвоведение. – М.: Наука, 2014. – № 5. – С. 563-570
2. Доналдсон Э., Тиаб Д. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2009. – 840 с.
3. Coates G.R., Prammer M.G., Xiao L. NMR Logging, Principles&applications. – Houston: Halliburton Energy Services Publishing, 2001. – 342 p.

Секция 6

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ВОДА. ПРИРОДА. ВЛАСТЬ

В.К. Попов, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Вода – одна из самых распространённых на нашей планете природных субстанций и одновременно одна из самых загадочных. Пребывание воды в природе одновременно в трёх состояниях: жидком, твёрдом и газообразном, и абсолютная подвижность обусловили её вездесущность. Она пронизывает всю геологическую сферу и производит в ней разнообразную работу. Важность природных вод как источника питьевого и промышленного водоснабжения сегодня очевидна для всех. С каждым годом растёт интерес к природным термальным, минеральным и промышленным водам. Большое внимание уделяется исследованию движения флюидов, формирующих залежи нефти и газа. Всё глубже познаётся и роль природных вод в различных геологических процессах, и в первую очередь, её участие в тектонических, движениях. Ни одно живое существо на нашей планете не обходится без воды. Об уникальности воды замечательно сказано в латинской поговорке: «Загляни в каплю воды, и ты увидишь весь мир».

Взаимоотношения человека и природы обусловлены не только прагматическими, но и эмоциональными и духовными аспектами. Это относится как к древности, так и к современной эпохе. Природа наделила отдельные народы географическими разнообразиями, различными климатическими особенностями и ландшафтами. Люди стали более притязательны по отношению к природе. В процессе эволюционных преобразований приходит осознание того, что территория проживания может и должна использоваться целиком и полностью, включая все ресурсы, а в первую очередь, возобновляемые – вода и солнечная энергия. Как последствия этого взаимоотношения в настоящее время природа, как и вода, испытывают гигантский стресс от натиска индустриализации и урбанизации.

Развитие древних цивилизаций тесно связано с речными системами. В этой связи многие ученые исследовали роль воды в развитии человеческого общества. Русский географ Л.И. Мечников внёс неоценимый вклад в оценку значимости воды в географической теории развития общества (работа «Цивилизация и великие исторические реки», 1887 г.). В древних земледельческих общинах при использовании воды возникали ситуации, требующие своего регулирования со стороны власти. Одним из первых исторических правил использования воды является полный свод законов шумеров и вавилонян – знаменитый кодекс царя Хаммурапи (1792-1750 гг. до н.э.). В этом кодексе включены законы по различным проблемам: государственному правлению, уголовному праву, ведению торговли, правовым отношениям людей в их повседневной жизни, по водопользованию и охране вод. «Законы о воде» уточнялись, изменялись, а иногда и забывались, но всегда действовали. В России в 1718 и 1720 гг. Пётр I издал первые законодательные «указы» о борьбе с загрязнениями городских водоёмов, которые запрещали жителям Петербурга не только бросать отходы, но даже «мочиться и плевать».

Экологические и политические вопросы использования воды, как природы, всегда брали с ранних времён под свой контроль высшие инстанции. Возможность управления сверху и легитимация централизованной власти обусловлены:

- амбивалентностью воды, её способностью быть не только источником жизни, но и опасностью для неё;
- созданием тяжелейших юридических проблем в регулировании взаимоотношении между людьми;
- текучей природой воды, затрудняющей её перевод в частную собственность и формирующей представление о воде и о природе как общем достоянии, нуждающемся в защите от разного рода посягательств.

В настоящее время эффективность глобального и государственного управления отношениями между человеком и природой вызывает огромное сомнение, как и соответствие уровня развития политики изменчивости и комплексности экологических проблем. Способность природы к самоисцелению будет определять устойчивость и безопасность окружающей среды в будущем.

Исторический опыт свидетельствует о том, что «уход» власти от решения взаимоотношений Человек – Вода – Природа приводит к исчезновению цивилизации или, в крайнем случае, к великим экологическим катастрофам. К примеру, Аральское море в прошлом веке, а в настоящее время экологические проблемы оз. Байкал, которые требуют безотлагательного решения.

Разумное развитие системы Вода – Природа – Власть, как показывает опыт всемирной истории, обусловлено эффективным государственным регулированием, постоянными обсуждениями между государственными инстанциями и обществом и цивилизованным правовым производством.

Однако этому уделяется недостаточно внимания. Безотлагательному решению синхронизации взаимоотношений в системе Вода – Природа – Власть придаёт ускорение открытое учёными из Лаборатории реактивного движения NASA (JPL) явление формирования водного дисбаланса планетарных масштабов.

Гипотеза подтверждена данными, полученными со спутников NASA GRACE в период с 2012 по 2014 гг. Полученные результаты свидетельствуют о том, что мы находимся на пути к глобальному неравномерному распределению воды. Уже сегодня 4 млрд людей ощущают острую нехватку воды в течение одного месяца каждый год, а 1,5 млрд ежесуточно. В этой связи обостряется решение территориальных споров, создаются локальные вооружённые конфликты.

Объектами научно-практических исследований в гидрогеологии и инженерной геологии являются природные воды и породы. В русском языке имеют одни и те же корни слова:

- вода, заводь, водить, руководить – с одной стороны;
- порода, природа, родина – с другой.

А это многое означает как для решения современных проблем гидрогеологии и инженерной геологии, так и для подготовки профессиональных специалистов.

РАЗВИТИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТОМСК

И.Н. Алимова, В.В. Малыгина

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие неблагоприятных геологических процессов в городах связано с активно развитым строительством и возрастающей плотностью населения. На сегодня это является довольно серьезной проблемой, требующей решения ее комплексными исследованиями, которые должны включать в себя инструментальные, расчетные и аналитические методы.

На развитие тех или иных геологических процессов влияние оказывает, как природные, так и техногенные факторы. К природным факторам относятся литологический состав пород, физико-механические свойства грунтов, обводненность, геоморфология, геологическое строение территории и др. Вторым фактором развития неблагоприятных процессов является инженерно-геологическая деятельность человека.

На территории г. Томска источниками техногенных воздействий являются [1]:

- строительство и эксплуатация различных объектов, жилых домов, водонесущих коммуникаций в городской черте;

- утечки из водонесущих коммуникаций;
- пригрузка склонов при возведении зданий и сооружений на оползнеопасных территориях;
- динамические нагрузки на грунтовые массивы от движущегося транспорта;
- техногенное подтопление территорий.

Все это приводит к развитию на территории города нижеперечисленных неблагоприятных геологических процессов [2]:

- затопление паводковыми водами р. Томи. В условиях затопления находятся пойма реки Томи, пойма и I надпойменная терраса р. Ушайки.

- подтопление. Данный процесс носит преимущественно техногенный характер, он связан с подъемом уровня грунтовых вод, который происходит по причине утечек из водонесущих коммуникаций, барражного эффекта при строительстве на свайных фундаментах, а так же засыпки оврагов и логов. Процесс подтопления сосредоточен на юге (площадка ограничена ул. Ленина, Елизаровых, Сибирская), на севере (ограничена ул. Иркутский тракт, Вилюйская, Рабочая (с запада) и частью объездной дороги с востока), Черемошники, а также на тех участки, где наблюдаются выходы подземных вод на поверхность.

- оползнеобразование. Особую опасность на территории города Томск представляют оползни, которые активно развиты в Лагерном Саду и мкр. Солнечном.

- оврагообразование. В пределах города по долинам рек широко развит процесс оврагообразования. Овраги развиваются в результате эрозии на участках легко размываемых грунтов (супеси, лессовидные суглинки, пылеватые пески). Особенно интенсивно развит рост оврагов в районе Каштанной Горы, по берегам рек М. Киргизки и Ушайки.

- речная эрозия отмечается по берегам рек Томи, Ушайки и их притоков. Интенсивность процесса возрастает в период паводков, а также по причине антропогенного воздействия на урванный и гидрологический режим рек.

- суффозионные процессы. Суффозия носит механический характер и обусловлена гидродинамическим давлением подземных вод в местах их разгрузки. Данные процессы широко развиты в Лагерном Саду, по берегам р. Ушайки. Данный процесс в дальнейшем приводит к образованию мощных оползней в местах формирования суффозионных цирков. Данные процессы активно продолжаются в районе Лагерного Сада, мкр. Солнечный и др.

- заболачивание. Заболачивание наблюдается в поймах рек в условиях переувлажненности грунтов и затрудненного стока поверхностных вод. Кроме низких пойм, заболоченные участки имеются и на I надпойменной террасе (район Черемошников, пойма р. Ушайки), пологих участках водораздела.

В г. Томске наиболее неприятными и представляющими реальную угрозу застроенным участкам являются оползневые процессы.

Изучению и классифицированию природных опасностей посвящены многие исследования и работы. Важная роль в изучении этой проблемы принадлежит В.И. Осипову и Ю.А. Мамаеву, которыми разработана общая классификация природных и техноприродных процессов и явлений.

Также немаловажными являются методики изучения опасных процессов, которые базируются на следующих принципах и положениях [1]:

- комплексность изучения опасных природных процессов и явлений;
- историко-генетический подход, учитывающий условия их формирования и историю развития;
- системность исследования, позволяющая рассматривать любой природный процесс как сложную многофакторную и многокомпонентную систему, элементы которой тесно связаны и взаимообусловлены.

При этом, как правило, используется сочетание разнообразных методов. В изучении природных опасностей на территории г. Томска применен комплексный подход. Полевые методы включали комплексные исследования состояния и устойчивости геологической среды, в том числе геоэкологические, инженерно-геологические, гидрогеологические и геофизические, а лабораторные – полный комплекс исследований состава, состояния и физико-механических свойств грунтов.

Город Томск имеет достаточно сложные инженерно-геологические условия. Совместно с техногенным воздействием они вызывают благоприятные условия для развития опасных природных и техноприродных процессов.

Литература

1. 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.
2. http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0213.html

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ТУНКИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (БУРЯТИЯ)

Н.А. Ангахаева

Научный руководитель профессор В.К Попов.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тункинская долина — система межгорных понижений в горах Восточных Саян в Байкальской рифтовой зоны. В целях охраны и организации рекреационного использования малонарушенных и разнообразных экосистем Тункинской котловины входящий в состав Бурятии и Иркутской области. В 1991 году на ее территории был образован Тункинский национальный парк. [1]

Анализ гидрологических условия водопользования в тункинском национальном парке предусмотренными задачами наших научных исследований в связи с организацией экологического мониторинга водно – земельно-имущественных отношений.

Климат резко континентальный, с суровой, продолжительной, малоснежной зимой и теплым летом с умеренными осадками. Суточные и годовые амплитуды колебания температуры воздуха очень велики. Средняя температура января в котловине -23°C, июля +17°C, при продвижении в горы амплитуда колебаний температур уменьшается. Среднегодовая температура воздуха за многолетний период наблюдений понижается до - 6,6°C (верхове Иркуты) и -3,1°C (Тункинская впадина). Минимальная суточная температура достигает -50°C (январь) максимальная +39°C (июль). Осадков выпадает от 276 мм/год на равнине (Торы), до 1000мм/год в гористой местности (отроги Хамар-Дабана), что существенно превышает средний показатель по региону(230 мм/год). [3]

Рельеф эрозионно-денудационный, тектонический, мезозой-кайнозойский эпиплатформенный ороген. Горно-таежный рельеф представлен чередованием хребтов и впадин байкальского типа различной ширины и протяженности. Последние образуют единую впадину под общим названием Тункинская, которая является западной ветвью Байкальской рифтовой зоны. Тункинская впадина занимает промежуточное положение между оз. Байкал (абс. отм. 456 м) и оз. Хубсугул (абс. отм. 1645м) в Монголии. [3].

В геологическом строении принимают участие породы широкого возрастного диапазона от архея до современных отложений. Доминируют метаморфические породы докембрия и палеозоя, прорванные многочисленными интрузиями, и заполняющие рифтовые впадины палеоген-четвертичные отложения, в верхней части переслаивающиеся с покровами неоген-четвертичных базальтов. [1].

Почвообразующие коренные (материнские) породы залегают на поверхности и под четвертичными рыхлыми отложениями мощностью до 2500 м (впадина). Голоценовое почвообразование развивается в приповерхностных слоях рыхлых отложений и коры выветривания скальных пород.

Почвенный разрез сопровождается вертикальной зональностью образованием почвенных поясов, специфичных по типам почв в зависимости от высоты местности. Очень велика контрастность почвенного покрова северных и южных экспозиций. На южных склонах распространены горные мерзлотно-таежные-неоподзоленные, на восточных, а также в верхних частях лесного пояса склонов южных экспозиций и в подгольцовом поясе развиваются горные мерзлотно-подзолистые с иллювиально-гумусовым горизонтом почвы. В долинах ручьев и рек под черниковыми, осиновыми и багульниковыми группами типов леса преобладают

болотно-подзолистые мерзлотные почвы, а под разнотравными группами типов леса распространены пойменные аллювиально-луговые почвы [3].

Основная гидрологическая сеть Тункинской долины представлена водосборным бассейном реки Иркут, которая является главной водной артерией долины. Свое начало она берет из озера Ильчир, которое находится в Окинском районе на высоте 1963 м над уровнем моря. Длина Иркуты 500 км, общая площадь водосбора 15020 км², впадает в реку Ангару в городе Иркутск. По территории Тункинской долины она проходит средним течением и имеет здесь протяженность 247 км. Питание реки, как и всех её притоков, идет за счет дождей и таяния высокогорных снегов. В течение года сток рек распределяется неравномерно: за май - октябрь проходит 80% годового стока. Главнейшими притоками р. Иркут на территории долины являются: левые - Ихэ-Ухгунь, Енгарга, Тунка, Кынгырга; правые - Халагун, Малый и Большой Зангинсан, Харагун, Зун-Мурэн. Почти все мелкие водотоки Тункинского хребта селеопасны и наносят огромный материальный и экологический ущерб в предгорьях [4].

В долине реки Кыргыза распространена растительность в верхнем ярусе преобладают сосна и береза; в среднем – сосна; в подросте – ива и лиственница; в травяно-кустарничковом – кровохлебка, голубика, косяника, ястребинка, подмаренник, василистник, синюха голубая, тысячелистник, герань, курильский чай, лапчатка, вахта трехлистная и полынь р. Иркут местность холмистая – наблюдаются 2 – 3 речные террасы. Дно реки сложено галькой. Растительность окружающей местности скудная и бедная. р. Зун-Хантагай. Дно реки сложено галькой. Уровень высоких вод расположен на 80 см выше постоянного. Берега реки каменистые и высокие (Н = 1 – 1,5 м), сверху наблюдается почвенный покров (Н = 20 см), а также подвержены размыванию. р. Кырен. Берега реки зарастают водорослями, отчего вода приобретает специфический цвет. Дно реки сложено мелкой галькой и песками. Ближе к берегам размер камней увеличивается. Рядом расположен поселок Кырен. р. Енгарга. Дно реки илисто-песчаное. По берегам идет активное зарастание водорослями и злаковой растительностью. Правый берег реки размывается. Дно реки Харагун-Гол. сложено галькой и песчаником. По берегам реки разбросан деревянный материал и валуны. Водоток сильно меандрирует. Из растительности в верхнем и среднем ярусах преобладают береза, тополь и лиственница.

Таблица 1

Гидрохимические характеристики исследуемых объектов в Тункинской долине

Наименование	Расход воды, м ³ /с	Температура воды (градусы)	рН	Минерализация, мг/л	О ₂ , мг/дм ³	
р. Кыргыз (нижнее течение)	0,70 м ³ /с	8,5	8,5	116	8,7	83
р. Иркут (исток)	–	8,2	8,6	306	8,1	69
р. Зун-Хантагай	0,14 м ³ /с	10	7,6	17	7,4	77
р. Кырен	–	14,6	8,4	120	8,2	89
р. Енгарга	–	19,8	8,7	112	8,4	115
р. Харагун-Гол	5,25	10,1	8,2	64	7,9	80

На территории Тункинской долины распространены озера:

оз. Холборжин Батиметрические работы проводились в оз. Большая Ангара рядом с заимкой Шарлай. Ландшафт местности равнинный и представляет собой заболоченную долину, где когда-то располагалась мелиоративная система. Встречается большое количество кочек (Н = 50 – 60 см) и сплавин ближе к водоему. Из растительности преобладает болотная – осока, камыш, рдест, мох гипновый, а также кусты ивы.

оз. Енгаргинское Батиметрические работы велись на оз. Енгаргинском. Озеро зарастает по берегам и в середине. Максимальные отметки не достигали 1 – 1,5 м. Из растительности в верхнем ярусе преобладают береза и сосна; в среднем – ива и береза; в травяно-кустарничковом – рогоз, осока, калы, рдест и хвощ речной.

В настоящее время, нами начаты научные исследования за режимом химического состава поверхностных и подземных вод Тункинского национального парка. Результаты 2016 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав природных вод Тункинского национального парка

№	Привязка	УЭП	рН	мг/л							р/Мин	Цветность градусы
		мкS/см		НСО ₃ ⁻	СГ	Са ²⁺	Мg ²⁺	NO ₃ ⁻	Na ⁺			
1	Туран источник	277,2	8,09	171	0,57	29,5	11,3	0,97	21,8	0,61	1,45	
2	Ниловая Пустынь 1	1364	8,05	73	23,1	60,5	4,58	<0,1	272	12,1	1,69	
3	Ниловая Пустынь 2	1202	7,98	93	21,9	59,5	3,72	0,13	223,7	9,7	0,91	
4	п. Аршан скважина 41	3450	6,98	2155± ±323	59,5	625	162	<0,1	174,2	3,3	1,39	
5	п. Аршан скважина 39	3420	6,84	2096± ±314	57,7	615	159	<0,1	167,3	3,1	1,21	
6	п. Аршан река Кынгырга	2020	6,44	1306± ±196	16,4	343	151	<0,1	55,8	0,44	0,18	

Продолжение таблицы 2

7	п. Тагархай источник	583,0	7,64	402	0,76	88,0	36,0	2,81	4,89	0,32	1,09
8	п. Вышка скважина Р-1	1285	8,39	829	77	26,0	5,25	0,1	368	<0,15 1008	61,9
9	п. Вышка скважина Г-1	5410	7,05	2312± ±347	1012	169	224	<0,5	1144	0,4	14,2
10	п. Харбяты источник	300,0	7,73	155	0,38	33,0	19,3	<0,1	8,9	0,13	3,87
11	Река Кынгырга	274,3	8,16	158	0,57	43,5	14,1	1,41	2,96	0,16	1,76

Литература

1. Байколоведение в 2 книгах // Новосибирск, издательство «Наука», 2012.- кн. ч. - 644 с.
2. Григорьев А.А. Краткая географическая энциклопедия / А.А. Григорьев. - М.: Советская энциклопедия – 1960. – 564 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Выпуск 3. Забайкалье/ Под ред. В. И. Зильберштейн. — Л.: Гидрометеоздат, 1966 . — 159 с.
4. Ангахаева Н.А. Селевые явления и их роль в установлении 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 конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Т.1. – С. 76 – 78.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

А.Ж. Ахметов, А.А. Жакулина, Р.Н. Елиусизов

Научный руководитель профессор А.С. Жакулин

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан

По принципам районирования, с учётом инженерно-геологических и гидрогеологических условий, территория Казахстана подразделена на регионы: складчатые юга Казахстана (Тянь-Шань; Зайсан; Алтай; межгорные, предгорные низменности); Туранская плита (Предгорные равнины Чуйской впадины и равнины Шымкента и Каратау), где в предгорных низменностях преобладают толщи структурно-неустойчивых (просадочных) грунтов. В результате проведённых комплексных, региональных инженерно-геологических изысканий территорий и их последующих обобщений установлено, что преимущественно просадочные грунты представляют нижнечетвертичные эоловые отложения, представленные лессовидными суглинками. Лессовидные просадочные суглинки в основном располагаются у подножия гор Южного Казахстана. Анализ показывает, что большинство сооружений возводятся на грунтах, главным образом четвертичного возраста. Грунты четвертичной системы отличаются изменчивостью физического состояния, сложностью и разнообразием механических свойств. Поэтому предметом исследований были выбраны структурно-неустойчивые (просадочные) грунты (рис.1) .



Рис. 1 Откосы склона, сложенные структурно-неустойчивыми грунтами.

Согласно результатам компрессионных испытаний суглинки, залегающие до глубины 15,5-21,0 м, при замачивании проявляют просадочные свойства. Начальное просадочное давление изменяется от 0,028 до 0,361 МПа (0,112). Коэффициент относительной просадочности при удельном давлении 0,05 МПа колеблется в пределах 0,001 до 0,056 (0,014); при удельном давлении 0,1 МПа – 0,001-0,064 (0,023); при удельном давлении 0,2 МПа – 0,001 - 0,105 (0,046); при удельном давлении 0,3 МПа - 0,019 – 0,113(0,059). Величина суммарной просадки составляет 8,8-73,51см. Тип грунтовых условий по просадочности второй. На рисунках 2 и 3 приведены результаты исследования по определению деформационных и прочностных свойств структурно-

неустойчивых просадочных грунтов в сухом и водонасыщенном состоянии. График компрессии соответствует деформационным свойствам, а график сдвига – прочностным свойствам.

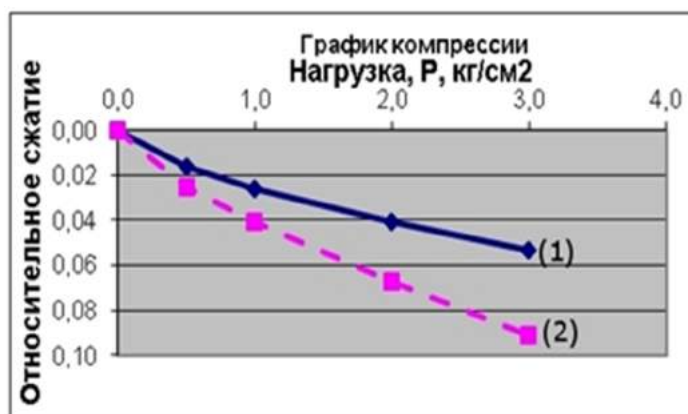


Рис. 2 График компрессии в сухом (1) и водонасыщенном (2) состоянии

Однако, в силу просадочности лессовых грунтов, возникают проблемы обрушения массива откоса склона при полном или частичном водонасыщении грунтов, за счёт значительного ухудшения значения расчетных параметров: сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации.

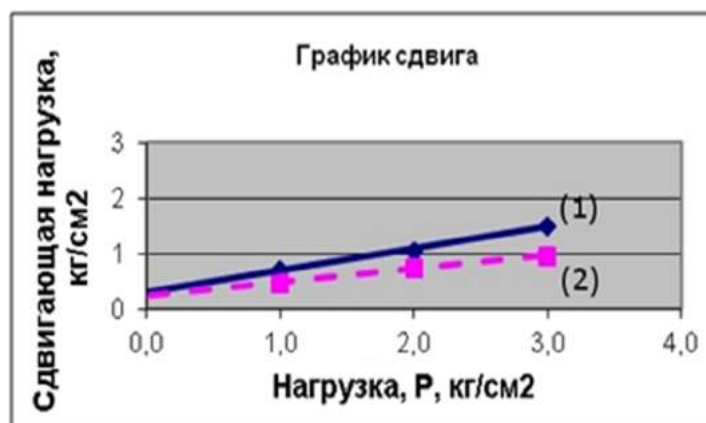


Рис. 3 График определения прочностных свойств в сухом (1) и водонасыщенном (2) состоянии

Расчёты устойчивости склона с применением программы PLAXIS показали, что в водонасыщенном состоянии откос является оползневым. Самыми неблагоприятными для устойчивости склона по физическим свойствам в состоянии полного водонасыщения грунтов являются структурно-неустойчивые суглинки [1,2].

Проведенное исследование показало, что просадочные лессовидные суглинки являются оползневыми и требуют закрепления грунтов и конструктивных решений (устройство анкеров, применение геосинтетики) при строительстве [3].

Литература

1. Механика грунтов, основания и фундаменты / Под ред. С.Б. Ухова. – М.: Издательство АСВ, 1994. –566 с.
2. Устойчивость земляных откосов / Под ред. Я.Х. Хуана. – М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.
3. Механика грунтов (краткий курс) / Под ред. Н.А. Цытовича. –М. : Высшая школа, 1983. – 228 с.

ВЫБОР МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД КАРЬЕРА КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «НЮРБИНСКАЯ»

А.А. Баранова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Добыча алмазов на месторождении Накынского рудного поля (кимберлитовая трубка «Нюрбинская») сопровождается получением больших объемов промышленных стоков, переработка которых экономически нецелесообразна. Высоко минерализованные промышленные стоки, минерализация которых составляет 81,4 г/л, образующиеся при разработке месторождения, делают полигоны захоронения объектами повышенного

экологического риска. Одной из главных задач гидрогеоэкологии при глубинном захоронении промышленных стоков является сохранение природных функций геосферы на уровне, обеспечивающем безопасную жизнедеятельность человеческого сообщества.

Цель работы – обоснование выбора наиболее экологически безопасного метода утилизации дренажных вод карьера кимберлитовой трубки «Нюрбинская».

Группа предприятий АЛРОСА — это группа российских компаний, занимающая первое место в мире по объему производства природных алмазов и располагающая крупнейшими в мире доказанными запасами алмазов. Основным видом деятельности предприятий является разведка, добыча и реализация природных алмазов. На алмазодобывающих предприятиях группы осуществляется полный цикл производства алмазного сырья — от геологоразведки, добычи алмазов, их обогащения, сортировки до сбыта продукции [4].

В административном отношении данная территория расположена на севере Нюрбинского улуса республики Саха (Якутия) с центром в г. Нюрба, отстоящим от объекта работ на 205 км к юго-востоку. Вахтовый п. Накын находится на крайнем северо-западе Якутии. От г. Мирного рассматриваемая территория удалена на 320 км на север. Вблизи района работ населенные пункты отсутствуют.

Трубка «Нюрбинская» открыта в 1996 г. и разведана скважинами колонкового бурения. Трубка относится к числу полностью погребенных кимберлитовых тел, перекрыта толщей рыхлых и слабосцементированных мезозойских отложений, сложенных песчано-алевритисто-глинистыми породами, а у дневной поверхности – современными элювиально-делювиальными образованиями. Разработка месторождения ведется открытым способом. В 2013 году приблизительная глубина карьера составила 255 м. Анализ проектных решений предполагает, что разработка открытым способом может вестись до глубины примерно в 570 м [1].

Сплошное развитие межмерзлотных пород (ММП) по району мощностью 355–560 м, геологическое строение, наличие зон разломов, развитие траппового и кимберлитового магматизма оказывают определенное влияние на гидрогеологические условия территории. По взаимоотношению подземных вод к ММП на территории кимберлитового поля выделяются надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные подземные воды. На условия открытой отработки месторождения трубки «Нюрбинская» заметное влияние будут оказывать воды межмерзлотного и подмерзлотного водоносных комплексов. По химическому составу межмерзлотные воды хлоридные кальциево-магниевые; по минерализации (5,4–118 г/л) относятся к соленым водам и рассолам, обладающими слабой щелочной реакцией и агрессивностью по отношению к бетону и металлам. Воды подмерзлотного водоносного комплекса относятся к хлоридным кальциевым рассолам с минерализацией до 324 г/л. Воды агрессивные по отношению к металлам и бетону. [2]

Для утилизации жидких отходов требуется либо отведение земель под строительство специальных бассейнов – хранилищ, либо дополнительное производство по переработке или очистке. Нами исследованы возможности нескольких методов утилизации подземных вод. Первый вариант утилизации это сброс промышленных стоков в речную сеть (р. Марха), но это требует их разбавления и очистки от загрязняющих компонентов до допустимых концентраций. Это потребует строительства специальных водоочистных сооружений, создания систем разбавления, сети трубопроводов, утилизации отходов водоочистки, постоянного технологического контроля, мониторинга поверхностных вод и др.[3] Все это делает данный вариант малопривлекательным в экономическом отношении. Кроме того, достаточно рискованным в экологическом смысле, так как р. Марха для сел Малькай, Мальжагар, Чукар, Егольжа, Киров, Жархан и Маар является единственным источником питьевого водоснабжения.

Вторым вариантом является накопление дренажных вод в естественных или искусственных инфильтрующих водоемах, и/или закачка в горизонты зон распространения пресных и соленых подземных вод (как это делается при разработке кимберлитовых трубок «Удачная» и «Мир»).

Осуществление этого варианта возможно лишь при обязательном выполнении некоторых условий: 1) присутствии в разрезе трещинных зон тектонических дислокаций или гидрогеологических окон; 2) размещении закачки в гидродинамических зонах нисходящей фильтрации (зонах питания), приуроченных к водоразделам, на максимальном удалении от постоянно действующих водотоков; 3) наличии в зоне захоронения коллекторов, гравитационная емкость которых способна вместить суммарный объем стоков, требующих захоронения.[3] Данный вариант весьма перспективный и дешевый, но требует для своей реализации хорошей гидрогеологической изученности.

Третий вариант это «глубинное» подземное захоронение промышленных стоков. Понятие «глубинное», достаточно условное, поскольку речь идет о захоронении стоков в зонах затрудненного и застойного гидродинамического режима на глубинах от 200-300 до 1000-1500 м. Выделение подземных водоносных горизонтов, пригодных для захоронения промышленных стоков, осуществляется по комплексу гидрогеохимических и гидродинамических признаков – это горизонты, которые обладают приемлемыми фильтрационно – емкостными свойствами, залегают в зоне распространения соленых и рассольных вод, не имеющих промышленного или бальнеологического значения.

Возможность использования криогенных геологических структур и подмерзлотных водоносных горизонтов в криолитозоне для захоронения минерализованных вод зависит от региональных мерзлотно-гидрогеологических условий, определяющих закрытость природных резервуаров, характер обмена подземных и поверхностных вод, фильтрационно-емкостные свойства поглощающего криогенного или водоносного горизонта, а также от мощности и проницаемости пород перекрывающего мерзлого экрана. Наиболее благоприятными для этих целей являются участки криолитозоны, изолированные от влияния поверхностных факторов и приуроченные главным образом к зонам тектонических нарушений, а для водонасыщенных

подмерзлотных толщ осадочного чехла, кроме этого – характеризующихся замедленным водообменом или застойным режимом подземных вод. [2]

Выбор участков геологической среды в Якутской алмазоносной провинции при поисковых и разведочных работах и последующее строительство полигонов захоронения с высокой приемистостью скважин связаны с существующей трещинной пустотностью и проницаемостью толщ пород, которые зависят, в первую очередь, от структурно-тектонических условий массивов разных интервалов осадочного чехла.

Влияние зон разрывных нарушений на проницаемость толщ горных пород, в том числе и мерзлых, может иметь противоположное значение. В большинстве случаев по разрывным нарушениям происходит основная разгрузка подземных вод, особенно в условиях криолитозоны. В некоторых случаях разломы, наоборот, играют роль слабо или непроницаемого экрана с присущими им функциями водоупора. Однако практическое использование трещинных зон осадочных толщ криолитозоны как резервуара с определенной гравитационной или образующейся деформационной емкостью – вполне эффективное решение экологических проблем для разных регионов распространения ММП.

Морфологические особенности и параметры простирания грабена в зоне Ботубинского разлома определены по данным геолого-геофизических работ и уточнены бурением скважин по настоящему объекту (скважины 4С, 5С, 6С, 7С, 8С) [2]. Протяженность грабена на участке Ботубинский составляет 2,6 километра, ширина грабена до 400 м, амплитуда смещения от 70 до 90 м. (абсолютные отметки кровли чаргольской свиты 70–85 м). Дайка долеритов по скважине 6С вскрывалась на глубине 154,1 м. В разрезе скважины 7С долериты проявлены на глубине 283,0 м, мощность вскрываемой части дайки 14,0 м. [2]

Согласно результатам лабораторных определений коллекторских свойств (глубина отбора образца 290 м) долериты обладают пористостью 0,48 %. Коэффициент остаточной водонасыщенности долеритов составляет 92,7 % [2].

Фильтрационно-емкостные характеристики пород грабена по данным проведенных гидрогеологических исследований (наливы по скважинам 5С и 6С) относительно хорошие, что позволяет рекомендовать и использовать его в качестве криогидрогеологической структуры для захоронения дренажных вод [2]. При необходимости и в перспективе для дополнительных полигонов вблизи месторождений, объекты поиска структур для захоронения дренажных вод могут быть участки, где мощность ордовикских отложений составляет не менее 100 м, а вмещающие породы нарушены разломными структурами, зонами дробления и трещиноватости.

Исследование корреляционных показателей отложений по данным ГИС показывают, что в разрезе кембрийских отложений участка «Ботубинский» фильтрационно-ёмкостными свойствами могут обладать пласты 40–42 в интервале залегания 164,0–271,2 м. До глубины 226,0–239,1 м толщи пород не обводнены. [2]

По материалам обобщения и анализа, ранее проведенных геолого-геофизических работ в радиусе 10 км от трубки «Нюрбинская» Ботубинской ГРЭ был определен участок, рекомендуемый для постановки поисково-оценочных работ для захоронения дренажных вод. Участок расположен в зоне сочленения Аномального и Ботубинского разломов на расстоянии 5 км на северо-восток от трубки «Нюрбинской». Ботубинский разлом по результатам геофизических исследований представляет собой грабен шириной до 400 м и амплитудой сброса до 30–100 м и предлагается в качестве перспективной структуры для закачки дренажных рассолов. Аномальный разлом будет являться дополнительной зоной поглощения закачиваемых дренажных вод при их растекании по направлению к трубке «Нюрбинская».

Исходя из вышеизложенного, наиболее целесообразным является метод «глубинного» подземного захоронения промышленных стоков. Так как, грабен в зоне Ботубинского разлома не содержит подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд и представляющих ценность в лечебном отношении. Так же, поглощающий горизонт характеризуется высокими емкостными и фильтрационными параметрами (высокими коэффициентами пористости и проницаемости). Таким образом «глубинное» захоронение промышленных стоков является природоохранной мерой, направленным на предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и подземных вод питьевого качества.

Литература

1. Алексеев С.В. Криогидрологические системы Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2009. – 319 с.
2. Коваленко А. А., Митрофанов А. В. ПРОЕКТ по объекту «Карьер Нюрбинский». Полигон захоронения дренажных вод», 2010. – 109 с.
3. Трифонов Н.С. Гидрогеологические особенности Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции в связи с вопросами утилизации подтоварных и сточных вод: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.07 / Трифонов Николай Сергеевич; [Место защиты: Том. политех. ун-т].- Томск, 2012. – 159 с.
4. Официальный сайт компании «АЛРОСА». [Электронный ресурс].- URL: <http://www.alrosa.ru/>

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВЫХ УСТУПОВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ**

А.В. Белобородов

ООО «Научно-производственное объединение «Омега», г. Пермь, Россия

Район исследований включает в себя центральную часть Волго-Ахтубинской поймы, расположенную в пределах Енотаевского района Астраханской области (рис.1). Целью исследований была оценка активности процессов негативного воздействия вод (НВВ), проявляющихся в переформировании береговых уступов правого берега р. Волга и воздействии этих процессов на территории населенных пунктов. Исходными данными для выполнения работ послужили: результаты полевых работ 2014 г., детальные космические снимки и топографические карты, данные государственного мониторинга экзогенных геологических процессов, научные публикации.



Рис. 1. Район исследований (показан темным цветом)

Геолого-геоморфологические условия района исследований определяются историей формирования и развития долины р. Волга. В геоморфологическом отношении долина Волги ниже г. Волгоград существенно отличается от вышележащих участков хорошо развитой широкой поймой, отсутствием четко выраженных надпойменных террас и симметричной ящикообразной формой [1]. На территории района исследований выделяются [3]: древняя пойма р. Волги, представленная древними внутренними дельтами новокаспийского возраста (астраханская, замьянская, харабалинская), современная пойма и коренной правый берег, относящийся к хвалынской аккумулятивной морской равнине. Геологические условия района определяются площадным развитием рыхлых и сцементированных песчано-глинистых осадков морского генезиса хвалынского и хазарского возраста (средний и поздний плейстоцен) и пойменно-русловых отложений голоценового и современного возраста. Общая мощность отложений с поверхности составляет более 100 м.

Главной особенностью района исследований, определяющей облик береговых уступов и влияющей на активность геологических процессов, являются сложнейшие гидрологические и гидрографические условия авандельты Нижней Волги. На этом участке река представляет собой разветвленную сеть протоков, ериков, рукавов, озер и стариц, которые находятся в состоянии постоянного динамического планового преобразования.

В результате проведенных исследований установлено, что ведущими процессами переформирования береговых уступов, определяющими их современный облик, являются склоновые гравитационные (оползни, обвалы и вывалы пород, осыпи) и связанные с деятельностью поверхностных вод (речная и овражная эрозия).

Особенностью развития процессов является четкая связь их активизации с гидрологическим режимом Волги [2] и климатическими характеристиками. Максимальная активность процессов овражной эрозии фиксируется в весенний период обильного снеготаяния, в остальное время скорость роста оврагов практически равна нулю вследствие отсутствия обильных осадков. Широкое развитие рыхлых, часто засоленных малоустойчивых к размывающему воздействию воды отложений слабо прикрытых растительным покровом в весенний период обуславливает рост оврагов вверх по склону со скоростью до первых десятков метров в год и на глубину до 10-15 м. Оползневые деформации прибрежных уступов и их переработка речной эрозией широко распространены и приурочены ко всем типам разрезов, эти процессы взаимосвязаны. В развитии оползней и подрезке склонов водным потоком можно выделить несколько стадий. На первой стадии наблюдается подготовка прибрежного уступа вследствие разрушения структурно-текстурных связей пород склона в зоне выветривания (морозное выветривание, дефляция, воздействие талых воды). Для этой стадии характерно формирование призмобразных столбчатых отдельностей на склонах, сложенных суглинками. Вторая стадия приурочена к периоду половодья и непосредственно после него. В это время мощным речным потоком осуществляется подрезка нижних частей склонов с последующим обрушением материала, причем образующийся при этом поперечный профиль определяется литологией пород. Суглинистый берега формируют практически

вертикальные уступы, а если в основании склона залегают песчаные отложения, перекрытые суглинками, то формируется профиль в нижней части с углами, равными углу естественного откоса песков, в верхней части – практически вертикальный (рис. 2). На третьей стадии происходит размыв и транспортировка вниз по течению коллювия и переход к первой стадии. В условиях Астраханской области эти процессы характеризуются двумя особенностями. Во-первых, подготовка и отчасти переформирование склонов проходит и в зимний период вследствие прохождения зимних паводков (ноябрь, декабрь), связанных с пусками через Волгоградский гидроузел. Во-вторых, в период ледохода нижние части прибрежных склонов интенсивно разрушаются плывущими льдинами. Эти особенности фиксируются на поперечных профилях в виде ярко выраженных уступов, соответствующих разным уровням водного и ледового воздействия.

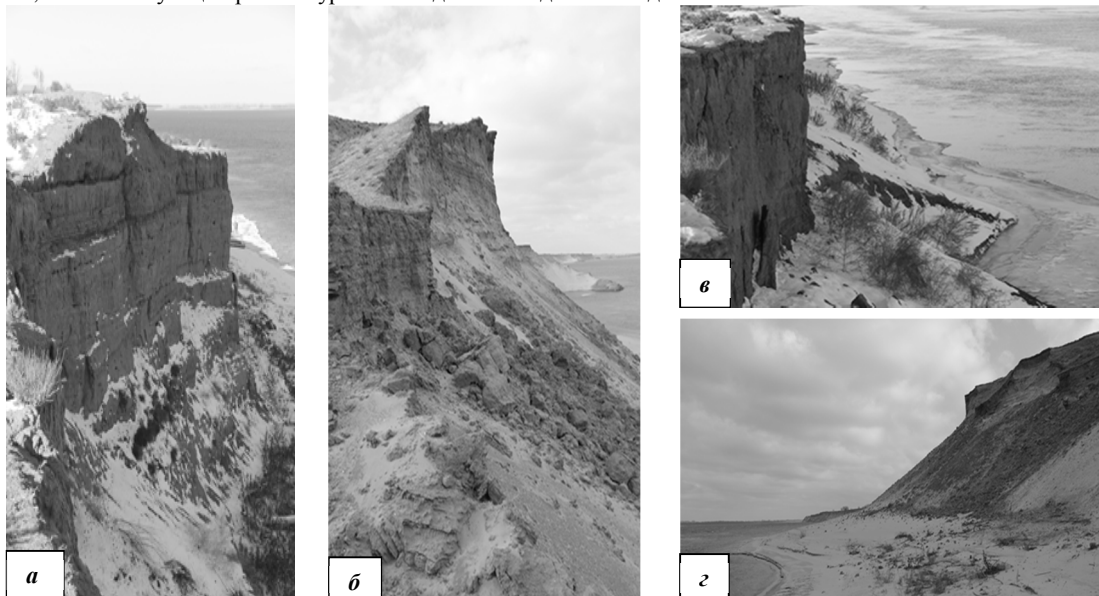


Рис. 2. Морфологические типы береговых уступов

**а, в) – вертикальные откосы уступа, сложенного суглинками (с. Копановка, с. Косика)
б, г) – откосы уступов, сложенных песками, перекрытыми сверху суглинками (с. Никольское)**

Несмотря на широкое развитие оползней и овражной эрозии, основной вклад в переформирование береговых уступов района исследований вносит эрозионная деятельность р. Волга, особенно в период половодья, расходы которого достигают величин 30 тыс.м³/с. В результате интенсивнейшего размыва правого берега формируется характерный в плане фестончатый тип берега, представленный фестонами – циркообразными зонами размерами в поперечнике до нескольких десятков метров. Формирование и развитие фестонов связано с огромными по размерам и энергии половодными турбулентными водоворотными потоками, размывающими рыхлые песчано-глинистые отложения береговых уступов.

По результатам исследований для участка протяженностью порядка 200 км была определена и ранжирована активность процессов НВВ по скорости переформирования береговых уступов: низкая (менее 1 м/год), средняя (1-2 м/год), высокая (2,1-6 м/год) и крайне высокая (более 6 м/год). Скорости более 6 м/год приурочены к участкам крутых изгибов русла р. Волги, где в условиях образующихся прижимных течений формируются быстро разрушающиеся приглубые берега. По результатам исследований была составлена итоговая карта и ГИС-проект. Данные исследований применяются федеральными органами власти при планировании водохозяйственных мероприятий на территории центральной части Астраханской области.

Литература

1. Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги (Волгоград-Астрахань). – М.: Изд-во Московского университета, 2009. – 17 с.
2. Калашник Ж.В. Об активизации экзогенных геологических процессов в пределах Волго-Ахтубинской поймы // Вестник Астраханского государственного технического университета. – Астрахань, 2010. – №2 (50). – С. 13 – 15.
3. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Под ред. Г.И. Рычагова и В.Н. Кортаева. – М.: ГЕОС, 2002. – 19 с.

**ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ БАСЕЙНА СТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАСЕЙНА**

Ю.В. Беспалова

Научный руководитель профессор В.М. Матусевич

**Тюменский государственный нефтегазовый университет, Институт геологии и
нефтегазодобычи, г.Тюмень, Россия**

В данной статье дана оценка естественной защищенности пресных подземных вод на примере Средне-Обского бассейна стока подземных вод Западно-Сибирского мегабассейна, испытывающего непрерывную техногенную нагрузку на геологическую среду.

Одной из важных задач данной работы является определение времени фильтрации, через которое загрязнение достигнет кровли атлым-новомихайловского водоносного комплекса, являющегося основным источником водоснабжения на территории всей Западной Сибири. Для ее решения автором выполнены расчеты по трем методикам ([3], [4], и [7]) определения времени фильтрации загрязняющих компонентов до основного источника водоснабжения.

Первая методика учитывает кроме основных геологических параметров (коэффициент фильтрации, мощность перекрывающих отложений, пористость водоупорных пород) [3] и разность уровней грунтовых вод и нижезалегающего горизонта. Вторая [4] - модуль естественных ресурсов и слой стока подземных вод. По методике [7] отличительным показателем является интенсивность инфильтрационного питания. Мощность перекрывающих отложений здесь не играет главенствующей роли.

Время просачивания до основного атлым-новомихайловского водоносного комплекса хозяйственно-питьевого назначения рассчитывалось по каждой скважине в отдельности, с учетом вышеперечисленных параметров. Время проникновения загрязнений через толщу перекрывающих отложений до кровли атлым-новомихайловского водоносного комплекса рассчитано по данным тридцати скважин, расположенных на территории Вартовского нефтегазоносного района [2].

По усредненным расчетным значениям, полученным по трем методикам, построена карта защищенности атлым-новомихайловского водоносного комплекса, учитывающая время проникновения загрязнений через зону аэрации и толщу водонасыщенных четвертичных отложений.

Автором статьи предложена 7-балльная шкала естественной защищенности для Вартовского нефтегазоносного района: 1 балл – незащищенные подземные воды, 2 балла – слабозащищенные, 3 балла – условно защищенные, 4 балла – условно защищенные, 5 баллов – достаточно защищенные, 6 баллов – защищенные, 7 баллов – надежно защищенные. Шкала учитывает расчетное время эксплуатации водоносных горизонтов, которое на практике составляет 25-50 лет.

Наибольшее распространение получили незащищенные подземные воды – 1 балл (время просачивания загрязнений 0-8 тыс.сут). Именно такая градация характерна для болотистой местности, с существенно песчаными породами в поймах рек, через которые время проникновения загрязняющих компонентов составляет 7992 суток (скв.7-857).

Незащищенные подземные воды приурочены к долинам реки Оби и ее притокам, глубина вреза которых значительна. Данная категория рассчитана на период 22-летнего срока эксплуатации.

Болотные отложения широко распространены на всех геоморфологических уровнях рельефа.

Отложения литологически представлены торфом разной степени разложения, иловатым суглинком, супесью с обильным включением растительного детрита и подчиненными прослоями песка. Мощность отложений колеблется от 1,5-3 м до 4-5 м.

Отложения талагайкинской свиты, представленные аллювием древних переуглубленных палеодолин Оби, Ваха и Ватинского Егана, распространены повсеместно, кроме участков водораздельных пространств. Осадки представлены тонко-мелкозернистыми кварцевыми песками, с маломощными прослоями суглинков и супесей. Сверху вниз отмечается укрупнение зернового состава песков от мелкозернистого до средне- и крупнозернистого, с примесью гравия и редкой гальки. Мощность отложений 8-22 м.

Областям с двух-балльной степенью защищенности (слабозащищенные) соответствуют участки развития 1-ой надпойменной террасы, распространенной в западной и центральной частях карты. Несмотря на значительную общую мощность перекрывающих отложений (35-68 м), глинистые отложения составляют не более 8-11 м, что недостаточно надежно изолирует подземные воды от загрязнений сверху, в течение срока эксплуатации до 25 лет.

В центральной и восточной частях исследуемого района локально распространены зоны условно-защищенных подземных вод (3 балла) на период до 33 лет эксплуатации.

Четыре балла (условно - защищенные) характеризуют площадь вдоль водоразделов - в основном в северной части рассматриваемой территории. Здесь время проникновения загрязнения увеличивается до 14 тыс. суток, т.е. на срок эксплуатации до 38 лет. Общая мощность перекрывающей толщи в среднем на данных участках равна 54 м, из них 15 м слагают глинистые отложения.

Реже встречаются участки достаточно защищенных вод (5 баллов) на период эксплуатации до 44 лет - центральная и восточная части карты, данная категория характеризуется 20-метровой толщиной слабопроницаемых отложений. Эта зона типична для отложений второй-третьей надпойменных террас, где верхняя пачка представлена алевроитом, суглинком, глиной, которые являются барьером на пути миграции загрязняющих компонентов в водоносный горизонт.

Зоны с шести - балльной степенью защищенности (защищенные) на срок эксплуатации до 49 лет приурочены к водоразделам и территориально приурочены также ко второй и третьей надпойменным террасам, причем мощность слабопроницаемых отложений очень незначительно отличается от смежных участков.

Участки наиболее надежно защищенных вод автор отметил 7- балльной оценкой в области распространения ММП, выполняющих роль криогенного водоупора (северная часть карты), на весь период эксплуатации.

Благодаря наличию ММП и супесчано-суглинистых отложений, залегающих в кровле водоносных горизонтов, подземные воды, загрязняются более медленно. Процесс их загрязнения на севере ЗСМБ идет и носит часто необратимый характер. Вместе с тем, доступность подземных вод загрязнению прямо пропорциональна техногенной нагрузке на рельеф и обратно пропорциональна их естественной защищенности. В условиях площадного характера расположения объектов загрязнения и возможности проникновения загрязнителей в подземные воды является наиважнейшей задачей оценка их защищенности.

Анализ расчетов автора по каждой методике показывает, что максимальное время проникновения T_i (25452 сут) получено по методике [3], а среди методик [4] и [7] данное значение существенно ниже и равно 15750 сут. Это связано с тем, что T_i прямо пропорционально квадрату мощности перекрывающих отложений, величина которых изменяется от 35 до 68 м.

Таким образом, если рассчитывать T_i только по одной методике, то водоносные горизонты питьевых вод могут оказаться на самом деле слабо-или незащищенными, поэтому комплексный подход, изложенный в данной статье позволяет учесть все ключевые параметры, и дать более объективную характеристику естественной защищенности подземных вод. Для детального прогноза необходимо учитывать сорбционные свойства пород и фильтрующихся через них загрязнителей.

Сорбция тем больше, чем большую поверхность имеет твердая фаза [5]. Чем меньше энергия гидратации иона, тем больше его способность к электростатической сорбции. Чем больше заряд иона, тем лучше он сорбируется. Минералы глины могут быть как катионообменниками, так и анионообменниками. Сильными ионообменниками являются некоторые органические вещества, например, гуминовые кислоты, определенные капиллярно-люминисцентным анализом [5], которые в пресных подземных водах ЗСМБ встречаются повсеместно.

С максимальной интенсивностью сорбционные и ионообменные процессы протекают в зоне гипергенеза, характеризующейся постоянно возникающими новообразованиями – ионообменниками, и малой минерализацией подземных вод, концентрации ионов в которых сопоставимы с обменной емкостью пород.

В состав глинистых толщ изучаемой территории входят преимущественно минералы группы монтмориллонита [6]. Обменная емкость монтмориллонитовых глин составляет 100-150 мг-экв/100 г, удельная поверхность на уровне 600-800 м²/г. Монтмориллонит обладает трехслойной решеткой (2:1). Поперечная электростатическая связь между пакетами монтмориллонита ослаблена, вследствие чего его решетка подвижна и внутренняя поверхность доступна для ионов разного заряда и в том числе диполя воды. Поэтому удельная поверхность монтмориллонита велика, при этом 80% обменных позиций приходится на межпакетную внутреннюю поверхность и только 20% - на внешнюю. Глины монтмориллонитовой группы способны к гетеровалентным изоморфным замещениям, когда ионы с меньшим зарядом замещают в кристаллической решетке ионы с большим зарядом. Такой обмен определяет появление в кристаллической решетке нескомпенсированных отрицательных зарядов, которые компенсируются другими катионами [5].

Выявление пространственной дифференциации территории конкретного нефтегазоносного района по степени естественной защищенности от загрязнения позволяет выполнить оптимизацию расположения контрольных пунктов наблюдения за состоянием подземных вод, дополняющих существующую сеть мониторинга на участках не защищенных от загрязнения, во избежание техногенной трансформации концентрационного поля.

Литература:

1. Беспалова Ю.В. О многофакторном подходе к оценке защищенности водоносных горизонтов и комплексов при освоении нефтегазоносных районов Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и Газ №3, 2015 г. – С. 6–13.
2. Вашурина М.В. Изучение пресных подземных вод Вартовского нефтегазоносного района: Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Тюмень, 2011. – С. 138.
3. Забузов А.А. Положение об охране подземных вод [Текст] / А.А. Забузов, П.А. Добрынин, В.М. Гольдберг. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1985. – 21 с.
4. Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М., 1983 (ВНИИ ВОДГЕО).
5. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Недра, 1980. – 285 с.
6. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Роль литогенеза, зон разломов и рифтовых систем в перераспределении вещества и энергии в ЗСМБ // Известия вузов Нефть и газ, 2004, №2. – С.4–11.
7. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. ИКЦ «Академкнига». – Москва, 2003. – 176 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГЛИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Е.С. Василенко

Научный руководитель доцент А.Н. Никитенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Статья посвящена методике определения влажности грунта при помощи сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения, применение которой на практике позволит решить задачи повышения ресурсоэффективности геотехнических изысканий за счет снижения энерго- и ресурсоемкости лабораторных исследований, а также их ускорения путём снижения трудоемкости и, как следствие, снижения себестоимости. Исследование типичных и широко распространенных на территории Западной Сибири грунтов разного состава, в том числе органических и органоминеральных, является отличительной особенностью данной статьи и делает ее весьма актуальной. Работа содержит сравнение и анализ результатов исследований влажности грунтов, полученных с использованием как стандартных методов, так и сушки в микроволновой печи, а также рекомендации по применению метода СВЧ для сушки грунтов.

Важнейшей задачей при обеспечении динамичного развития современной экономики является повышение ресурсоэффективности всех отраслей производства и, в частности, строительства, одним из важнейших этапов которого являются инженерно-геологические изыскания. При их проведении одним из основных направлений, по решению данной задачи, является сокращение времени испытаний грунтов и увеличения объемов работ в полевых и лабораторных условиях за счет ускоренной сушки дисперсных грунтов при подготовке проб перед определением его гранулометрического состава, коэффициентов фильтрации, углов естественного откоса, плотности частиц грунта, градуировке радиоизотопных приборов (плотномеров, влагомеров), определении показателей влажности перед механическими испытаниями и многих других характеристик грунтов. В международной практике для сушки грунтов широко используются СВЧ-печи бытового назначения, что значительно сокращает время определения влажности грунтов, снижает стоимость испытаний и оборудования, поэтому особый интерес вызывает сравнительный анализ определения влажности разных грунтов в микроволновых печах и сушильных шкафах.

Целью данной работы являлось изучение процесса сушки глинистых, органических и органоминеральных грунтов в микроволновых печах для определения их влажности. Задачи включали: обзор отечественных и зарубежных работ, посвященных методикам тестирования влажности грунтов; выявление и описание особенностей сушки глинистых грунтов и органических грунтов, опробование и лабораторные испытания по определению классификационных показателей состава и физических свойств грунтов, определение и сопоставление их влажности при сушке в микроволновой и конвекционной печи, составление кратких рекомендаций по применению микроволновой печи для ускоренной сушки тонкодисперсных грунтов.

В рамках данной работы авторами исследованы типичные для Западносибирского региона глинистые и заторфованные грунты. В соответствии с методиками [3-6, 15, 20-22] были определены: влажность (w), содержание органики (I_r) и влажность на границе раскатывания и текучести (w_L и w_p) глинистых и заторфованных грунтов.

Испытания проводились по нескольким схемам: для одного грунта при разной влажности в навесках с разной массой; при разной влажности в одинаковых навесках; при одинаковой влажности и при влажности на границе раскатывания методом прессования [4].

В ходе наблюдений за процессом сушки отмечено, что практически для всех рассмотренных образцов характерно интенсивное испарение с самого начала. При этом на данный этап приходится от 30% (большая часть проб) до 80% от времени проведения испытания, что определяется как исходной влажностью образца, так и его начальной массой. Характерно, что сразу после начала сушки на образцах глинистых грунтов образуется плотная сухая корка, и дальнейшее испарение через неё происходит с сильным разогревом образца. При этом целесообразно перемешивание грунта после первого взвешивания для придания ему формы, обеспечивающей большую площадь испарения. Во всех испытаниях не наблюдалось увеличение массы грунта при повторных взвешиваниях.

Для глинистых грунтов испытания дали положительные результаты: в подавляющем большинстве разброс значений влажности соответствует требованиям нормативов к результатам параллельных определений показателя при сушке в конвекционной и СВЧ-печи. Превышены допустимые диапазоны для навески массой в 15 г, по-видимому, ее не достаточно для достоверности результата глины с естественной влажностью. В то же время для образца массой 9-10 г (после прессования) получен приемлемый разброс значений.

Результаты исследований заторфованных грунтов показали, что разброс значений влажности при сушке в микроволновой печи в большинстве случаев не выше, чем при сушке в конвекционной. И в том, и в другом случае он не соответствует требованиям нормативов к результатам параллельных определений показателя (допустимая разница при влажности более 100% составляет 5% [4], влаги – 1% [5]). Анализируя полученные данные определения влажности глин обоими методами, необходимо отметить хорошую воспроизводимость полученных результатов, а также то, что разброс значений, получаемых с помощью СВЧ-метода сопоставим с разбросом «стандартного» метода сушки в конвекционной печи. Проведенные испытания позволили составить несколько рекомендаций по методике определения влажности с применением СВЧ-печей для связных грунтов.

Применение микроволновой печи исключает использование металлической посуды, поэтому рекомендуется использовать фарфоровые контейнеры, образцы также должны иметь низкое содержание электропроводящих минералов.

Оптимальная масса навески рекомендуется в интервале от 20 до 50 г, что соответствует действующим нормативам. Для определения влажности на границе раскатывания достаточно навески в 5-10 г. Оптимальная масса навески определяется исходной водонасыщенностью грунта и находится в интервале от 15–50 г для средне-, сильноразложившихся торфов и органоминеральных грунтов, для слабообразованных водонасыщенных торфов рекомендуется использовать навески массой более 100 г при числе проб не более 2–3 штук. При массовых определениях влажности рациональнее применять ускоренный метод согласно [6].

Рекомендуемое время сушки для определения влажности – 10-15 минут и более – для глин с высоким содержанием влаги (40-50%); для заторфованных грунтов – 10 минут; для определения гигроскопической влажности, влажности супесей, влажности на границе раскатывания для всех разновидностей глинистых грунтов – 5 минут. Интервалы между повторными взвешиваниями – 1-2 минуты. Интервалы между повторными взвешиваниями для навесок массой более 50 г порядка 3-5 минут и 1-2 минуты для навесок более 5-10 г и для слабозаторфованных грунтов.

Интенсифицировать процесс сушки грунтов позволит увеличение площади испарения испытываемых образцов путём раскатки их тонким слоем и нанесения на поверхности борозд с использованием шпателя, а также путём их перемешивания при повторных взвешиваниях.

Таким образом, результаты исследования подтвердили, что бытовые микроволновые печи являются эффективным средством для быстрого определения влажности глинистых грунтов, поскольку тестирование проводится в более короткие сроки, и полученные данные не менее точны, чем при использовании сушильных шкафов. Положительным моментом работы является то, что при сушке в печах СВЧ вес образца не увеличивался при повторных взвешиваниях, что повышает точность определений влажности. Авторы надеются, что предложенные рекомендации позволят шире применять использовать недорогую технику, как в полевых, так и в лабораторных условиях и возможно включить методику определения влажности СВЧ-методом в актуализированную версию ГОСТ 5180, как дополнительный метод.

Литература

1. ГОСТ 30416–2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
2. ГОСТ 5180–84 Грунты методы лабораторного определения физических характеристик.
3. ГОСТ 11305–2013 Торф. Методы определения влаги.
4. ГОСТ 19723–74 Торф. Метод определения содержания влаги в залежи.
5. ASTM D 4643–08. Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by Microwave Oven Heating.
6. ГОСТ 26213–91 Почвы. Методы определения органического вещества.
7. ГОСТ 27784–88. Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв.
8. ГОСТ 11306–2013 Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности.

ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

В.А. Вербовская, О.В. Омельченко

Научный руководитель профессор В.Г. Попов

Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Зона гипергенеза Южного Предуралья мощностью до 800 м сложена карбонатно-терригенной формацией пермского возраста в составе татарского, казанского, уфимского, кунгурского, артинского, сахмарского и ассельского ярусов. Они соответствуют водоносным комплексам, в составе которых выделяется более 10 водоносных горизонтов, приуроченных к песчаникам, алевролитам, известнякам и доломитам, разделенных относительно водоупорными глинами, аргиллитами, глинистыми и кремнистыми разностями карбонатных пород. Эта сложно построенная в литолого-фациальном отношении толща залегает в гидрогеодинамических зонах активного и затрудненного водообмена, граница между которыми определяется глубиной врезки долин рек системы Белой и Камы.

В верхней зоне мощностью 50-250 м, сложенной породами различного возраста, направление движения подземных вод (ПВ) контролируется тектоническим и орографическим факторами. В ней градиенты латеральной фильтрации (J_l) без- и субнапорных ПВ составляют 0,005-0,01, скорости движения (U_l) – $n \cdot (10-10^3)$ м/год, сроки полного водообмена (τ) – $n \cdot (10-10^2)$ лет. Здесь в окислительной геохимической среде (Eh +100...+650 мВ) за счет процессов экстракции карбонатных солей и гипса, гидролиза, обменной адсорбции, смешения и др. формируются кислородно-азотные $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca}$ и $\text{HCO}_3\text{-Na}$ ПВ с минерализацией (M) до 1,0-1,5 г/дм³, а также $\text{SO}_4\text{-Mg-Ca}$ с M до 3,0-5,0 г/дм³.

В зоне затрудненного водообмена на большей части региона залегают терригенные глинистые уфимские отложения мощностью до 300 м и более. Гидрогеодинамические параметры зоны: J_l – 0,001-0,005, U_l – n -м/год, τ – $n \cdot 10^3$ лет. В ней распространены напорные солоноватые и соленые азотные $\text{SO}_4\text{-Na}$ и $\text{SO}_4\text{-Cl-Ca-Na}$ ПВ с M 3-40 г/дм³, образующиеся в окислительных и слабо восстановительных условиях (Eh +250...–150 мВ) в основном в результате выщелачивания гипса и катионного обмена в системе « $\text{SO}_4\text{-Ca}$ вода – адсорбированный Na^+ ».

По характеру изменения уровней ПВ с глубиной применительно к основным морфоструктурным элементам региона выделяются 3 типа гидрогеодинамических разрезов (рис. 1).

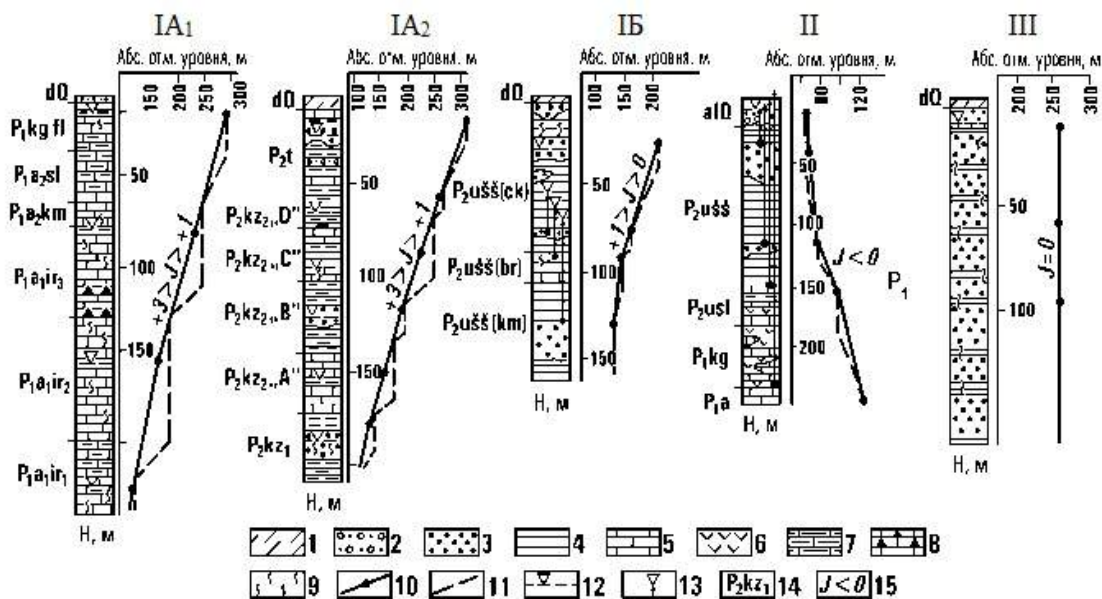


Рис.1. Типы гидрогеодинамических разрезов зоны гипергенеза [1].

1–8 – породы: 1 – суглинки, 2 – песчано-галечниковые отложения, 3 – песчаники, 4 – глины, аргиллиты, 5 – известняки, 6 – гипсы, 7 – известняки глинистые, 8 – известняки битуминозные; 9 – трещиноватость; 10 – линия изменения уровней ПВ с глубиной, по фактическим данным; 11 – то же, видоизмененная в результате схематизации гидрогеодинамических условий; 12 – уровень безнапорных ПВ; 13 – пьезометрический уровень ПВ; 14 – индекс возраста пород; 15 – величина вертикального градиента фильтрации

Тип I свойственен водоразделам и склонам долин Южного Предуралья. Здесь наблюдается обратное соотношение уровней ПВ этажно расположенных горизонтов с глубиной (уменьшение абсолютных отметок), что является необходимым условием возникновения нисходящих межпластовых перетоков. Градиент вертикальной фильтрации J_v , являющийся одним из количественных показателей их и представляющий частное от деления разности отметок уровней ПВ смежных горизонтов (ΔH) к мощности разделяющего слабопроницаемого слоя (m), всегда имеет положительную величину ($J_v = \Delta H/m > 0$). По характеру напора ПВ тип I подразделяется на 2 вида разрезов. Первый с безнапорными межпластовыми ПВ характерен для Уфимского плато (IA₁) и Бузульминско-Белебеевской возвышенности (IA₂) с соотношением $3 > J_v > 1$, а второй (IB) с напорными ПВ – для Камско-Бельского понижения ($1 > J_v > 0$).

Тип II отражает гидрогеодинамическую обстановку в четвертичных долинах рек Белая, Кама и их притоков (Дема, Чермасан, Ик, Буй и др.), где наблюдается прямое соотношение уровней напорных ПВ в многослойном разрезе (рост абсолютных отметок с глубиной), что вызывает восходящие перетоки из нижних водоносных горизонтов в верхние, в конечном итоге в аллювий и русла рек ($J_v = -0,01 \dots -0,3$). С этими процессами связаны гидрогеохимические аномалии в верхнепермских отложениях под долинами рек в виде куполов Cl-Ca-Na рассолов с $M = 100 \text{ г/дм}^3$.

Тип III характерен Юрюзано-Айскому понижению, где водоносные отложения (конгломераты и песчаники) обладают высокой проницаемостью, тогда как глинистые разности пород относительно маломощны, фациально не выдержанны и нередко сильнотрещиноваты. Безнапорные водоносные горизонты, вскрываемые на разных глубинах, имеют одинаковый или близкий уровень, т.е. представляют единую гидравлически связанную систему ($J_v \cong 0$).

Приведенная типизация гидрогеодинамических разрезов положена в основу принципиальной схемы взаимосвязи водоносных горизонтов Южного Предуралья (рис. 2).

Расчеты показали, что расход нисходящих перетоков через слабопроницаемые глинистые слои из верхней гидрогеодинамической зоны в нижнюю, выраженный через модуль стока (M_c), колеблется от 0,1 до 0,5 л/(с·км²) при величине M_c латеральных потоков в зоне дренирования порядка 1,0-1,5 л/(с·км²). Восходящая разгрузка минерализованных ПВ из нижней зоны в аллювий речных долин оценивается средним M_c 0,3 л/(с·км²).

Таким образом, несмотря на низкую водопроницаемость разделяющих глинистых слоев (коэффициент фильтрации от $n \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$ м/сут на водоразделах до $n \cdot 10^{-2}$ м/сут в долинах) водообмен между гидрогеодинамическими зонами значителен. Это связано с тем, что малые величины вертикальной фильтрации

через единицу площади компенсируются большими площадями фильтрации в глинистых породах и высокими градиентами напора в них.

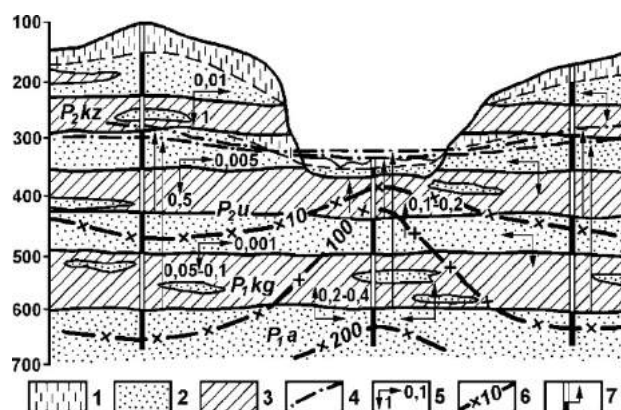


Рис. 2. Схема взаимосвязи водоносных горизонтов зоны гипергенеза.

1 – зона аэрации; 2, 3 – породы: 2 – водопроницаемые, 3 – относительно водоупорные; 4 – пьезометрический уровень ПВ; 5 – направления и градиенты фильтрации ПВ; 6 – изолиния М ПВ, л/дм^3 ; 7 – скважина (стрелка соответствует напору ПВ, залиты водоносные породы)

Полученные результаты важны не только для оценки запасов ПВ, но и в гидрогеоэкологическом отношении, поскольку позволяют оценить защищенность пресных и минеральных ПВ от загрязнения через зону аэрации. Но при решении этого вопроса следует иметь в виду, что процесс нисходящей миграции ПВ включает две составляющие: 1) собственно фильтрацию (вынужденную конвекцию) под влиянием гидравлического градиента и 2) свободную (концентрационную) конвекцию под влиянием градиента плотности вод J_p [2]. Плотностная конвекция наиболее значима для техногенно нарушенных условий, когда на поверхности земли и в зоне аэрации появляются соленые воды или рассолы, ведущие к образованию гидрогеохимических инверсий. Подобные ситуации нередко возникают на месторождениях нефти и газа, солей, урбанизированных территориях и др.

Литература

1. Попов В.Г. Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья. – М.: Наука, 1985, 278 с.
2. Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф., Пучков В.Н. Природа и геохимическая роль процессов плотностной конвекции в Восточно-Европейском эвапоритовом бассейне // ДАН, 2015. – Т. 464. – №1. – С. 96-99.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ ПО МЕТОДИКЕ ГОСТ 12248-96 И МЕТОДУ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ О.В. Волобуева

Научный руководитель доцент Т.В. Любимова
Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

В настоящее время – время активной застройки и расширения городов, проблема сокращения сроков изысканий является актуальной. Определение деформационных характеристик грунтов – обязательное лабораторное испытание, проводимое в ходе инженерно-геологических изысканий. Данный опыт по стандартной методике ГОСТ 12228-2010 [1] может занимать несколько суток, что является довольно долгим сроком. Перспективным представляется использование новых методов, например, метод релаксации напряжений [2]. Одно испытание грунта составляет несколько часов, что ведет к значительному сокращению сроков изысканий.

Суть метода релаксации напряжения состоит в ступенчатом условно мгновенном деформировании образца при последующем контроле изменений напряжения и деформации (процесса релаксации). Приложение очередной ступени деформирования осуществляется после стабилизации нагрузки или деформации.

Метод релаксации напряжений можно пояснить с использованием графиков зависимости относительной деформации ϵ от полного напряжения σ (рис. 1) На произвольно выбранной ступени нагружения АВС после принудительного деформирования образца (АВ) происходит падение (релаксация) напряжения (ВС). При достижении образцом условной стабилизации определяется первая точка искомой компрессионной кривой (С). По конечным точкам ветвей релаксации каждой ступени нагружения строится компрессионная кривая КЛ [3].

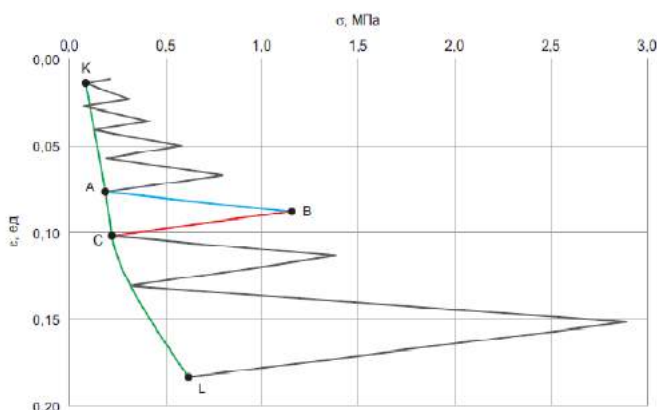


Рисунок – 1. График зависимости относительной деформации ε от полного напряжения δ

Для 15 образцов грунта природного ненарушенного сложения, отобранных из отложений четвертичного возраста г.Краснодара были выполнены параллельные определения модуля общей деформации по двум методикам [1, 2]. Испытания проводились на приборах автоматизированного комплекса АСИС конструкции ООО НПП «Геотек». Обработка результатов осуществлялась в программном комплексе «EngGeo».

Таблица 1

Значения общего модуля деформации по двум методикам

№ образца	Описание	Модуль деформации по ГОСТ 12248-2010, МПа	Модуль деформации по методу релаксации напряжений, МПа	Процентное расхождение результатов, %
1	Суглинок твердый	23,9	31	23
2	Суглинок твердый	25,7	31,8	19
3	Суглинок твердый	17	18,2	7
4	Суглинок твердый	19,1	29,1	34
5	Суглинок твердый	21,9	24	9
6	Глина твердая	18,6	35,3	47
7	Суглинок твердый	12,2	13,5	10
8	Глина твердая	11,2	12,1	7
9	Суглинок тугопластичный	16,7	17,4	4
10	Суглинок твердый	21,6	18,9	-14
11	Суглинок твердый	16	14	-14
12	Суглинок полутвердый	12,5	11,5	-9
13	Глина полутвердая	19,9	22,5	12
14	Суглинок полутвердый	25,6	25,5	0
15	Глина мягкопластичная	6	6,3	5

Для получения более наглядного представления о сравнительных испытаниях были построены графики-диаграммы (рис. 2-3).

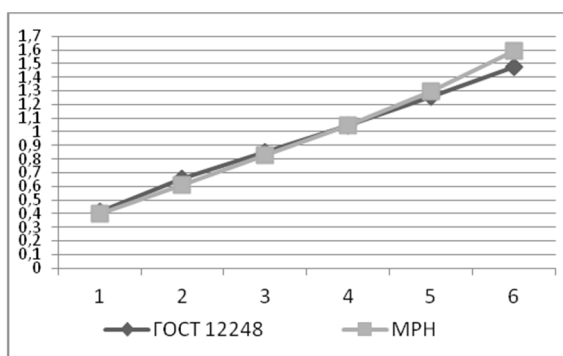


Рисунок – 2. График компрессионного испытания образца суглинка твердого №11

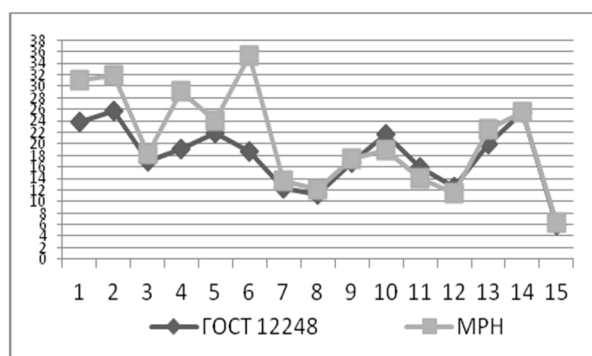


Рисунок – 3. Относительные отклонения модуля общей деформации образцов № 1-15

Анализ полученных результатов определения общего модуля деформации, полученных в ходе сравнения двух методик, свидетельствует о том, что метод релаксации напряжений является надежным и точным

для использования его не только в научных, но и в практических целях. Тем не менее, для сравнения правильности и воспроизводимости результатов, полученных разными методами, предполагается проведение их статистической обработки.

Литература

1. ГОСТ 12228-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
2. СТО 60284311-003-2012. Грунты. Метод компрессионных испытаний грунтов в режиме релаксации напряжений. Краснодар: НП «КубаньСтройИзыскания», 2012.
3. Труфанов А.Н. Метод релаксации напряжений / Инженерные изыскания, 2013. – №5. – С. 44-51

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА БЕРЕЗОВСКОМ ВОДОЗАБОРНОМ УЧАСТКЕ (КУЗБАСС)

М.С. Воротынцев, К.К. Кузеванов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Необходимость подсчёта запасов подземных вод на водозаборном участке продиктована как условиями лицензии, так и требованиями нормативных документов, поскольку водозабор в течение длительного времени эксплуатируется на неутверждённых запасах.

Участок недр находится на территории Березовского городского округа Кемеровской области на северо-восточной окраине поселка шахты «Березовская». Участок включает семь водозаборных скважины №№ 4(7408), 5(7409), 10(7410), 11(7411), 13/16(6363), 14/2788(4169), 14а/3319(7412).

Гидрогеологическая обстановка района предопределяется его геологическими, структурными и геоморфологическими особенностями.

Рассматриваемый участок располагается в пределах Кузнецкого артезианского бассейна. Водовмещающие отложения комплекса нижнекаменноугольных отложений турней-визейского ярусов характеризуются чередованием пачек серых песчаников с темно-серыми алевролитами и аргиллитами преимущественно на глинистом и известковом цементе. По условиям залегания и характеру водовмещающих пород подземные воды преимущественно трещинно-пластовые или трещинно-жильные в районах тектонических нарушений и зон смятия горных пород. Мощность зоны интенсивной трещиноватости и, соответственно, максимальной обводненности на основной площади распространения водоносного комплекса по данным опробования гидрогеологических скважин на соседних участках составляет 100 – 120 м. Гидравлическая связь различных трещинно-пластовых интервалов затруднена.

Расположение водозаборного участка в районе активного проведения горных работ ставит важный вопрос о возможности взаимного влияния эксплуатационных скважин, горных предприятий и соседних водозаборов. Ответ на этот вопрос даёт анализ условий формирования структуры фильтрационных потоков в районе проведения геологоразведочных работ. Конфигурация речной сети (рис. 1) отражает важнейшую особенность взаимодействия подземных и поверхностных вод. Реки играют роль естественных дрен, главными из которых являются рр. Шурап и Барзас. К ним направлены расходящиеся потоки подземных вод, получающие питание за счёт инфильтрации атмосферных осадков в границах указанного междуречья.

Об этом свидетельствуют высокие уровни подземных вод в центральной части междуречья, дренируемые водотоками более мелких порядков. На рис. 1. показаны границы участка междуречья, включённого в область фильтрации численной модели с наиболее крупными поверхностными водотоками. В центральной части междуречья абсолютные отметки подземных вод приближаются к 300 м, что обеспечивает превышение над долинами главных дрен рр. Шурап и Барзас более 100 м. Это доказывает, что в гидродинамическом отношении участок междуречья, включающий водозабор можно рассматривать изолированный, а его взаимодействию с соседними площадями активно препятствуют гидродинамические границы с обеспеченным питанием.

Водообильность пород по площади довольно неравномерная. По данным пробных откачек дебиты водозаборных скважин изменялись от 355 до 1348 м³/сут. при понижениях уровня подземных вод не более 19,5 м. Значения удельных дебитов составили первые литры в секунду. В районе работ наблюдается колебание в широких пределах как расходов от 0,02 до 16,7 л/с, так и удельных дебитов скважин 0,3 до 2,4 л/с.

По данным опытно-фильтрационных работ 2014 г получено значение коэффициента водопроводимости 84 м²/сут. На участке «Барзасский-4», расположенном в 9 км с северо-западу, величина водопроводимости, определенная по данным обработки опытной откачки, составила 8,7 м²/сут. Показано, что на площади исследованного шахтного поля значение этого параметра лежит в пределах 15 – 25 м²/сут, увеличиваясь на отдельных участках разрывных нарушений и смятия горных пород до 50 – 75 м²/сут[1].



Рис.1 Речная сеть в районе водозаборного участка

На соседних участках имеется положительный опыт проведения геологоразведочных работ на подземные воды. На Березовском месторождении утверждены запасы подземных вод в количестве 17,4 тыс. м³/сут, в том числе высокие промышленные категории составили: А - 4,4 тыс. м³/сут, В - 9,77 тыс. м³/сут в долине р. Барзас. На Васильевском месторождении подземных вод разведаны и утверждены запасы в суммарном количестве 3,49 тыс. м³/сут, в том числе по категории А - 2,33 тыс. м³/сут и по категории В - 1,16 тыс. м³/сут. По результатам полевых работ изучены граничные условия водоносного комплекса, условия восполнения ресурсов подземных вод и фильтрационные параметры вод зоны трещиноватости нижнекаменноугольных отложений турней- визейского ярусов, верхнедевонские отложения франского и фаменского ярусов. Эти результаты получены за счёт большого объёма бурения поисково-разведочных скважин, использования геофизических исследований в скважинах и на основе выполнения длительных кустовых откачек.

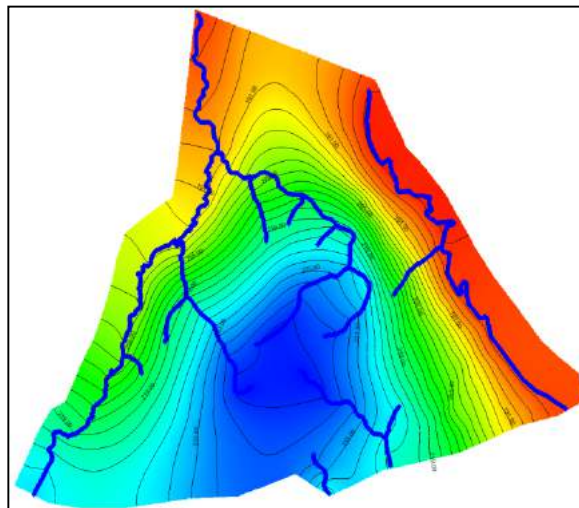


Рис.2 Гидроизогины в междуречье рр. Барзас и Шурап по данным численного моделирования

На основе общих представлений о формировании ресурсов подземных вод нами разработана численная модель области фильтрации, учитывающая главные особенности гидрогеологических условий. Моделирование использовано как один из конкурирующих вариантов прогнозных расчётов работы водозаборных скважин[2]. Ниже приводится результат численного решения (рис. 2), показывающий распределение расчётных напоров в междуречье рр. Барзас и Шурап. Модель учитывает взаимодействие подземных и поверхностных вод в однородной по фильтрационным свойствам толще водонасыщенных пород с коэффициентом фильтрации 1 м/сут и величиной инфильтрационного питания 0,0001 м/сут, что составляет около 10 % от среднегодовой суммы атмосферных осадков.

Результаты моделирования показывают, что с одной стороны, водозаборные скважины, находящиеся в центральной части междуречья не могут оказывать влияния на соседние участки за пределами долин рр. Барзас и Шурап, а с другой стороны имеют возможность восполнения запасов подземных вод за счёт гидравлической связи с поверхностными водотоками.

В условиях тесного взаимодействия подземных и поверхностных вод в эксплуатационных скважинах ожидается быстрое наступление стационарного режима фильтрации, а все расчётные схемы оказываются не чувствительными к емкостным параметрам водовмещающих пород, поскольку коэффициент уронеупроводности практически исключается из расчётов в условиях стационарных фильтрационных потоков.

Литература

1. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек». – М., Недра, 1979
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М., Недра, 1980

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОРОД ОСАДОЧНЫХ ФОРМАЦИЙ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

О.Э. Горбенко

Научный руководитель Н.А. Бондаренко

Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

Краснодарский край обладает большими разведанными запасами основных видов строительных материалов, входящих в группу общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ). Получение необходимых и достаточных данных для оценки балансовых запасов, определения промышленной значимости и условий разработки отдельных районов и региона в целом является актуальным. Сочетание геологических позиций месторождений полезных ископаемых и экономической значимости района тесно увязано со структурно-формационными условиями. В связи с этим целью работы является определение закономерностей формирования инженерно-геологических особенностей осадочных формаций и оценка их инженерно-геологических условий в связи с перспективным освоением.

Автором на территорию Краснодарского края выполнена структурно-формационная разбивка, основанная на выделении элементов тектоники и отражающая приуроченность того или иного вида полезного ископаемого к определенному формационному телу. В пределах Краснодарского края выделяют три крупные тектонические структуры: Скифская эпигерцинская плита, позднеальпийские прогибы (Западно-Кубанский передовой, Таманский переклиальный, Адлерская депрессия Рионского прогиба), поднятие Большого Кавказа. В связи с тем, что для инженерно-геологической оценки горных пород основное значение имеет принадлежность к той или иной формации, выделение структурно-генетических комплексов произведено на формационной основе.

Большинство ОПИ приурочено к осадочной группе, которая объединяет 17 формаций, отвечающих разным тектоническим режимам формирования. При этом большая часть из них принадлежит группе молассовых формаций (Таблица 1).

Таблица 1

Группа формаций и формации			Индекс
1	2	3	4
Осадочные	Молассовые	Четвертичная	Q
		Верхняя мелкообломочная	$N_1^3-N_2^3$
		Средняя мелкообломочная	$N_1^2-N_1^3$
		Нижняя верхнеобломочная	P_3-N_1
		Грубообломочная	$C_{2-3}-P_1$

Наиболее сложная полигенетическая ассоциация осадков характерна для четвертичной молассы. В целом на формирование четвертичных отложений оказали влияния такие факторы формирования инженерно-геологических условий как неотектонические движения, высокая сейсмичность, оледенения, высотноклиматическая зональность, эвстатические колебания Азово-Черноморского бассейна. Здесь выделяются самые разнообразные структурно-генетические комплексы четвертичных отложений: гравитационных, аллювиальных лессовых, морских, лиманных, делювиальных, гляциальных, пролювиальных и, сейсмогравитационных, грязевулканических, солюфлюкационных, элювиальных и смешанных отложений.

Ниже приводится характеристика ОПИ, связанных с различными осадочными формациями.

Глинистое сырье для кирпичного и керамзитового производства. Для этих целей в подавляющем большинстве используются суглинки и глины плейстоцен-голоценового возраста. Главным по площади развития генетическим типом данного вида сырья являются золово-делювиальные суглинки и глины, развитые на побережье рек Лабы и Кубани и занимающие всю равнинную часть территории Краснодарского края. Таманский полуостров и Приазовье характеризуются широким развитием озерных, озерно-аллювиальных отложений. В предгорных областях основным видом сырья являются аллювиально-делювиальные и делювиальные глины и суглинки. В горных районах используют делювиальные, реже аллювиально-делювиальные суглинки и глины пойм рек Псекупс и Пшеха.

Песчано-гравийные смеси. Эксплуатируемые месторождения, как и основные запасы, приурочены к долинам рек Кубани, Белой, Лабы, Малой Лабы. Эксплуатируются речные отложения первой и второй надпойменных террас. Реже в отработку вовлекаются речные отложения современных пойм.

Пески строительные. Все разведанные в Краснодарском крае месторождения относятся к двум генетическим типам: морским и аллювиальным континентальным. Первый (морской) тип занимает ведущее место, месторождения приурочены к области сопряжения Скифской плиты и складчатой зоны С-З Кавказа. Наиболее древние по возрасту вмещающих отложений месторождения песков относятся к апт-альбскому ярусам нижнего мела. Следующая возрастная группа – отложения олигоцена и миоцена.

Крупные месторождения качественных песков плиоцена располагается в Таманской структурно-геологической зоне. Второй тип включает месторождения, сформированные в пределах плейстоценовых террас рек Кубани, Протоки, Лабы.

Камни строительные. Широко используются известняки-ракушечники миоценового возраста. Эти образования разрабатываются в пределах приазовской части Западно-Кубанского прогиба.

Физические свойства различных генетических типов четвертичных отложений определены в комплексной лаборатории ГУП “Кубаньгеология” по стандартным методикам (табл. 2, 3).

Таблица 2

Физические свойства дисперсных несвязанных пород

Индекс	Литология	Объемная масса, г/см ³	Плотность, г/см ³	Пористость, %	Водопоглощение, %	Естественная влажность, %	Сопротивление одноосному сжатию	
							Сухого образца, 10 ⁵ Па	Водонасыщенного, 10 ⁵ Па
aQ _{IV}	Галечниковый аллювий р. Белой	2,1	2,73	28	-	6	0,2-0,8	-
aQ _{I-III}	Галечник с супесчаным заполнителем	2,14	2,70	33	-	-	-	-
aQ _{IV}	Супеси	1,74-2,0	2,66-2,71	78-94	-	35-44	-	-
	Пески	-	2,68	61-67	-	20-30	-	-
	Пески	-	2,63-2,69	69-82	-	-	-	-
amQ _{IV}	Пески	1,8	2,70	75	-	10-29	-	-
	Супеси	-	2,66	88	-	29	-	-

Таблица 3

Физические свойства дисперсных связанных пород

Индекс	Литология	Плотность, г/см ³	Объемная масса, г/см ³		Влажность, %	Коэффициент пористости, %	Коэффициент водонасыщения	Число пластичности, %			Консолидация д.е.	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, 10 ⁵ Па
			Прир. влажности	Скелета грунта				Влажность на грани текучести	Влажность на грани раскатывания	Число пластичности			
cQ	Глины	2,69-	1,91	1,50	27,8	0,80	0,94	46	24	22	0,19	6-12	0,4
eQ _{II-IV}	Глины	-	1,94	-	22,8	-	-	-	-	18	-	10	0,27
dQ _{II-IV}	Глины	-	1,93	-	25,7	-	-	-	-	21	0,24	11	0,4
pQ _{II-IV}	Глины, суглинки	-	-	-	10-27	-	-	-	-	-	1,3	20-40	0,02-0,59
mQ _{IV}	Глины	2,72	1,86	1,43	33	0,91	-	51	27	24	0,21	14	0,63
adQ _{I-III}	Суглинки лессовидные	2,65	1,80	-	13-17	0,72-0,85	-	29-37	18-20	11-17	-	20-24	0,08
edQ _{I-III}	Суглинки лессовидные Предкавказье	2,69	1,45-1,88	-	5-20	0,61	-	23-32	18-23	5-13	-	17-25	0,1
	Суглинки лессовидные Тамань	2,68	1,64-1,69	-	25	0,67-0,75	-	-	-	-	-	17	0,55
aQ _I	Глины	2,77	1,96	-	25	0,67	0,75	-	-	-	-	15-20	0,3
aQ _{II}	Глины	2,68	1,89	-	15-25	-	-	-	-	-	-	15-20	0,3
aQ _{III}	Глины	2,70	1,96	1,62	21	0,66	-	-	-	28	-	-	-
aQ _I , aQ _{II} , aQ _{III}	Лессовидные суглинки	2,65-2,74	1,53-1,70	-	10-20	0,76-0,96	-	-	-	13-15	-	-	-
aQ _{IV}	Глины	2,64	1,89	-	25	0,61-0,8	-	-	-	17-25	-	20	0,4
	Суглинки	2,64-2,72	1,75-1,98	1,24-1,52	45-52	0,78-1,18	-	-	-	7-16	-	-	-
mlQ _{IV}	Глины	2,72	1,76	1,23	43	1,21	0,97	47	23	24	0,84	6	0,26
	Глины	1,68	1,76	1,20	46	1,23	1,0	51	31	20	0,75	6	0,22
	Суглинки	2,67	1,86	1,39	34	0,92	0,98	37	26	11	0,73	4	0,17

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ ВИТИМО-ПАТОМСКОГО НАГОРЬЯ

А.В. Гребнева

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» г. Санкт – Петербург, Россия

Естественные ресурсы подземных вод играют существенную роль в формировании запасов. Величина естественных ресурсов на территории страны составляет 30 тыс.м³/сут (около 25% общего речного стока).[3] Закономерности формирования и распределения определяются совокупностью природно-геологических факторов, основными из которых являются: геолого-структурные особенности района, геологическое строение и гидрогеологические условия, климатические особенности, определяющие величину атмосферных осадков и испарения.[3]

Примером оценки естественных ресурсов подземных вод является участок, расположенный в пределах Байкальской горной области на сочленении двух крупных структур: Витимо-Патомского нагорья и включенной в него внутренней Тамаракской депрессии, к которым приурочено Тамаракское месторождение подземных вод.

В геоморфологическом отношении нагорье представляет собой систему средневысотных горных хребтов, вытянутых в направлении с севера на юг и расчлененных речными долинами. Абсолютные отметки изменяются в пределах от 300 до 900 м. Нагорье сложено кристаллическими сланцами и алевритами протерозойского возраста, местами интенсивно дислоцированными и метаморфизованными.

Тамаракская депрессия характеризуется низко-среднегорным рельефом и представляет собой крупное понижение тектонического происхождения. Депрессия представлена интенсивно дислоцированными гранитами палеозойского возраста. В местах сочленения нагорья и депрессии мощность четвертичных отложений повышается до 15-20 м.

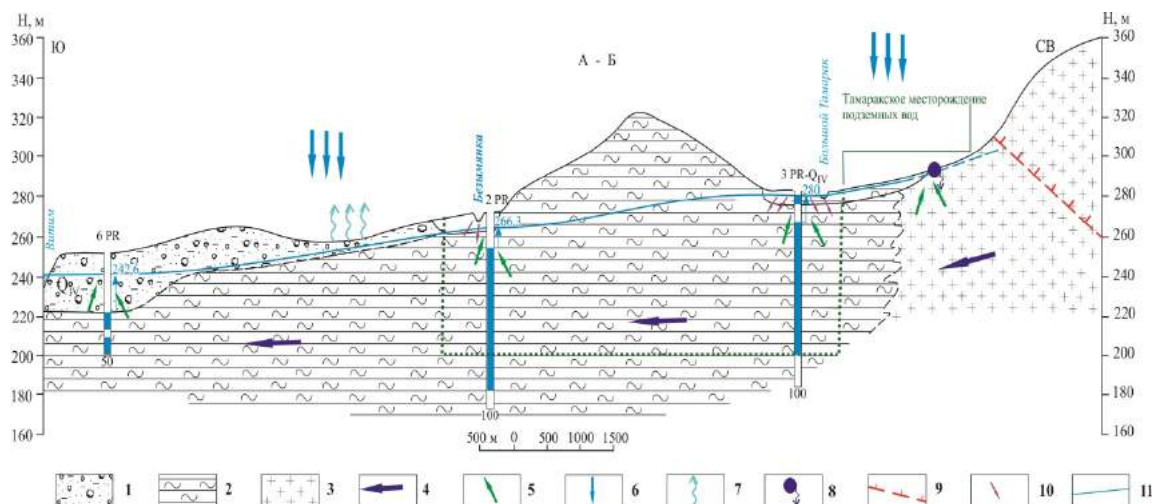


Рис. 1 Схема формирования подземного стока в районе Тамаракского месторождения подземных вод: 1 – гравийно-галечниковые отложения, 2 – сланцы и алевриты, 3 – граниты, 4 – направление потока грунтовых вод, 5 – разгрузка подземных вод, 6 – атмосферные осадки, 7 – испарение, 8 – нисходящий родник, 9 – граница ММП, 10 – потери речного стока, 11 – уровень грунтовых вод,

Главной особенностью исследуемого района являются суровые климатические условия, что обуславливает наличие в разрезе многолетнемерзлых пород (ММП). Их распространение носит островной характер с развитыми в днищах долин сквозными таликами. Талики имеют ограниченное распространение по площади и приурочены, в основном, к зонам тектонических нарушений. Верхняя граница многолетнемерзлой толщи ограничена слоем сезонного оттаивания, мощность которого достигает от 2 до 4 м. Нижняя граница мерзлой толщи изменяется от первых десятков до 100 м и более.

Многолетнемерзлые породы, слагающие водораздельное пространство, условно разделили исследуемую территорию на систему отдельных узколокальных бассейнов, приуроченных к наиболее проницаемым тектоническим зонам. Между такими бассейнами и распределены основные ресурсы подземных вод. Фильтрационные свойства каждого бассейна неоднородны по глубине и площади. Это обстоятельство определяет специфику условий распределения и формирования естественных ресурсов на месторождении, количественные показатели которых выражаются модульными характеристиками стоков. Закономерности формирования естественных ресурсов подземных вод определяются строением фильтрационной среды, структурно-гидрогеологическими особенностями, распределением инфильтрационного питания и мерзлотными условиями.

Естественные ресурсы формируются за счет фильтрационных потерь поверхностного стока и

инфильтрации атмосферных осадков. (Рис. 1) В районе распространены водоупорные массивы магматических и метаморфических образований, раздробленных зонами эндогенной трещиноватости на систему блоков. Основной объем подземных вод сосредотачивается именно в этих зонах. Кроме того, некоторый объем естественных ресурсов приурочен к зоне экзогенной трещиноватости мощностью не более 100 м. Таким образом, резкая смена фильтрационных свойств водовмещающих пород обуславливает неравномерное распределение естественных ресурсов подземных вод. Усугубляет сложность гидрогеологических условий распространение многолетней мерзлоты, мощность которой изменяется от десятков до сотен метров. Значительная часть зоны экзогенной трещиноватости полностью проморожена, частично проморожены также и зоны эндогенной трещиноватости.

Локализация подземных вод происходит в тектонической зоне дробления метаморфических пород, по которой заложена долина р. Большой Тамарак. Здесь тектоническая зона дробления долины р. Большой Тамарак соединяется с тектонической зоной р. Витим, в связи с чем происходит перераспределение поглощенного стока.

Для оценки поверхностного стока применялся аналитический метод расчета по данным гидрометрических наблюдений. Замеры расхода воды производились с помощью гидрометрической вертушки. Всего на территорию исследования попадает шесть крупных водотоков, все водотоки являются правыми притоками р. Витим.

Все замеры приведены к среднееголетним значениям 95 % обеспеченности. Для этого был определен коэффициент приведения к зимней межени и к среднееголетнему уровню.

Все реки имеют горный характер. Средняя высота речных долин изменяется от 375 до 575 м, уклон русел рек лежит в пределах 0,02-0,09, площади речных бассейнов изменяются от 9 до 19 км². Наибольшие

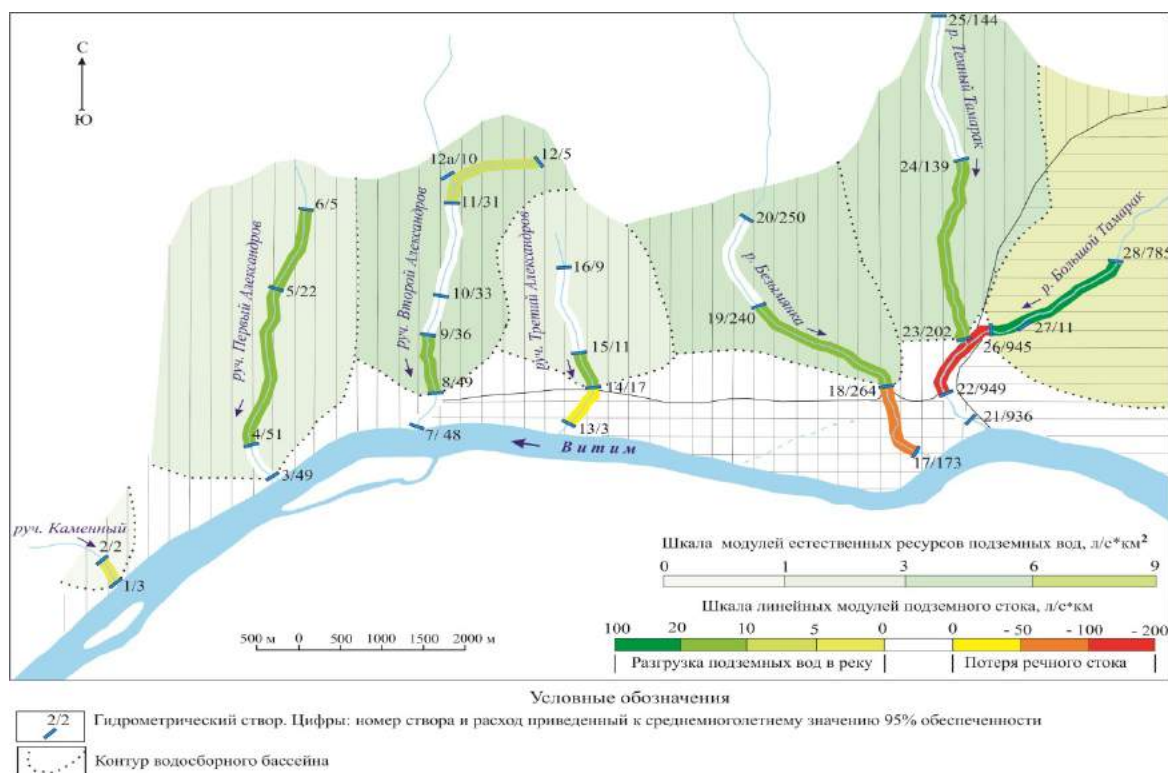


Рис. 2 Схема распределения модулей стока в районе Тамаракского месторождения

уклоны имеют водосборы рек Темный Тамарак и Большой Тамарак, что объясняется их приуроченностью к зоне сочленения Витимо-Патомского нагорья с Тамаракской депрессией. На основе определенных модулей естественных ресурсов и линейных модулей стока составлена схема районирования Тамаракского месторождения (Рисунок 2).[1,2]

Как следует из представленных данных, наибольшие модули естественных ресурсов составляют 5,9-7,6 л/(с×км²), линейные модули стоков – 52-129 л/(с×км) и приходятся на бассейны рек Темный Тамарак и Безьямянка. Для этих же рек характерны наибольшие значения уклонов русел водотоков, площадей водосборных бассейнов и высотных отметок.

На участках малых рек и ручьев наблюдается разгрузка подземных вод в объемах от 500 до 3000 м³/сут. Максимальные величины прослежены на участках долин рек Безьямянка - 2000 м³/сут на отрезке 2 км, и Темный Тамарак – 3000 м³/сут на отрезке длиной 2,4 км, при этом линейные модули разгрузки подземных вод изменялись в незначительных пределах от 10 до 17 л/(с×км).

В районах распространения протерозойских метаморфических пород, значения модулей естественных ресурсов подземных вод находятся в пределах от 0,8 до 5,9 л/(с×км²). В долине р. Большой Тамарак на протяжении 1,2 км выявлен аномальный участок с высоким поглощением поверхностного стока, составляющим 17100 м³/сут.

В области распространения водоносной зоны трещиноватости палеозойских магматических пород, зафиксирована разгрузка подземных вод с расходом 12870 м³/сут. Модуль естественных ресурсов составляет 7,6 л/(с×км²).

Разгрузка подземных вод в поверхностные водотоки не наблюдалась в области распространения водоносного горизонта приуроченного к четвертичным аллювиальным отложениям. Прослежено поглощение стока р. Безымянка и р. Третий Александров. В долине р. Безымянка потеря стока составила около 34% (7430 м³/сут), в долине р. Третий Александров – 1210 м³/сут, что сопоставимо с возможностью поглощения воды песчано-гравийно-галечниковыми отложениями надпойменной террасы р. Витима.

Построенная схема распределения модулей стока позволяет обоснованно разместить эксплуатационные участки при освоении Тамаракского месторождения подземных вод.

Таким образом, формирование естественных ресурсов на месторождении происходит за счет фильтрационных потерь поверхностного стока и инфильтрации атмосферных осадков. В районе распространены водоупорные массивы магматических и метаморфических образований, раздробленных на систему блоков зонами эндогенной трещиноватости. Основной объем естественных ресурсов сосредотачивается в зонах эндогенной трещиноватости, которые питают речную сеть.

Литература

1. Куделин Б.Н. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод / Б.Н. Куделин. – М.: МГУ. – 1960. – 344 с.
2. Кузнецов В.Г. Геологическая карта Иркутской области и сопредельных территорий / В.Г. Кузнецов, П.М. Хренов. – Масштаб 1:500 000. – Л.: ВСЕГЕИ. – 1882. – 90 с.
3. Язвин Л.С. Гидрогеология СССР. Сводный том. Выпуск 3 / Л.С. Язвин. – М. Наука. – 1977. – 276 с.

СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГОЛЬНОГО МЕТАНА В КУЗНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ

А.Г. Гридасов

Научный руководитель: доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Метан является неизбежным спутником залежей угля, поскольку формируется на всех стадиях углефикации органических осадков и прочно сорбируется материнской породой при соответствующих термодинамических условиях. В основном метан угольных пластов воспринимается как фактор, повышающий опасность проведения горных работ при закрытой добыче угля. Осушение и вскрытие угольного пласта нарушает естественные условия залегания и способствует десорбции метана с последующей его миграцией в область пониженного давления, т.е. в горную выработку. В этой связи, на протяжении длительного времени, угледобывающие предприятия избавляются от метана в ходе обязательного проветривания горных выработок. При этом горючий газ, как правило, выбрасывается в атмосферу, что ухудшает и без того неблагоприятную экологическую обстановку добывающих регионов, и в целом оказывает негативное влияние на климат Земли. Например, угледобывающими предприятиями Кузбасса выбрасывается около 2·10⁹ м³ метана ежегодно [5].

На некоторых предприятиях Кемеровской области внедряются технологии задерживания метана, извлекаемого в процессе вентиляции горных выработок, для последующего использования его энергетического потенциала. Однако в настоящее время более передовым методом считается опережающая дегазация пластов угля путём добычи метана скважинным способом [3]. В основе данного метода лежит известное свойство метана к десорбции и миграции при снятии гидростатического давления. При такой добыче угольного метана газоносный пласт вскрывается скважинами с дневной поверхности, проводится улучшение проницаемости с помощью гидравлического разрыва, затем запускается эксплуатационная откачка пластовых вод. В результате снижения пластового давления происходит десорбция угольного метана, который как в растворённом виде, так и в свободной форме, устремляется к скважине. Ввиду данной особенности, скважинная добыча угольного метана неизбежно сопряжена с попутным извлечением пластовых вод на поверхность, что в свою очередь определяет высокую значимость гидрогеологических аспектов углеметанового промысла.

Для добычи угольного метана в Кузнецком бассейне выделен ряд перспективных площадей, которые сконцентрированы в его южной части и расположены на территории Ерунаковского, Терсинского, Тутуяского и Томь-Усинского промышленных районов. Как правило, площади перспективной добычи приурочены к крыльям брахисинклинальных структур, что обусловлено относительной доступностью в таких структурах угольных пластов, не подверженных газовому выветриванию. Геологический разрез слагают (снизу вверх) отложения пермского, триасового и юрского возрастов, а также четвертичные отложения. Метаноносными являются повсеместно распространённые пермские отложения кольчугинской серии, которые включают пласты угля средней стадии метаморфизма (битуминозные). Мезозойские отложения (Т, J), распространённые локально в ядрах синклинальных структур, не содержат угольных пластов, подходящих для извлечения метана, тем не менее, они представляют интерес как элементы гидродинамической структуры и должны быть учтены при

моделировании. Мощность пермских отложений кольчугинской серии составляет порядка 3000 м, мощность юрских отложений в центральной части Подобасско-Тутуяской депрессии достигает 800 м. Мощность четвертичных отложений не превышает первых десятков метров.

Коренные отложения поражены региональной системой трещин диагенетического и тектонического происхождения. Интенсивность и открытость трещин с глубиной уменьшаются. По условиям циркуляции подземные воды относятся к трещинным и трещинно-жилным. В разрезе отчетливо выделяются две гидродинамические зоны: активного и замедленного водообмена. Зона активного водообмена связана с экзогенной трещиноватостью пород, которая распространена на глубину до 100-150 м на водоразделах. Ниже следует зона замедленного водообмена, водопроницаемость которой обеспечивается диагенетической и тектонической трещиноватостью [5]. Перспективные ресурсы угольного метана сосредоточены в зоне замедленного водообмена.

Таблица 1

Обобщённые параметры области фильтрации

Зона водообмена	Элемент	Коэф. фильтрации K_f . От-до (в среднем), м/сут	
		J_{1-2}	P_{1-2}
Активного	Долины	1 - 50 (20)	0,3 - 1 (0,5)
	Склоны	0,1 - 1 (0,5)	0,1
	Водоразделы	0,01 - 0,1 (0,05)	0,01 - 0,1 (0,05)
Замедленного	Эксплуатируемый пласт		0,001-0,04 (0,01)
	Толща смежных пород	0,01 по латерали 0,001 в разрезе	0,01 по латерали 0,001 в разрезе

Гидродинамическая структура в Кузнецком бассейне неоднородна не только в разрезе, но и по площади. Для зоны активного водообмена характерны три различных режима подземных вод: долинный, склоновый и водораздельный [7]. Плановая неоднородность обусловлена существенным различием проницаемости разреза в долинах рек и на водораздельных площадях. Так, на участках речных долин величина K_f достигает нескольких десятков м/сут, уменьшаясь на водоразделах до значений порядка сотых и даже тысячных м/сут [8]. При этом породы мезозойского возраста, как правило, более проницаемы, чем палеозойские.

Схематизация природно-техногенных условий для целей гидродинамического моделирования состоит в определении временного режима, пространственной структуры и фильтрационных характеристик области фильтрации, граничных условий модели [1, 4]. Режим эксплуатации углеметановых скважин можно считать равномерным: дебит извлечения попутных вод практически стабилизируется после установления квазистационарного режима водопритока. Сезонные колебания уровня подземных вод для зоны замедленного водообмена не характерны. Угленосные толщи в условиях значительных глубин характеризуются резкой фильтрационной неоднородностью. Обусловлено это большим разбросом проницаемости слоёв ($K_f = 0,001-0,04$ м/сут), слагающих разрез толщи. В результате проницаемость пород зоны замедленного водообмена в вертикальном направлении существенно ниже, чем в субгоризонтальном, приуроченном к поверхностям литологических границ. Соответственно, проницаемость разреза в вертикальном направлении контролируют слабопроницаемые (от 0,001 м/сут), а в субгоризонтальном – более проницаемые (до 0,04 м/сут) слои [2]. Таким образом, разрез угленосных отложений, представленный ритмичным переслаиванием аргиллитов, алевролитов, песчаников и угольных пластов, может быть схематизирован в виде однослойной толщи с неодинаковой проницаемостью в разрезе и в плане.

Для зоны замедленного водообмена, к которой приурочены метаноносные угольные пласты, не характерно заметное влияние питающих гидродинамических границ, как в плане (из-за удаленности областей питания и разгрузки), так и в разрезе – ввиду наличия мощной толщи слабопроницаемых отложений, отделяющих дренируемый угольный пласт от зоны активного водообмена и поверхностных вод. Поэтому эксплуатируемую толщу правомерно схематизировать как неограниченный в плане и ограниченный в разрезе пласт.

Таблица 2

Элементы гидродинамической структуры для моделирования месторождений угольного метана

Зона водообмена	Элемент	Граничные условия	Примечание
Активного	Водораздел	$\Pi, Q = 0$	Подходят для установления границ области фильтрации Инфильтрационное питание Условно непроницаемая
	Водоток	$\Pi, H = \text{const}$	
	Рельеф	$\Pi, Q = \text{const}$	
	Нижняя граница	$\Pi, Q = 0$	
Замедленного	Скважина	$I, H = \text{const}, Q = f(t)$	Эксплуатационная откачка Определяются условно, вне зоны влияния откачки
	Верхняя граница	$I, H = \text{const}$	
	Нижняя граница	$\Pi, Q = 0$	
	Периметр модели	$I, H = \text{const}$	

Предложенная схема гидродинамических условий месторождения угольного метана актуальна для разработки численных гидрогеологических моделей при решении, в первую очередь, разведочных задач по определению характера гидродинамического взаимодействия углеметановых скважин и оценки их возможного влияния на другие объекты гидросферы. Приведённые обобщённые параметры области фильтрации и элементов

гидродинамической структуры (Таблицы 1 и 2) допустимо использовать на стадии формирования концептуальной модели месторождения угольного метана. Актуальные параметры должны быть определены в процессе калибровки модели на основании данных фактических наблюдений за режимом подземных вод на моделируемом объекте.

Результаты данной работы будут использованы при разработке гидрогеологических моделей для обоснования прогноза изменения гидрогеологических условий в процессе добычи угольного метана на осваиваемых площадях Кузнецкого бассейна.

Литература

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – Москва, Недра, 1980. – 357 с.
2. Гридасов А.Г. Гидрогеологические условия Подобасско-Тутуяской депрессии в связи с перспективой добычи метана из угольных пластов (Южный Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – С.372-374.
3. Калинин А.В., Новиков В.И. и др. Результаты и перспективы реализации инновационного проекта по добыче метана из угольных пластов в Кузбассе // Газовая промышленность, 2012. – №672. – С.6–8.
4. Кузеванов К.И., Савичев О.Г., Решетько М.В. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 144 с.
5. Кузнецова М.А. Гидрогеология СССР. Том XVII. – М., Недра, 1972. – 302 с.
6. Мелехин Е.С., Кошелец А.В. Добыча метана из угольных пластов как основа повышения безопасности и эффективности добычи угля // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление № 2, 2012. – с. 51-55.
7. Рогов Г.М., Попов В.Г. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. – 191с.
8. Шварцев С.Л. и др. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – №7. – 884 с.

ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ НА БАКЧАРСКОМ ЖЕЛЕЗОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Р.А. Гришаев, А.В. Огарков

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель: Определение прочностных характеристик скальных и полускальных грунтов при помощи установки нагружения сферическими инденторами, полученные результаты которого можно будет использовать для расчетов устойчивости бортов карьеров.

Задачи:

1. Обзор инженерно-геологических условий района;
2. Подготовка образцов и проведение лабораторных испытаний грунтов естественного сложения методами одноосного сжатия и растяжения;
3. Статистическая обработка и выявление взаимосвязей между показателями физических и прочностных свойств;
4. Прослеживание изменения прочностных характеристик с глубиной.

Бакчарское месторождение является одним из крупнейших осадочных месторождений железной руды в России и мире, находится на территории Томской области в междуречье рек Андарма и Икса.

На Бакчарском месторождении, выделяется три железорудных горизонта (нарымский, колпашевский и бакчарский):

- 1) нарымский горизонт, входящий в состав ипатовской свиты (K_2ip);
- 2) колпашевский горизонт, входящий в состав славгородской свиты (K_2sl);
- 3) бакчарский горизонт, входящий в состав ганькинской свиты ($K_2 - P_1gn$).

Перекрывающие породы представлены отложениями люлинворской (P_{1-2ll}), юрковской (P_2jr), новомихайловской (P_3nm), лагернотомской (P_3lt), абросимовской (N_{1ab}), смирновской ($Q_{E,sm}$), сузгунской свиты (lQ_{nsz}) и болотных отложений голоцена (bQ_n).

По составу, строению и условиям формирования железных руд и железосодержащих горизонтов Бакчарского месторождения, предшественниками его рудоносная толща отнесена к единой трансгрессивной стратифицированной серии мелководного шельфа глауконитовой формации (Николаева, 1967). Для нее характерно бимодальное строение элементарного цикла продуктивного осадконакопления: железоносные оолитовые и глинисто-глауконитовые отложения. По уточненным данным, начало и окончание формирования рудоносного комплекса ограничивается цифрами в 92 и 46 млн. лет (Гринев, 2007 и др.). По времени накопления рудные горизонты отделены друг от друга промежутками в 12-15 млн. лет.

Железорудные горизонты выделяются следующие.

Нарымский горизонт лежит на глубине 200-220 м. Его средняя мощность равна 2,3 м, среднее содержание железа составляет 20-25%, редко до 36%. В составе нарымского горизонта кондиционных руд почти нет, а имеющиеся не выдержаны по мощности и по горизонтальности. Таким образом, горизонт для настоящего времени практического значения не имеет.

Колпашевский рудный горизонт лежит на 50 м выше нарымского. Его средняя мощность равна 2,4 м, среднее содержание железа составляет 25-32%, реже до 39%. На восточном участке Бакчарского месторождения руды этого горизонта, имеют значительную мощность, сближены с бакчарским и отделяются от него прослоем железистого песчаника. Таким образом, руды колпашевского горизонта могут эксплуатироваться одновременно с рудами бакчарского и иметь большое практическое значение.

Бакчарский рудный горизонт лежит на 20 м выше колпашевского. Его средняя мощность равна 12,8 м, среднее содержание железа составляет 31-33%, до 44%. Руды бакчарского горизонта по своему качеству, запасам, технологическим свойствам и условиям залегания могут иметь большое практическое значение.

Особенностью руд Бакчарского месторождения является постоянное присутствие в их составе ванадия, количество которого колеблется в пределах 0,20-0,25%, и кобальта (тысячные доли процента), что существенно увеличивает их ценность, а также Ti, Mn, P. Как правило, в рудах всех горизонтов встречаются сцементированные или рыхлые разности. Средняя часть рудных горизонтов обычно представлена рыхлыми, а верхняя и нижняя сцементированными рудами.

Наибольшим распространением пользуются лептохлорит-гидрогётитовые, гётит-гидрогётитовые, глауконит-хлоритовые, реже гидрогёто-лептохлорито-сидеритовые руды. По простиранию и по вертикали иногда отмечается замещение руд железистыми песчаниками. Рудные горизонты разделены между собой прослоями кварцево-глауконитовых и глинистых песчаников и алевролитов. Оолиты состоят из концентрических оболочек гётита и гидрогётита, иногда лептохлорита и размер их обычно равен 0,2-0,3 мм, иногда до 1-2 мм. Лучшими по содержанию железа считаются плотные желто-бурые гётит-гидрогётитовые руды оолитового сложения и темно-бурые, почти черные, оолитовые рыхлые руды. Содержание железа в них обычно около 40% и больше. В сидеритовых и глауконитовых рудах содержание железа не превышает соответственно 32-34 и 27-32%.

Сущность испытания на деформируемость заключается в ступенчатом нагружении и разгрузении образца с измерением приложенных через инденторы нагрузок и соответствующих им сближений инденторов.

Образцы, на которых проводились испытания на прочность были отобраны с глубин 160–230 м, т.е. из Нарымского горизонта.

Испытания проводились в три этапа:

- 1) Подготовка образцов правильной и неправильной формы;
- 2) Проведение испытаний с помощью установки нагружения сферическими инденторами;
- 3) Обработка результатов испытаний.

Применяемые методики в ходе исследования, согласно:

1. ГОСТ 24941-81 Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами.
2. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении.
3. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
4. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении.

Подготовка образцов заключалась в следующем. Вырезаем образцы правильной и неправильной формы из кернов, при том, чтобы площадь поверхности разрушения была не менее 3 см² и не более 100 см². Количество образцов при испытании на прочность должно быть не менее десяти.

Испытания грунтов проводятся в сухом и во влажном состоянии. Первоначально были проведены испытания в сухом состоянии – это порядка 10 образцов для каждого из которых выполнялось по 10 промежуточных испытаний.

Перед тем как загрузить образец в прибор, необходимо измерить высоту образца и внести данные в программу АСИС. Затем устанавливаем образец так, чтобы нагрузка распределялась по центру и накрываем защитным чехлом. Устанавливаем прибор и запускаем программу, введя все необходимые параметры.

Ожидаем, пока образец не разрушится. После этого зарисовываем часть образца, считаем его площадь и заносим в компьютер.

Аналогично проводим испытания для остальных образцов, а так же для образцов во влажном состоянии. Для проведения испытаний образцов во влажном состоянии необходимо предварительно образцы замочить на сутки.

Лабораторные испытания методом одноосного сжатия были взяты у Кафедры ТХНГ.

Далее провели обработку результатов испытаний воспользовались программным обеспечением STATISTICA.

Чтобы выявить связи одних характеристик от других построили корреляционную матрицу. На основании выявленных значений были построены графики зависимостей.

Для влажных грунтов построили график зависимости коэффициента размягчаемости от коэффициента водонасыщения из которого следует, что с ростом коэффициента водонасыщения уменьшается коэффициент размягчаемости.

Также была построена зависимость сопротивления одноосного растяжения от коэффициента водонасыщения, из графика следовало, что с ростом водонасыщения пропорционально увеличивается сопротивление одноосному растяжению. Связано это с тем, что коэффициент водонасыщения у скальных грунтов более высокий.

Еще из одного графика выявили, что с ростом глубины уменьшается сопротивление одноосному растяжению, что характерно для полускальных пород.

В результате проделанной работы были получены новые данные по прочностным характеристикам. Выявлены наиболее тесные взаимосвязи между показателями физических и прочностных свойств. Получены следующие зависимости:

- $R_c = 4,8565 + 1,1779 \cdot \lg(R_p)$, МПа;
- $K_{sof} = 2,102 - 1,6407 \cdot S_r$, д.ед.;
- $R_p = -0,4269 + 1,1488 \cdot S_r$, МПа;
- $R_p = 3,0941 - 0,0116 \cdot H$, МПа;
- $R_p = -1,2196 + 0,869 \cdot \rho$, МПа;
- $R_{cw} = -0,11 + 0,93 \cdot R_c$, МПа ($r = 0,88$).

Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования, а также для расчета устойчивости бортов карьеров. Результаты подтвердили предположение о снижении прочности грунта скальных и полускальных грунтов меловых и палеогеновых отложений при их водонасыщении. Эти особенности необходимо учитывать при отработке месторождения карьерным способом, когда будет снята разгрузка вышележащих толщ, произойдет изменение напряженного состояния и физических свойств, а также поступление притоков воды в карьеры.

Литература

1. А.Я. Пшеничкин, В.А. Домаренко. Петрографо-геохимические особенности руд Бакчарского месторождения. / Томский политехнический университет.
2. А.К. Мазуров и др. Перспективы освоения железорудных месторождений Томской области / Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2005. – № 5. – С. 16-20.
3. Е.А. Булаева, Е.А. Григорьева. Геология и особенности формирования железных руд Польшанского участка Бакчарского месторождения. / Томский государственный университет.
4. ГОСТ 24941-81 Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами
5. ГОСТ 21153.3-2012 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении
6. ГОСТ 5180-2012 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
7. ГОСТ 21153.3-2012 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА СКЛОНА ЛАГЕРНОГО САДА В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Ю.А. Деева

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Целью работы является создание цифровой модели рельефа оползневого склона Лагерного сада, необходимая для выполнения прогнозных гидродинамических расчетов дальнейшей эксплуатации дренажной штольни, работающей с целью осушения склона и увеличения его устойчивости.

Исходным материалом исследований послужила фильтрационная схема неоген-палеогенового водоносного горизонта, созданная на этапе проектирования дренажной штольни на правом берегу реки Томи. Она имеет изображение рельефа в изолиниях, которое требует дополнительной обработки для использования этой информации при выполнении количественной оценки фильтрационных потоков. Проведение дополнительных гидродинамических расчетов продиктовано необходимостью уточнения изменения гидрогеологических условий под влиянием защитных мероприятий. Аналогичные расчеты были выполнены ранее на этапе проектирования штольни. Однако реальные горные выработки пройдены со значительными отступлениями от первоначального проекта, который значительно изменён на этапе реализации.

Территория города Томска характеризуется сложными гидрогеологическими условиями [1, 4-7]. Их своеобразие проявляется в наличии многочисленных участков разгрузки подземных вод на территории города, что в сочетании с особенностями рельефа приводит в отдельных случаях к развитию опасных склоновых процессов [7]. Один из таких проблемных участков, связанный с развитием крупного оползневого массива расположен на южной окраине города в районе Лагерного сада.

В этой части города располагается широкий комплекс противооползневых мероприятий. Основу составляет дренажная горная выработка представленная штольней. Согласно первоначальному проекту она проходит на глубине 60 м и имеет два крыла. Протяженность западного крыла от берега к мемориалу составляет около 539 м, а восточного 1 281 м. Дренажная штольня протягивается по правому берегу реки Томи, вдоль всего склона Лагерного сада до стадиона «Буревестник». Конструкция штольни предполагает, что грунтовые воды поступают в штольню через сквозные фильтры, пройденные с поверхности до штольни, а затем выводятся в русло р. Томи. Расход дренажных вод, измеренный в специальном водовыпуске, достигает тысячи кубометров в сутки. Система позволяет противодействовать выходу грунтовых вод на склон и способствует его укреплению, предотвращая развитие оползневых процессов [9].

Необходимость создания дренажной системы вызвана в первую очередь большой ролью подземных вод

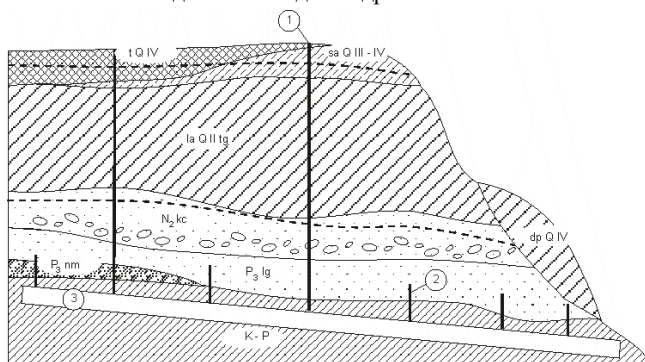


Рис. 1. Гидрогеологический разрез склона Лагерного сада:
 1- сквозные фильтры; 2- восстающие скважины; 3- дренажная штольня [1]

в активизации оползневых процессов, а также особенностью геологического строения данной территории [8]. В строении разреза Лагерного сада выделяется два структурных этажа (рис. 1). Рыхлая, песчаная обводненная толща верхнего структурного этажа опирается на фундамент, представленный комплексом преимущественно глинистых пород в виде осветленной каолинизированной коры выветривания переменной мощности. Таким образом, при достаточном увлажнении формируется идеальная поверхность скольжения рыхлой толщи по породам фундамента. Многочисленные попытки осушить язык оползня путем скважинного понижения уровня грунтовых вод верхнего структурного этажа не дали ожидаемого эффекта. Исходя из этого,

было принято решение о сооружении дренажной штольни, способной обеспечить отвод фильтрационного потока подземных вод в р. Томь [3].

В зависимости от условий залегания подземных вод, характера и интенсивности дополнительного питания, особенностей движения и разгрузки в пределах склона выделяются три водоносных горизонта: в верхней части разреза – техногенный; в основании оползневого массива – приуроченный к отложениям неоген-палеогенового возраста; в основании разреза – воды трещиноватой зоны палеозойских образований.

Подземные воды неоген-палеогенового водоносного горизонта оказывают наибольшее влияние на ослабление устойчивости склона, их разгрузка происходит по контакту коры выветривания, представленной водоупорными глинами. Поэтому данная работа посвящена подготовке материала для количественной оценки гидродинамической схемы именно этого водоносного горизонта. Так как анализ режима водоносных горизонтов верхней части геологического разреза свидетельствует о том, что неоген-палеогеновый водоносный горизонт также является источником дополнительного питания для водоносных отложений более низкого уровня, он в первую очередь включен в комплексную систему осушения склона. На рис. 2 показана схема размещения основных дренажных сооружений [1].

Работа по созданию цифровой модели рельефа была выполнена в несколько этапов. На первом этапе была отсканирована картографическая основа. Большой размер бумажного оригинала потребовал сканирования его отдельных фрагментов.

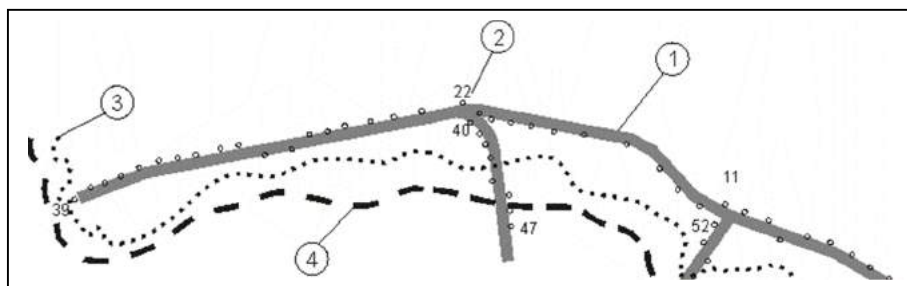


Рис. 2. Схема размещения основных проектных дренажных сооружений:
 1-дренажная штольня; 2-сквозной фильтр и его номер; 3-бровка склона; 4- граница выклинивания водоносного горизонта неоген-палеогеновых отложений [1]

Полученные файлы отдельных участков совмещались и «сшивались» между собой в единое растровое изображение с помощью графического редактора CorelDRAW. Наилучшее совмещение достигалось с использованием инструмента интерактивной прозрачности, который позволяет соединить линию контакта соседних фрагментов при полном визуальном контроле точности совмещения. На втором этапе растр регистрировался в системе условных координат в среде программного комплекса Surfer. На завершающем этапе выполнялась оцифровка пунктов геодезической привязки и изолиний рельефа. Результаты оцифровки сохранялись на диске ПЭВМ в виде текстового файла триады X, Y, Z. Такой вариант хранения данных позволяет не только их визуализацию средствами ПК Surfer, но и позволяет экспортировать их для использования при разработке численной гидродинамической модели.

Дренажная штольня осуществляет осушение техногенного и неоген-палеогенового водоносных горизонтов склона и обеспечивает самотечный водоотлив. Сквозные фильтры в совокупности с восстающими скважинами обеспечивают достаточно высокую эффективность осушения, перехватывая значительную часть естественного расхода [1], но требуют уточнения прогноза поведения уровней подземных вод в связи с изменением проекта. Разработанная цифровая модель рельефа является важной частью гидродинамической модели.

Литература

1. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований города Томска. // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 53–58.
2. Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование осушения оползневого массива. // Горный журнал. – 2006. – №4. – С. 35-37
3. Кузьмичев И.А., Попов Ю.Н. Опыт проходки дренажной горной выработки в рыхлом обводненном массиве. // Горный журнал. – 2006. – №4. – С. 40-41
4. Макушин Ю.В., Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование горизонтального дренажа оползневого склона // Межвузов. сб. научн. тр. – Тюмень: ТИИ, 1991. – 28–34.
5. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеология и подтопление территории г. Томска // Подземные воды юга Западной Сибири. Формирование и проблемы рационального использования: Сб. научн. тр. / Институт геологии и геофизики СО АН СССР / Отв. ред. В.А. Николаев. – Новосибирск: Наука, 1987. – Вып. 683. – С. 146–153.
6. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Типовые фильтрационные разрезы как основа геоэкологического картирования урбанизированных территорий // Геоэкологическое картирование: Тез. докл. Всерос. конф. – М., 1998. – С. 60–63.
7. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 96–101.
8. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Формирование структуры фильтрационных потоков урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Три века горно-геологической службы России: Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 1. – С. 323–326.
9. Для предотвращения оползня в Лагерном саду Томска необходимо отремонтировать штольню. [Электронный ресурс]. – URL: <http://tomsk.sibnovosti.ru/>

АНАЛИЗ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В ГОРНОМ ОБРАМЛЕНИИ ТУНКИНСКОЙ ВПАДИНЫ, РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ

И.А. Денисенко, А.Н. Горбунов, Л.И. Аузина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Территория исследований находится в районе пос. Аршан, респ. Бурятия. Она включает Тункино-Мондинскую ветвь впадин Байкальского типа, которые притягиваются от южной оконечности оз. Байкал до границы с Республикой Монголия.

Контрастность орографических характеристик обусловила резкие различия климатических показателей. Среднегодовая температура воздуха -1.4°C в пониженных частях рельефа (пос. Аршан, Тунка). Самый холодный месяц - январь (до -50°C), самый тёплый - июль (до $+36^{\circ}\text{C}$). Осадки распределяются соответственно орографическому плану. Годовая сумма осадков на склонах Тункинского хребта составляет 500-600мм, в котловине она снижается до 300мм и менее [1]. При этом более 70% осадков выпадает в летние месяцы (июнь-август), минимальное количество (до 3-5%) соответствует зимнему периоду.

Работа базируется на полевых наблюдениях, проведённых летом 2014 и 2015 г. и последующей обработке полученных результатов, а также материалах предыдущих исследователей [2].

Ведущими факторами, предопределившими морфологические особенности рельефа территории, явились неотектоника, различные этапы оледенения, экзогенные геологические процессы. Район исследований характеризуется резко расчленённым рельефом с абсолютными отметками от 800м (южная часть пос. Аршан) до 2544м (пик Аршан, Тункинский хребет), таким образом, наименьшие значения соответствуют северной окраине Тункинской долины, максимальные - вершинам Тункинских Гольцов.

Гидрографическая сеть территории принадлежит бассейну р. Иркут, имеющему ассиметричную форму долины, что обусловлено тектонической нестабильностью левого борта, представленного Тункинским хребтом с небольшими по длине, площади водосбора и расходами рек, заложёнными по тектоническим нарушениям, а правый борт - это хребет Хамар-Дабан с развитыми речными бассейнами.

В стратиграфическом разрезе территории выделяется ряд комплексов коренных образований, верхний ярус сложен мраморами, ниже которых залегает толща гнейсов и кристаллических сланцев, имеющих падение на юг под углами 30° - 70° и определяющих развитие оползней-обвалов по напластованию коренных пород. Гольцовая зона хребтов сложена плагиогранитами и гнейсогранитами, рассматривающихся как единый генетический комплекс, физико-механические свойства пород которого в значительной мере обусловлены особенностями залегания и тектонической раздробленностью.

По данным многолетних наблюдений установлено, что в зонах повышенной тектонической трещиноватости выветривание пород происходит в 2.0-2.5 раза быстрее по сравнению с такими же образованиями, находящимися вне зон разломов [2]. В 4.7 раза увеличивается скорость разрушения рассланцованных пород, поставленных на "ребро", в отличие от их горизонтально залегающих аналогов. От разницы в скорости разрушения пород зависит мощность накопления продуктов выветривания и их гранулометрический состав, определяющих развитие гравитационных процессов, их интенсивность и объёмы.

Предыдущими исследованиями было выявлено, что в сейсмоопасных зонах даже незначительное землетрясение может вывести из равновесия рыхлые массы пород, и достаточно обычного избыточного увлажнения, чтобы они пришли в движение [3]. На изучаемой территории этот процесс фиксируется в зонах крупных тектонических нарушений, которыми являются Тункинский и оперяющий его Кынгаргинский разломы. Ранние этапы неотектоники, неоднократно происходившие на исследуемой территории, фиксируются в виде

попятной эрозии и отражаются в ступенчатом рельефе по левому борту реки Кынгарга высотой от 0.8 м до 1.3 м, разнообразии гравитационных процессов, в том числе, осыпей - очагов твёрдой фазы селей, формирующихся в основном в местах выходов расланцованных пород, в отличие от гранитоидных образований [3]. В то же время наблюдается обратная зависимость при формировании обвалов, образовавшихся в горной части русла реки Кынгарга, многочисленных порогах и водопадов, тяготеющих к выходам магматических пород.

В период с 21.06. по 29.06.2014г. в районе работ имели место ряд сейсмических событий. Об этом свидетельствует смещение русла реки Кынгарга к её правому борту. О произошедшем в этот период землетрясении также говорят изменение местоположения выхода трещино-жильных вод, которое называется "Глазной источник", падение уровня порово-пластовых подземных вод в Тункинском гидрогеологическом бассейне, зарегистрированном при замерах уровня воды в колодцах села Хурай-Хобок. Аналогичная ситуация отмечалась после землетрясения в августе 2008г.; в населённых пунктах также было отмечено падение уровня порово-пластовых подземных вод в колодцах и скважинах (свидетельства местных жителей).



Рис. 1. Отложения селевого потока

приводит к формированию мощных гравитационных процессов в пределах Тункинской ветви Байкальской рифтовой зоны, в том числе, в горном обрамлении Тункинской котловины. Одними из наиболее опасных являются селевые потоки.

Сель - грязевой поток, возникающий в горных районах, вследствие сильного перенасыщения водой рыхлых отложений на склонах при затяжных или обильных дождях, таяния снегов и ледников. Этот поток подобно лавине, сорвавшись, набирает силу, под действием силы тяжести, несётся, как правило, по руслам водотоков, в данном случае, реки Вторая Шихтолайка и ее мелких притоков.

В июне 2014г. на участке исследований сошел крупный сель, который обусловлен формированием мощного осадочного материала, накопившегося в карровых впадинах гольцовой части Тункинских гор, а также их резким перенасыщением водой в результате выпадении ливневых осадков (в ночь с 27.06 на 28.06.2014г., в течении 5 часов выпала 7-ми дневная норма осадков).

Первоначальное обследование селевого потока (июнь 2014г.) позволило выделить 2 русла потока, в процессе последующих работ (лето 2015г.) было выделено 4 русла потока: два старых и два новых, сформировавшихся в июне 2014 г, которые в посёлке Аршан соединяются в единый поток (рис. 1).

Селевый поток, достигший посёлка Аршан, сложен аллювиальными, делювиальными и пролювиальными отложениями мощностью до 3-х метров, представленными валунно-гравийными образованиями различной степени окатанности с большим количеством песчано-глинистого заполнителя (рис. 1). В старых руслах наблюдается чёткая горизонтальная зональность. Наиболее крупные фрагменты пород, смешанные с водной и тонкодисперсной составляющей, отмечаются в предгорной части, уменьшаясь к её центру, переходя в песчано-глинистые отложения у подножия.

Первое русло сложено делювиально-пролювиальными отложениями различной степени окатанности. Обломки размером от 0.1м до 3,8м, представлены гранитами, гнейсами мраморами с прожилками кварца и оливина. Заполнитель супесчано-суглинистый. Обломочный материал плохо отсортирован, что свидетельствует о большой скорости движения селевого потока. Ширина русла составляет от 175 до 310 метров (с учётом границ песчано-суглинистых отложений) – (рис.1). Визуальная длина русла от 1.5 до 2 км. Глубина эрозионного вреза от 25 см до 4 м.

Второе русло селевого потока, прошедшего по реке Вторая Шихтолайка, сложено делювиально-пролювиально-аллювиальными образованиями, представленными обломками гранитов, гнейсов и мраморов различной степени окатанности, размеры которых варьируются в очень широких пределах: от 1см до 3,8 м. Материал плохо отсортирован, что, как и в первом случае, указывает на большую скорость потока. Заполнитель песчано-суглинистый. Ширина селевого потока составляет 250 м постепенно увеличивается подходу к курорту "Саяны" до 350м (без учёта песчано-суглинистых отложений). Общая мощность отложений 4.5 - 6 м. Глубина эрозионного вреза 5-6 м. Видимая длина 1.5-2км.

Сочетание описанных особенностей природных условий территории с определённой периодичностью (30-35 лет)

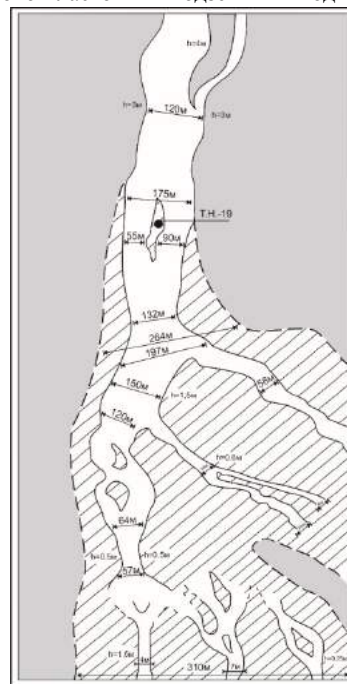


Рис. 2. Структура первого селевого потока

Анализ исследуемого материала позволяет сделать выводы об основных причинах, способствующих формированию селевых потоков на исследуемой территории:

- быстрое накопление рыхлого осадочного материала в верховьях реки Вторая Шихталайка в процессе разрушения рассланцованных плагиигранитов и гнейсо-гранитов, имеющих углы падения до 90° , интенсивность чего связана с климатическими и орографическими особенностями территории;

- выпадение ливневых осадков (в т.ч. 28.06.2014г.).

- череда сейсмических событий происходивших в период с 21.06. по 29.06.2014г.

Основываясь на приведённых выше данных, можно предположить, что произошедшее незадолго до паводка сейсмическое событие вывело из равновесия накопленные массы горных пород на вершинах Тункинских гольцов, а обильное выпадение осадков вызвало избыточное увлажнение этих масс, что в совокупности привело к формированию селевых потоков.

Литература

1. Lobatskaya R.M., Mats V.D., Auzina L.I., Shilenkiv V.G., Lishtva A.G. Field Practice on Baikal. Geography, Geology, Zoology, Botany: school-book. Irkutsk: IrSTU, 2008. – 184p.
2. Лапердин В.К. и др. причины и последствия катастрофических селевых потоков 28 июня 2014 г. в окрестностях пос. Аршан, Республика Бурятия.
3. Солоненко В.П. Селевая деятельность в плейстоценовых областях катастрофических землетрясений (Монголо-Байкальская сейсмическая зона) // Бюлл.МОИП. Отд.геол. – 1963. – Т.68, вып.2. – С.133–140.
4. Солоненко В.П., Иванов И.Н., Писарский Б.И., Рыбак О.Л. и др. Селевый паводок в г.Слюдянке на Байкале 20 июня 1960г. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 5.1 п.л.
5. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. – 34с.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В.М. Денисов

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Успешное социально-экономическое развитие любого региона невозможно без развития его транспортной инфраструктуры. В Забайкалье в настоящее время железнодорожный транспорт имеет ключевое значение, а в некоторых случаях предоставляет единственную возможность для перевозки грузов и передвижения пассажиров. На железнодорожной Байкало-Амурской магистрали (БАМ) насчитывается несколько десятков опасных обвальных участков, изучение которых является приоритетной задачей на сегодняшний день.

Актуальность работы обусловлена потребностью изучения и прогноза развития склоновых процессов на участке Дельбичинда-Дабан БАМа, на котором происходит разрушение железной дороги денудационными процессами. Для оценки этих процессов предлагается использовать метод фотограмметрии. В 2012-2015 гг. этот метод успешно использовался для оценки экзогенных геологических процессов северного Сихотэ-Алиня и прогноза их интенсивности при транспортном освоении территории на примере жд линии Комсомольск - Советская Гавань [2].

Фотограмметрический метод – это метод, с помощью которого определяют форму, размеры и положение исследуемых объектов, а также для проектирования, возведения и эксплуатации инженерных сооружений по их изображениям на фотоснимках. Метод основывается в определении координат точек модели по измерениям снимков в момент нагрузки и сравнением их с натурными данными. Для передачи полученных данных к картографической проекции нужно устранить неточности, вызванные углом снимков, рельефа местности, фотоматериала и аппаратуры.

Первые теоретические и практические разработки по использованию фотографического изображения для создания модели местности в 1851 году сделал Э. Лосседа. С помощью камеры-клара Лосседа сделал зарисовку плана местности, но, убедившись в не качестве изображений и полученного плана, он в 1852 году использовал фотоснимки для составления топографического плана [1].

Затем в 1854 году итальянский ученый И. Порро с помощью созданной им фотокамеры начал экспериментальные фототопографические съемки. Порро изобрел способ измерения углов по полученным снимкам на точки местности.

Само слово "фотограмметрия" произошло от греческих слов photos (свет), metreo (измеряю) и gramma (запись), что означает измерение изображения объекта. В настоящее время фотограмметрические методы применяют для измерения изображений объектов, полученных не только в оптическом диапазоне электромагнитного спектра, но и в радио- и рентгеновском диапазонах.

Решаемые фотограмметрией задачи можно сформулировать следующим образом: определение по изображениям исследуемого объекта на момент съемки его формы, размеров, площади, объема, сечений и пространственного положения в заданной системе координат, а также изменения этих величин через заданный интервал времени. Преимущество фотограмметрических измерений состоит в том, что по изображениям объекта на момент съемки можно получить цифровую информацию такой густоты, которую практически невозможно достичь при непосредственных промерах. Кроме того, можно получить цифровую и графическую информацию

об объекте, не вступая с ним в контакт, что является единственным вариантом получения такой информации, если объект недоступен для человека или находится в среде, опасной для его жизни [1].

Для рассматриваемого участка в качестве оптимального метода расчета предлагается опыт построения цифровой модели местности железнодорожная линия Комсомольск-Советская Гавань [2]. Цифровая модель местности представляет сочетание целого ряда различных программных продуктов и специально написанных дополнительных сценариев, чтобы упростить систему для фотограмметрической реконструкции.

Процесс разработки цифровой модели состоит из двух основных этапов:

1. Полевые работы.

Основная задача состоит в получении множества фотоснимков рельефа одного объекта за разные периоды времени, на основе которых строится цифровая модель местности.

Важную роль играет правильная съемка объекта исследования. Чем больше фотоснимков с разных ракурсов будет сделано, тем точнее будет итоговая цифровая модель. На рисунке 1 показана корректная расстановка фотографа относительно объекта.

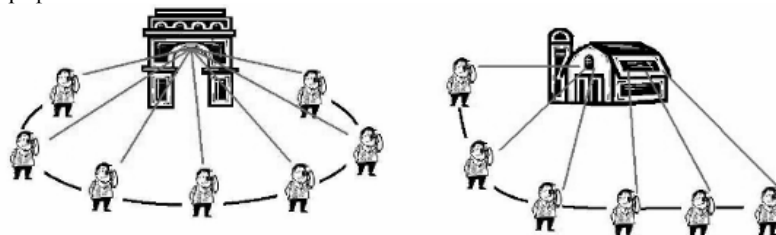


Рис.1. Примеры расстановки фотографа относительно объекта [2]

2. Камеральный этап

Камеральная обработка данных состоит из 2-х частей:

а) Обработка полученных фотографий и получение модели местности ведется в автоматическом режиме при помощи разработанной цифровой фотограмметрической системы. Первая часть состоит из нескольких ступеней.

Анализ характеристик оптической системы (определение фокусного расстояния камеры и определение положения камеры относительно объекта съемки).

- Поиск точек пересечения фотоснимков.
- Определение планового положения и высот опорных точек, в результате чего мы получаем массив («облако») точек.
- Сохранение результатов обработки в формате PLY (рис.2) – это формат компьютерного файла, известный как формат Стэнфордского треугольника, предназначенный для хранения трехмерных данных.

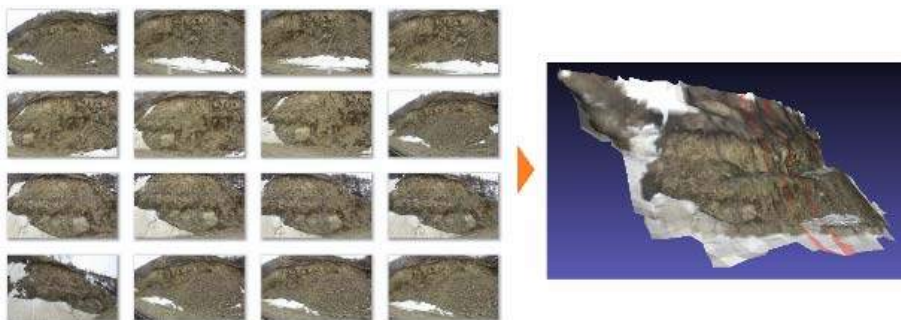


Рис.2. Результат обработки фотоснимков [2]

Дальнейшая работа с полученными результатами возможна во многих специализированных программах 3D моделирования, поддерживающих формат PLY.

б) Вторая часть обработки состоит непосредственно в вычислении скорости денудационных процессов.

Здесь обрабатываются полученные в разное время цифровые модели откосов путем сравнения площадей расчетных сечений. Происходит фиксация изменений за отчетный период и расчет скорости денудационных процессов на участке.

Точность полученных результатов оценивается при сравнении высот полученной модели с основными отметками микрорельефа склона, замеренными в ходе тахеометрической съемки или при помощи дальномера.

Скорость денудационных процессов при помощи фотограмметрического метода определяется на участках, сложенных андезитами и алевритами.

В результате обработки фотоснимков, сделанных при помощи вышеописанной программы, были получены рабочие цифровые модели откоса (рис.3).

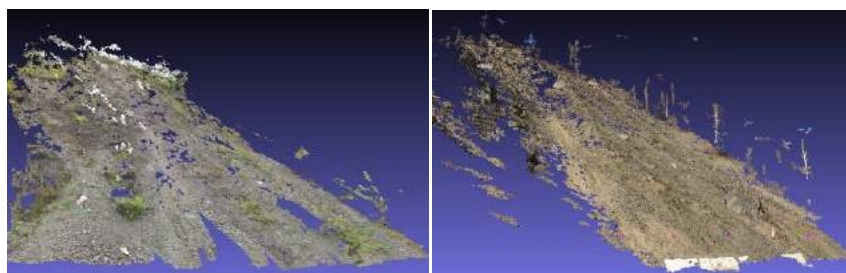


Рис.3. Цифровые модели откоса: а) сентябрь 2010г., б) май 2011 г [2]

Для фиксации изменений модели были совмещены и разделены сечениями через 1 метр.

Отсюда авторами был сделан вывод, что наиболее достоверное значение скорости денудации на данном участке можно получить исходя из расчета объема отступления стенки обнажения. Учитывая, что разница во времени съемки откосов составила девять месяцев, средняя скорость денудации для пород данного генезиса на ширине откоса в 27 м и высоте, меняющейся в пределах 39 – 58 м, составила равной 32 м 3 в месяц [2].

В результате описания геологической обстановки участка Дельбичинда-Дабан БАМа было предложено также использовать метод фотограмметрии для оценки денудационных процессов.

Литература

1. Корнилов Ю.Н. Фотограмметрия. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 10–12.
2. 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) автореферат. Диссертация кандидата геолого-минералогических наук. – Хабаровск, 2015. – С. 102 – 111.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

В.В. Дребот, Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Дефицит пресных вод знаком человечеству с древнейших времен. По мере урбанизации территории увеличивались и масштабы водопотребления. В наши дни водный кризис приобретает глобальные масштабы. По данным ООН, уже сейчас более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно (в сухой сезон и т. п.). По прогнозам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), к середине третьего десятилетия XXI в. численность живущих при перманентной нехватке воды превысит 4 млрд человек[4].

Изучая проблему с выделением структуры, нами был выбран Крым, где данная ситуация наиболее типична. В Российской Федерации дефицит пресных вод является наиболее актуальной проблемой для жителей Крымского полуострова после воссоединения с Россией 18 марта 2014 года. Она обусловлена перекрытием Украиной шлюзов Северо-Крымского канала, который в свою очередь являлся основным источником водоснабжения региона.

Известно, что подземные воды территории Крыма распространены почти повсеместно. Однако как типы их, так и условия накопления, залегания, циркуляции, количество и качество, а также условия эксплуатации – очень различны в пределах различных районов Крыма. Ресурсы подземных вод в целом достаточно большие. Гидрогеологическое строение территории Крыма, иначе говоря, присущие ей гидрогеологические структуры тесно связаны с рельефом, который отражает гидрогеологическую сущность территории Крыма. Гидрогеологические структуры Крыма представлены артезианскими бассейнами и складчатыми гидрогеологическими областями [3].

Геолого-гидрогеологические особенности территории Крымского полуострова позволяют рассматривать подземные воды – как стабильный источник водоснабжения (в Советский период было пробурено более 3000 скважин), часть из них затампонирована и как стратегический запас пресных питьевых вод хорошего качества. Всего в Крыму выделено, оценено и эксплуатируется 11 месторождений подземных вод, которые охватывают 78 участков. Практически все месторождения подземных вод, как в Горном, так и в Равнинном Крыму приурочены к карбонатным отложениям, с которыми связаны водоносные зоны, водоносные горизонты и комплексы. Прогнозные ресурсы Крыма оцениваются в количестве 1300,8 тыс м³/сут. (ГКЗ СССР, ТКЗ). Разведка подземных вод на Крымском полуострове прекратилась с момента распада СССР. Эксплуатационные запасы разрабатываемых месторождений подземных вод, утвержденные ГКЗ СССР, составляют 1178,3 тыс м³/сут., из них на общие разведанные запасы (категории А+В+С1) приходится 987,1 тыс м³/сут., на предварительно оцененные запасы (категория С2) – 191,2 тыс м³/сут. (табл. 1)[5].

Таблица 1

Запасы подземных пресных вод Крымского полуострова [5]

Месторождения	Количество		Утвержденные запасы, тыс м ³ /сутки				Не утвержденные запасы, тыс м ³ /сут		Общий водообор, тыс м ³ /сут
	Эксплуатационных горизонтов	участков	Запасы		Водообор (2001 г)	Минерализация воды, г/дм	Водообор (2001 г.)	Минерализация воды в г/дм	
			A + B + C ₁	C ₂					
Белогорское	8	14	240	8	20,2	0,3-0,8	7,2	<1	27,4
Альминское	6	18	296	158	163,9	0,2-2,1	32,2	0,5-4,0	196,1
Симферопольское	5	1	13	0	0,8	0,3-0,7	14,9	0,3-1,9	15,7
Северо – Сивашское	2	12	312	0	108,6	0,2-1,4	43,9	1-1,2	152,1
Новоселовское	2	3	25	0	7,7	0,1-0,7	7,1	0,4-0,35	14,9
Керченское	4	1	0	14	2,8	0,6-1,1	2,7	<1-6,3	5,5
Агармышское	1	1	14	0	1,3	0,1-0,4			1,3
Восточно – Крымское	2	2	2	1	0,2	0,2-0,4	2	0,2-0,5	2,2
Горное	2	10	15	5	8,2	0,2-0,9	1,3	1-3	9,4
Западно–Крымское	3	11	58	4	82,5	0-0,8	2,4	<1	34,9
Судакское	2	5	9	0	8,5	0-1,6	1,4	<1	4,9
Всего	37	78	987	191	149,4	0-2,1	115		464,4

Вся степная и предгорная часть Крыма к северу от главной горной гряды, за исключение Керченского и Тарханкутского полуостровов, является артезианским бассейном. Северной границы данного бассейна в пределах Крыма нет, т.к. этот бассейн представляет собой только южной (Крымское крыло). Как гидрогеологический район, бассейн занимает северную и северо-восточную часть полуострова. Крымский артезианский бассейн является бассейном открытого типа и областью развития напорных пластовых вод. Складчатая гидрогеологическая область Керченского полуострова характеризуется на целом ряде небольших участков напорными пластовыми водами, а также водами пластво-трещенного и иногда карстового типов. На Керченском полуострове ресурсы подземных вод весьма ограничены.

Гидрогеологический район Горного Крыма занимает самую южную часть Крымского полуострова, граница на севере с артезианским бассейном и на юге замыкаясь береговой линией Черного моря. Район занимает площадь, сложенную отложениями юры и Таврической свиты, которые сильно дислоцированы и прорваны интрузиями изверженных пород. Гидрологическая складчатая область Горного Крыма является весьма сложной в отношении своего рельефа, геологии и подземных вод, представляя собой весьма расчлененную настоящую горную страну. Подземные воды на территории района имеются в четвертичных и верхнеюрских отложениях и в очень небольшой степени среднеюрских. В незначительных количествах воды встречаются в породах Таврической формации, изверженных породах и вулканических туфах. Главное значение в районе имеют подземные воды в закарстованных известняках верхнеюрского возраста, слагающих Главную горную гряду. Все остальные воды в аллювиальных отложениях, в делювиальных и делювиально-детрузивных отложениях имеют подчиненное значение.

Засушливый климат равнинной части Крыма и Керченского полуострова, отсутствие здесь крупных многоводных рек, своеобразие гидрогеологических условий Крымских гор являются причиной того, что ряд районов испытывает острый недостаток в воде [1].

В Крыму насчитывается более 1657 постоянных и временных водотоков (рек, ручьев, балок и крупных оврагов) общей протяженностью 5996 км, среди них собственно рек около 150. Реки Крымского полуострова относятся к бассейнам Черного и Азовского морей [3]. Крымские реки использовались главным образом для орошения и водоснабжения. Однако даже строительство водохранилищ в горах не могло обеспечить нужным количеством воды весь Равнинный Крым. Для этой цели и был сооружен Северо-Крымского канала длиной 425 км [5]. Кроме того, Крымский полуостров весьма богат минеральными источниками. Разведка крымских углекислых минеральных вод, была начата еще в 1917 г. академиком Владимиром Афанасьевичем Обручевым. Минеральные воды занимают немаловажное место в лечебном арсенале крымских курортов. Источников минеральных вод более сотни. Они находятся в районах Керчи, Бахчисарая, Нижнегорска, Белогорска, Старого Крыма, Джанкоя, на Азовском побережье мыса Казантип, однако разработаны и используются с лечебной целью немногие — около десяти.

На полуострове есть углекислые, сероводородные, метановые, азотные, слаборадоновые, воды смешанного газового состава и негазирующие, а также отчасти и термы (теплые и горячие воды). Ионно-солевой состав минеральных вод Крыма весьма разнообразен — есть среди них соленые, содовые, железистые, соляно-щелочные и т.д. Суммарные запасы разведанных месторождений минеральных вод различного химического состава составляют свыше 1,5 тыс. м³ в сутки [5].

Таким образом, очевидно, что Республика Крым обогащена ресурсами природных вод. Дальнейшее изучение вод полуострова имеет неограниченное практическое значение и носит политический и социально-экономический характер, что являет собой актуальность изучения структуры [4].

Литература

1. Альбов С. В. Гидрогеология Крыма / С. В. Альбов; Академия наук Украинской ССР (АН УССР), Крымский филиал. — Киев: Изд-во АН УССР, 1956. — 277 с.: ил. — Библиогр.: с. 260-273.
2. Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Водный потенциал Крымского полуострова // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 Ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 288-290
3. Гидрогеология СССР: В 50 т. / Гл. ред. А. В. Сидоренко. — М.: Недра, 1966-Т. 8: Крым. — 1970. — 364 с.: ил. — Библиогр.: с. 358-364.
4. Дребот В.В., Ворожейкина Е.А., Баркова М.О. Дефицит пресной воды. Политические аспекты потребления водных ресурсов // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 10-14 Ноября 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 43–46.
5. Каюкова Е.П., Барабошкина Т.А., Косинова И.И. Ресурсный потенциал пресных вод Крыма // Вестник воронежского государственного университета. Серия: геология. – Воронеж. Изд-во ВГУ, 2014. – С.104-109.
6. Устойчивый Крым: Водные ресурсы/Под ред. В.С. Тарасенко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ ГРУНТОВ КАК ИНДИКАТОРОВ ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОН В КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОДАХ**Е.В. Дробинина**

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г.Пермь, Россия

Поверхностные формы карстового генезиса, являющиеся результатом оседания, частичного или полного обрушения перекрывающих грунтов карстового массива в сформированные на глубине ослабленные зоны, характеризуются спонтанностью возникновения и в значительной мере осложняют хозяйственное освоение территорий. Под ослабленными зонами автором понимаются не только карстовые полости, но и зоны дезинтеграции карстующихся пород, зоны дробления, опасность существования которых в карстовом массиве обусловлена достаточно высокой водопроницаемостью пород на участках их локализации.

В работе карстовый массив рассматривается как некоторый объем геологического пространства, занимаемый карстующимися породами и перекрывающими их отложениями, испытывающими влияние карстового процесса. Исследование перекрывающих отложений в рамках интегрального карстологического прогноза, основанного на совокупной оценке комплекса признаков качественной оценки карстоопасности [3], позволит повысить его точность, путем увеличения числа рассматриваемых факторов.

Изменчивость карстового массива вследствие процессов растворения карстующихся пород, эрозии, аккумуляции и гравитационного обрушения обуславливает неоднородность его свойств в различных точках [3].

Цель исследования – выявление участков локальных изменений состояния перекрывающих отложений как возможных локализаций ослабленных зон в карстующихся породах. Рабочая гипотеза исследования заключается в следующем: физические и физико-механические свойства перекрывающих отложений изменяются над ослабленными зонами в карстующихся породах, причем данные локальные изменения зависят от гидрогеологической активности полости, ее глубины и вертикальных морфометрических параметров.

В исследовании использованы данные лабораторного опробования грунтов: плотность грунта, коэффициент пористости грунта, удельное сцепление, угол внутреннего трения. Выбор параметров не случаен: в современных моделях детальной оценки карстоопасности [1,4,5], выполняемой при инженерно-карстологических изысканиях, учитываются прочностные свойства и плотность перекрывающих толщ, таким образом, данные для предлагаемого автором анализа могут привлекаться из проводимых инженерных изысканий. Влажность грунта в данном анализе не рассматривается по причине сезонной изменчивости и подверженности влиянию техногенного фактора.

Исследуемый массив находится в карстологическом отношении в Кишертском районе преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста, в структурно-тектоническом плане – в пределах зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Предуральского прогиба [2].

Следует отметить, что в настоящем анализе исследовалась толща перекрывающих суглинисто-глинистых отложений. Свойства грунтов анализировались для толщи в пределах подряда, без разделения по литологической разновидности (ГОСТ 25100-2011), по причине схождения средних значений исследуемых показателей. В разрезе перекрывающих отложений исследуемой территории также встречаются супеси, пески и дресвяно-щелнистые грунты, образовавшиеся в результате разрушения коренных карбонатных пород, однако они в анализе не использованы вследствие недостаточного количества данных их лабораторного опробования.

Предлагаемый локальный анализ проводится с применением статистических методов и компьютерного моделирования. По данным лабораторных исследований по каждому показателю строится картографическая модель. В точках расположения карстовых полостей со всех моделей извлекаются значения показателей, по которым строится вариационный ряд значений и получается описательная статистика: M_x – среднее значение показателя на исследуемой территории, σ – среднеквадратичное отклонение. Данный подход позволяет оценить изменчивость исследуемых инженерно-геологических параметров в зависимости от распределения карстовых

полостей на участке. Далее строится эмпирическая кривая распределения, которая впоследствии выравнивается теоретической, в соответствии с выявленным законом распределения исследуемой случайной величин в целях сглаживания случайностей, связанных с недостаточным объемом экспериментальных данных.

Картографические модели, описывающие поле инженерно-геологического параметра, ранжируются по значениям в соответствии с намеченными интервалами на кривой распределения исследуемого показателя. Поиск участков локализации ослаблений в карстующихся породах проводится методом наложения картографических моделей, с предварительным присваиванием балла интервалам значений показателей на модели в соответствии со степенью опасности. Максимальный балл опасности (3) присваивается наиболее ожидаемому значению показателя в соответствии с его распределением ($M_x \pm 3\sigma$), минимальный (1) – наименее ($M_x \pm 3\sigma$), участком со значениями не более $M_x + 3\sigma$ и не менее $M_x - 3\sigma$ отводится значение 0 (рисунок 1). Результатом наложения является картографическая модель, на которой с увеличением интегрального показателя увеличивается вероятность местоположения ослабленных зон в карстовом массиве.

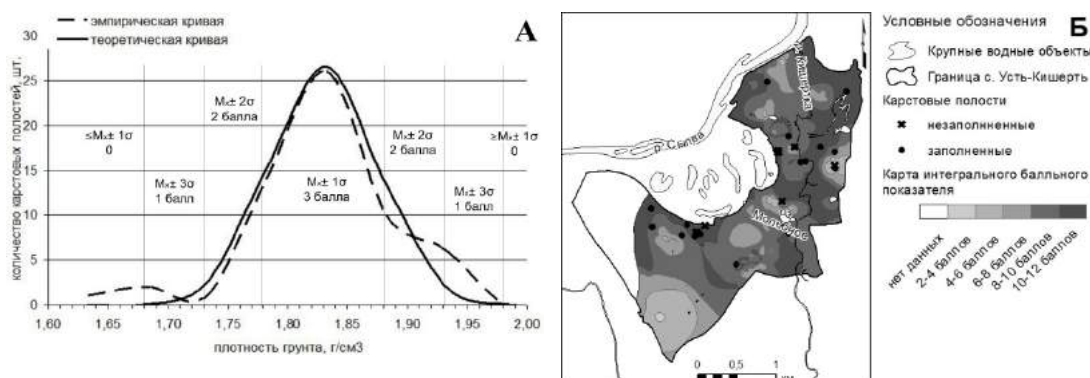


Рисунок 1. Пример ранжирования значений плотности грунта на картографической модели параметра с учетом распределения его значений на исследуемой площади (А) и карта интегрального показателя состояния перекрывающихся отложений (Б)

Апробация исследования проводится посредством пространственного анализа местоположения полостей, зафиксированных бурением на данной территории. Результат пространственного анализа представляется в табличном виде с указанием количества подземных карстовых форм пространственно соотнесенных с категориями на интегральной модели. Производится оценка морфометрии и глубины положения карстовых полостей и зон дробления для каждой категории.

Результат проведенного анализа выражен в виде интегральной карстологической модели исследуемой территории, поделенной на пять категорий с разным количеством баллов (рисунок 1). Автором отмечено, что наибольшее количество карстовых полостей попадает на территорию с максимальным значением интегрального показателя, наибольшая плотность карстовых форм приурочена к этим же участкам (таблица 1)

Таблица 1

Количественная оценка карстоопасности по выделенным категориям

Категория	Интегральный показатель	Площадь территории, км ²	Количество карстовых полостей		Плотность карстовых полостей, шт./км ²	
			заполненных	незаполненных	заполненных	незаполненных
1	2-4 балла	0,02	0	0	0,0	0,0
2	4-6 баллов	0,48	1	1	2,1	2,1
3	6-8 баллов	0,82	6	1	7,3	1,2
4	8-10 баллов	2,12	11	0	5,2	0,0
5	10-12 баллов	1,94	34	7	17,5	3,6

В результате исследования отмечено, что значения глубины большинства карстовых полостей в пределах второй категории колеблются в интервалах 40-50 м, третьей – 29-132 м, четвертой – 6,3-91,0 м, пятой – 14,6-88,0 м, вертикальная мощность полостей в пределах второй категории колеблется от 3,0 до 5,5 м, третьей – 1,0-3,5 м, четвертой – 0,4-9,0 м, пятой – 0,2-11,0 м. Ближе всего к поверхности встречены полости на участках четвертой и пятой категорий, максимальные значения вертикальной мощности приурочены также к двум последним категориям. Следует отметить, что количество незаполненных, гидрогеологически активных, карстовых полостей в пределах второй категории – 1, третьей – 1, пятой – 7. Максимальная вертикальная мощность незаполненной полости приурочена к пятой категории и составляет 7 м.

Таким образом, предлагаемая оценка карстоопасности носит локальный характер и имеет определенные ограничения: с ее помощью можно оконтурить зоны возможного существования ослабленных участков, но не указать точную локализацию карстовых полостей. Однако посредством данного анализа возможно наметить работу для дальнейшего детального изучения.

Литература

1. Аникеев А.В. Провалы в районах покрытого карста как результат массовой суффозии песков и разрушения глин//Карстоведение – XXI век:теоретическое и практическое значение: Материалы международного симпозиума (25-30 мая 2004, Пермь, Россия)/Пермский ун-т. – Пермь, 2004. – С 216-220.
2. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь: Изд-во Пер.м. ун-та, 1992. – 200 с.
3. Катаев В.Н. Основы структурного карстоведения: Учеб. пособие по спецкурсу/Перм. ун-т. – Пермь, 2004. – 143 с.
4. Кутепов В.М. Оценка устойчивости закарстованных территорий методом анализа напряженного состояния массивов пород. Обзор и рекомендации. – М.: ЦП НТГО, 1986. – 69 с.
5. Хоменко В.П. Карстовое провалообразование: механизм и оценка опасности // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Международного симпозиума / Под ред. В.Н. Катаева, Д.Р. Золотарева, С.В. Щербакова, А.В. Шиловой; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – С. 50-60.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРИВОДЯЩИХ К ОСЕДАНИЮ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

А.В. Ермолаева

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективы развития российской газовой отрасли связаны с разработкой нефтегазоносных территорий, таких как полуостров Ямал, Иркутская область, Республика Саха (Якутия), о. Сахалин, находящихся в сложных природно-климатических условиях. Существующие на сегодняшний день, нормативные документы по проектированию магистральных трубопроводов в достаточной степени обеспечивают безопасность функционирования объектов Единой системы газоснабжения (далее – ЕСГ). В то же время причины аварийных ситуаций, инициированных природными факторами сохраняются. В природно-техногенных системах, как правило, отмечается активизация процессов, под влиянием техногенной нагрузки, которые в ненарушенных условиях не фиксировались [1]. В связи с вышеизложенным рассмотрим перспективы возникновения процессов оседания земной поверхности на участке «Чаянда-Ленск» (км 60- км 80) строящегося газопровода «Сила Сибири» в Южной Якутии.

На данной территории, опасными геологическими процессами, способствующими возникновению механических напряжений в металле трубопровода, приводящих к снижению эксплуатационной надежности трубопровода будут являться карст и термокарст.

В соответствии с [2] территория Республики Саха (Якутия) подвержена проявлению карстовых и термокарстовых процессов. Общепринятой интегральной мерой карстовой опасности долгое время являлась среднеголетняя интенсивность провалообразования (случаев провалов /км²год), предложенная З.А. Макеевым (1948). Автор согласен с мнением В.С. Лукина, что для каждой территории полезны разные подходы при оценке карстовой опасности, например, для территории Кунгура основным критерием должен быть максимально возможный диаметр провала (Толмачев, 2010). Поскольку для изучаемой территории исходных данных не по интенсивности провалообразования, ни по диаметру провалов, ни по их возрасту недостаточно, нами предложено оценивать по карстовую опасность по интегральному критерию предрасположенности участков трассы к развитию карстового процесса.

Одним из критериев является наличие по трассе поверхностных форм карста. По результатам маршрутных наблюдений на схему были нанесены имеющиеся по трассе существующие проявления карста, отмеченные по диаметру проявлений по диапазонам (50 – 30 м; 30 – 20 м; 0 – 20 м) и глубине понижений (3,32 – 0,5 м) (рис.1).

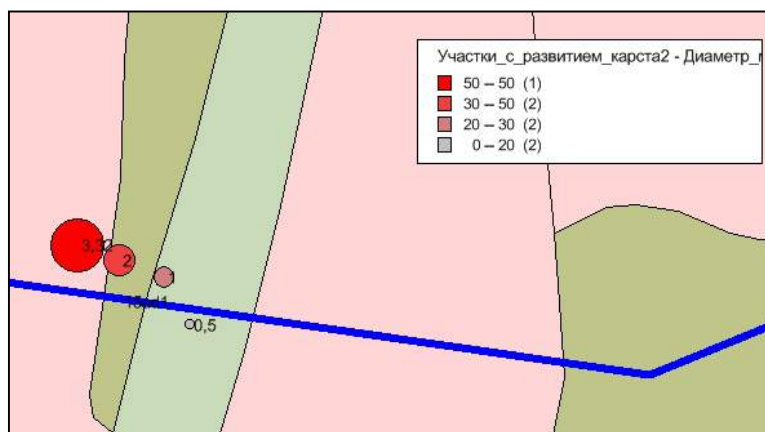


Рис.1. Наличие участков с развитием поверхностного карста в зоне размещения магистрального газопровода

По результатам геофизических исследований по трассе газопровода выделены участки с удельным электрическим сопротивлением грунтов (ρ)=600 Ом·м, характеризующиеся распространением скальных карстующихся пород (известняки, доломиты, мергели), мощностью 5-10 м [3]. Выделенные участки нанесены на картографический материал. Также в работе [4] отмечена зависимость рельефа от агрессивности подземных вод для исследуемого участка, в соответствии с которой можно выделить несколько участков, характеризующихся высокой вероятностью с предрасположенностью к карстовому процессу (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика участков трассы магистрального газопровода в зависимости от агрессивности подземных вод

Участок трассы	Н, абс.ср., м	Индекс неравносности θ (Са)ср.	Протяженность участка трассы, км
км 62,73 – км 65,06	404,9	-0,013	2,33
км 66,1 – км 66,89	408,25	-0,035	0,8
км 75,1 – км 80	434,5	-1,55	4,9

Кроме того, одним из критериев, снижающих карстовую опасность, при наличии закарстованных пород является наличие водоупора, состоящего из практически непроницаемых пород, перекрывающего растворимые толщи. Водопроницаемость грунтов зависит от значительного числа факторов. Наиболее на коэффициент фильтрации (k_f) влияют структурно-текстурные особенности грунта: гранулометрический состав, его однородность, форма и размер пор, ширина раскрытия трещин и пр. Коэффициент фильтрации различных пород изменяется в очень широких пределах. В данной работе использовалась классификационная характеристика грунтов по водопроницаемости, предложенная Н.Н. Масловым [5].

Таким образом, по совокупности критериев предварительно были выделены участки, наиболее вероятные в провалообразованию, вследствие карстовых процессов (Рис.2.). Для построения схемы районирования использовалось программное обеспечение Mapinfo Professional.

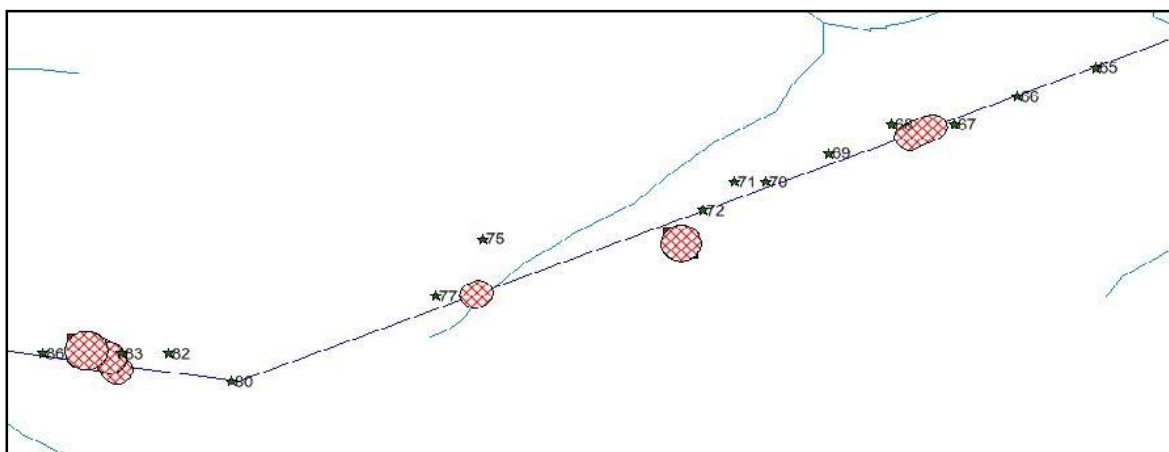


Рис.2. Участки магистрального газопровода, наиболее вероятные к провалообразованию

★75 Скважины
 Наиболее опасные участки

При оценке риска термокарста необходимо учитывать опыт строительства и эксплуатации первого магистрального нефтепровода в криолитозоне – ВСТО-1. В нашем случае, основным фактором, увеличивающим риск проявления термокарста, является изменение теплообмена на поверхности почвы, при котором либо глубина сезонного оттаивания начинает превышать глубину залегания подземного льда или льдистых многолетнемерзлых пород, вследствие вырубки просеки для эксплуатации трубопровода. В работе [6] отмечена опасность участков с льдогрунтами, пластовыми и полигонально-жильными подземными льдами. Для определения опасных участков предлагается следующий алгоритм: анализ геолого-литологических колонок для определения участков трассы с наличием льдов и льдогрунтов. Также необходимым мероприятием является анализ космоснимков для определения участков с деградирующей растительностью – отличительный признак наличия подземных льдов.

Литература

1. Власова Л.В., Ракитина Г.С., Долгов С.И. Влияние природных факторов на устойчивость функционирования Единой системы газоснабжения России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 184 с.
2. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

3. Strokova L. A., Dutova E. M., Ermolaeva A.V., Alimova I. N., Srelnikova A. B. Karst hazard assessment in the design of the main gas pipeline (South Yakutia) (Article number 012032)// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 – Vol. 27. – p. 1-7.
4. Ермолаева А.В., Алимова И.Н. Изучение карстообразования на территории Ленского района Республики Саха (Якутия) при проектировании объектов магистрального транспорта нефти и газа// Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашисткой Германией. Том 1. Томский Политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 380 с.
5. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. М.: Высшая школа, 1968. – 166 с.
6. В. Г. Кондратьев. В.А. Бронников. Опасные инженерно-геокриологические процессы и явления на трассе магистрального нефтепровода ВСТО-1: методы изучения и защиты.// Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Издательство Томского Политехнического университета, 2015. – с. 164.
7. Strokova, L.A. 2010. Methods of estimating surface settlement during driving of urban tunnels. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 47(3): 92–95.

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ ТАБЛИЦЫ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ РУДНИЧНОГО РАЙОНА Г.КЕМЕРОВО

А.С. Евстифеева

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Кемерово является областным и промышленным центром юго-западной Сибири и занимает площадь 282 км². Промышленность представлена более 100 предприятиями угледобывающей, химической, машиностроительной, энергетической и других отраслей. В связи с активным увеличением площади города, а также плотной застройкой жилых микрорайонов, возрастает техногенная нагрузка на поверхность. В свете этой проблемы, актуальным является разработка региональной таблицы нормативных значений прочностных характеристик грунтов на основе исследования корреляционных связей между показателями физико-механических свойств наиболее характерных геолого-генетических комплексов пород исследуемого региона. Это позволит существенно сократить финансовые и трудовые затраты на инженерно-геологические изыскания без значительной потери точности данных. В основу работы положены данные предоставленные компанией ООО «Геотехника», с объектов на которых проводились изыскания, в Рудничном районе г.Кемерово.

Таблица 1

Обобщенные характеристики показателей гранулометрического состава, физико-механических свойств глинистых пород Рудничного района, г.Кемерово

	Стратиграфо-генетический комплекс	Статистика	Грунт	Гранулометрический состав в %, размер частиц в мм						Полная влажность W_{sat}	Естественная влажность W	Граница текучести W_L	Граница раскатывания W_{gr}
				0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005				
1	е P2 - Q	X	Глины, суглинки	12,88	19,13	11,87	18,90	14,31	19,55	0,22	0,19	0,35	0,22
2		N		21	21	21	21	21	21	37	37	37	37
3	е P2	X	Супеси, суглинки	3,78	4,86	8,78	37,33	14,98	10,92	0,27	0,25	0,32	0,21
4		N		24	25	28	28	28	28	31	36	35	35
5	d QIII	X	Супеси, суглинки								0,24	0,23	0,31
6		N									12	12	12
7	ed Q II-III	X	Глины, суглинки	10,9	15,1	10,0	37,6	14,5	11,2	0,3	0,3	0,3	0,2
8		N		17	17	18	18	18	18	77	79	79	79

Продолжение табл. 1

	Характеристика пластичности			Показатель текучести I_L		Плотность ρ , г/см ³		Пористость n , %	Коэффициент пористости e	Касат. напряжение τ , МПа при норм. давлении σ , МПа	
	Число пластичности I_p	В естественном состоянии	В водонасыщенном состоянии	В естественном состоянии	В водонасыщенном состоянии	Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³			Угол внутреннего трения ϕ , град.	Удельное сцепление C , МПа
1	0,12	-0,25	-0,03	2,04	2,08	2,71	1,71	36,65	0,58	26,42	0,06
2	37	37	37	37	37	37	37	37	37	24	24
3	0,11	0,37	0,50	1,98	2,00	2,70	1,59	41,13	0,72	19,58	0,01
4	35	35	31	31	31	31	31	31	31	20	20
5	0,21	0,10	0,25	0,29	2,03	2,04	2,70	1,65	38,92	0,98	22,58
6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
7	0,1	0,5	0,5	2,0	2,0	2,7	1,6	40,6	0,7	20,1	0,0
8	79	79	77	77	77	78	77	77	77	71	71

Исследования физико-механических характеристик грунтов проводились в лабораторных условиях. В данной работе использованы результаты испытаний 450 проб отобранных из скважин территории Рудничного района Обобщенная характеристика показателем гранулометрического состава, физико-механических свойств глинистых пород Рудничного района, г. Кемерово представлены в табл. 1.

Геологическое строение исследованной территории обусловлено приуроченностью района к северо-восточной части Кузнецкой межгорной впадины. В геологическом строении территории принимают участие верхнепермские отложения осадочного комплекса, перекрытые с поверхности толщей рыхлых четвертичных образований аллювиально-делювиального и элювиального генезиса. В геоморфологическом отношении площадки расположены на склоне водораздела р. Томь. Рельеф поверхности слабонаклонный, волнистый, с общим понижением на юго-восток в сторону долины р. Томь.

Верхнепермские элювиальные отложения (e P₂) представлены сапролитом, с сохранившимися, но сильно ослабленными структурными связями, состоит из супеси, суглинка, песка с содержанием обломочного материала до 50%. Грунт сохранил реликтовые текстурные и структурные особенности материнских пород, но обломки имеют низкую прочность. Керн разбирается руками на дресву и щебень, которые частично растираются в песчано-глинистый материал или с трудом разламываются на более мелкую фракцию. Так же выделен щебенистый и дресвяный грунт - зона выветрелой породы или рухляка, представлена песчаником на глинистом цементе с прослоями алевролита. Грунт сильно выветрелый, сильно трещиноватый, с сохранившимися реликтовыми текстурными и структурными особенностями исходных материнских пород. В массиве представляют собой обломочную зону коры выветривания осадочных пород (преимущественно алевролитов и песчаников). К тем же отложениям относится выделенный песчаник темно-серого и буровато-серого цвета мелко- и среднезернистый, маловлажный, выветрелый, трещиноватый, представляет собой глыбовую зону коры выветривания.

Верхнепермские-четвертичные элювиальные отложения (e P₂ - Q) представлены суглинками и глинами серовато-бурого, желтовато-бурого и охристо-серого цвета, маловлажными, плотными по бурению, содержащими до 5-15% дресвы и щебня весьма низкой прочности. Слой представляет собой дисперсную зону коры выветривания осадочных пород (преимущественно алевролитов, реже песчаников и аргиллитов).

Верхне-четвертичные делювиальные отложения (d Q_{III}) представлены суглинком темно-бурым, серовато-бурым. Грунт плотный, полутвердой и тугопластичной консистенции, насыщенный водой.

Средне-верхне-четвертичные элювиально-делювиальные отложения (ed Q_{III}) представлены суглинком бурым, темно-бурым, серовато-бурым, серым, ожелезненным, насыщенным водой, от полутвердой до мягкопластичной консистенции, в подошве слоя с линзами глины.

Для прогноза значений прочностных характеристик по данным о составе, состоянии, физических свойствах грунтов использован многофакторный корреляционный анализ, были рассчитаны нормативные значения прочностные характеристики грунтов (табл. 2), которые отражают региональные особенности пород.

Таблица 2.

Нормативные значения угла внутреннего трения (φ) и удельного сцепления (c) грунтов Рудничного района г. Кемерово

Стратиграфо-генетический комплекс	Грунт	Нормативные пределы II	φ , град., при e , д.е. C , МПа., при e , д.е.							
			*	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
e P2 - Q	суглинок	0,00-0,25	φ	31	25	26	29	н.д.	н.д.	н.д.
			c	0,09	0,074	0,061	0,0524	н.д.	н.д.	н.д.
		0,25-0,50	φ	23	23	24	23	н.д.	н.д.	н.д.
			c	0,070	0,067	0,043	0,037	н.д.	н.д.	н.д.
		0,50-0,75	φ	25	19	н.д.	27	н.д.	н.д.	н.д.
			c	0,068	0,079	н.д.	0,035	н.д.	н.д.	н.д.
e P2	суглинок	0,50-0,75	φ	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	21	17	н.д.
			c	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	0,008	0,009	н.д.
		0,75-1,00	φ	н.д.	н.д.	н.д.	22	18	19	22
			c	н.д.	н.д.	н.д.	0,01	0,012	0,011	0,01
d QIII	суглинок	0,25-0,50	φ	н.д.	н.д.	22	23	н.д.	н.д.	н.д.
			c	н.д.	н.д.	0,027	0,028	н.д.	н.д.	н.д.
ed Q II-III	суглинок	0,00-0,25	φ	н.д.	19	н.д.	22	21	н.д.	н.д.
			c	н.д.	0,008	н.д.	0,042	0,04	н.д.	н.д.
		0,25-0,50	φ	17	17	22	24	22	н.д.	н.д.
			c	0,034	0,4	0,023	0,022	0,019	0,014	н.д.
		0,50-0,75	φ	21	20	23	24	28	26	н.д.
			c	0,037	0,03	0,03	0,015	0,018	0,009	н.д.
		0,75-1,00	φ	н.д.	н.д.	22	н.д.	н.д.	20	н.д.
			c	н.д.	н.д.	0,47	н.д.	н.д.	0,015	н.д.

Н.д.- нет данных

Как уже было сказано выше, составленные таблицы для Рудничного района г. Кемерово дают объективную возможность для использования их в ускорении процессов проектирования оснований зданий и сооружений на рассматриваемой территории. Подобная таблица для города Кемерово в целом позволила бы значительно сэкономить финансовые и трудовые ресурсы при последующих работах.

Литература

1. Строкова Л.А. Разработка региональной таблицы нормативных значений деформационных и прочностных характеристик грунтов юга Томской области // Инженерная геология, №5. – 2012. – С.40-50.
2. СП22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. – М.: Минрегионразвития, 2010. – 161 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАН-БЕХТЕМИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Н.А. Животова

Научный руководитель старший преподаватель Е.П. Янкович

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Алтайский край богат запасами как пресных, так и минеральных подземных вод (188 месторождений подземных вод с запасами 2433,99 тыс. м³/сут на 01.01.2011 г.). Воды примерно 1,5 тысячи скважин соответствуют критериям минеральных вод, пригодных для питьевых и лечебных целей [2]. Минеральные воды различного состава в настоящее время широко используются в санаторной практике и выпускаются в виде бутилированной воды.

В районе расположения санатория «Рассветы над Бией», рядом с с.Стан–Бехтемир Бийского района Алтайского края в 30 км от города Бийска более 150 лет был известен источник «Серебряный ключ» и считался у местного населения целебным источником, который назывался «Святой ключ». Ее отличительной особенностью являлась способность к длительному хранению без изменения вкусовых качеств [4].

В 1989 г. на территории санатория была пробурена скважина 252-Д. По инициативе директора санатория Е.В. Лебедева при участии специалистов Томского научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии (под руководством к. г.-м. н. Н.К. Джабаровоной и д. м. н. Т.Н. Зариповой) проведена комплексная курортологическая оценка местности санатория. В 1991-1994 гг. в результатах отчёта «О комплексной курортологической оценке местности санатория «Рассветы над Бией» был приведён химический состав воды водопроводов в районе санатория. Были выявлены специфические компоненты (серебро – 4,5-7,0 мкг/л и кремниевая кислота – 24,7-36,0 мг/л), что позволило выделить эти воды в особую группу "серебросодержащих" и отнести в группу "условно кремниевых вод".

В 2000-2002 гг. в районе действующего водозабора санатория «Рассветы над Бией» было разведано Стан-Бехтемирское месторождение подземных вод, эксплуатационные запасы в расчете на 25-летний срок эксплуатации утверждены в объеме 1000 м³/сут.

Цель добычи подземных вод – хозяйственно-питьевое и производственное водоснабжение, использование в лечебных целях и для промышленного розлива. Добыча подземных вод осуществляется с использованием двух эксплуатационных скважин 250-Д и 252-Д (таблица).

Район имеет двухярусное геологическое строение. Верхний структурный ярус сложен осадками аллювиального генезиса четвертичного возраста (пески разнородные с гравием и галькой, гравийно-галечниковые отложения) мощностью 60-100 м. Образования фундамента (нижний ярус) представлены глинистыми и алевролитистыми сланцами нижнего и среднего кембрия. Подчиненное значение имеют песчаники, микрокварциты, известняки. Мощность отложений достигает 2000 м. Незначительно распространены среднедевонские интрузивные породы (граниты, гранит-порфиры).

Гидрогеологические условия месторождения предопределены двухярусным геологическим строением района. К породам фундамента приурочены трещинные, трещинно-жильные, к осадочному чехлу – порово-пластовые подземные воды [1].

Таблица

Сведения по скважинам

№ скв.	Глубина, м	Геол.индекс эксплуатируемого горизонта	Назначение скважин	Химический состав вод
250-Д	26	аQн	хозяйственно-питьевое водоснабжение производственно-техническое водоснабжение лечебные цели промышленный розлив	H_2SiO_3 (22.1) М (0.53) $\frac{HCO_3 (97)Cl (3)}{Ca (61)Mg(30)}$ рН 8,2
252-Д	27	аQн		H_2SiO_3 (22.1) М (0.53) $\frac{HCO_3 (97)Cl (3)}{Ca (61)Mg(30)}$ рН 8,2

В разрезе выделяется девять водоносных и один водоупорный горизонт. Водозабор санатория эксплуатирует тобольско-самаровский аллювиальный горизонт, приуроченный к отложениям монастырской свиты и залегающий под комплексом аллювиальных пойменных и надпойменных террас на глубинах 12-70 м. Наименьшие глубины залегания приурочены к пойме р. Бия, максимальное – к поверхности пятой надпойменной террасы. Водовмещающие породы – гравийно-галечниковые отложения с песчаным заполнителем.

Скважины 250 Д и 252 Д, расположенные на территории санатория «Рассветы над Бией», вскрывают водоносный горизонт четвертичного возраста (монастырская свита), представленный валунно-галечниковыми отложениями. Глубина залегания кровли горизонта составляет 8-12 м, мощность горизонта – 12-14 м, уровни воды устанавливаются на глубине 2,25 м от поверхности земли. Дебит скважин – 39,6 и 54,0 м³/час при понижении 0,75 и 4,40 м.

Научные исследования подземной воды Стан-Бехтемирского месторождения проводятся с 1990 г. (1992 – 2012 Томский НИИКиФ, 1993 – 2012 Томский НПЦ Сибминводы, 1993 – 1995, Томский политехнический институт, 1993 – 2008 Новосибирский мед. университет, 1994 – 2008 Российский НЦВМиК, 1995 – 2012 Алтайский мед. университет, 2000 - 2012, Алтайский политехнический институт (Бийский филиал) и др.).

По химическому составу это слабуминерализованная гидрокарбонатная магниевая-кальциевая, со слабощелочной реакцией (рН от 7,8 до 8,2 ед.) лечебно-столовая минеральная вода (таблица). Содержание макро и микрокомпонентов находится в пределах норм, кроме повышенного содержания марганца – до 0,47 мг/л. Незначительно повышено содержание серебра, до 3-5 фоновых значений, характерных для юга Западно-Сибирского артезианского бассейна (4,8-6,3 мкг/л). В работе [1] показано, что химический состав воды стабилен по всем показателям в течение года.

На основании исследований водовмещающих пород [4], проведенных в ТПУ, ТГУ, ТомскНИПИнефть, показано, что по литолого-минералогическим показателям песчаные отложения не могут являться источником значимого поступления серебра в природные воды. В составе песка значительного содержания собственных минералов серебра не установлено. В песках и глинах монастырской свиты содержание серебра соответствует кларковому, предполагается, что повышенные концентрации серебра в покровных сутлинках обусловлены его накоплением в форме металлоорганических комплексов, а также сорбцией растительностью.

Отличие воды Стан-Бехтемирского месторождения от простых питьевых вод заключается в том, что она обладает лечебно-профилактическими свойствами. Уникальное природное сочетание в воде микродоз серебра и кремниевой кислоты, содержания кальция, магния, железа и гидрокарбонатов оказывает воздействие на обменные процессы в организме. В санатории "Рассветы над Бией" в течение 25 лет успешно используются методики лечения минеральной водой "Серебряный ключ" [5].

На Стан-Бехтемирском месторождении осуществляется комплексный подход к использованию вод, уровни добычи по видам водопользования:

- хозяйственно-питьевое водоснабжение – 13,17 тыс.м³/год
- производственно-техническое водоснабжение – 5,0 тыс.м³/год
- лечебные цели – 18,95 тыс.м³/год
- промышленный розлив – 7,8 тыс.м³/год.

Литература

1. Беляева Л. А. Исследование сохраняющих факторов и идентификация подлинности природной бутилированной столовой воды: Диссертация канд. технических наук. – Кемерово, 2014 г. – 122 с.
2. Гидрогеология СССР. Том XVII. Кемеровская область и Алтайский край Недр, Москва, 1972 г., 399 стр.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2010 году». – Барнаул, 2011. – 175 с.
4. Минеральная вода «Серебряный ключ» и другие природные лечебные факторы курорта «Бехтемирский» санатория «Рассветы над Бией»: Метод. Рекомендации врачей-интернов и студентов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Барнаул. – 38с.
5. <http://www.rassvety.ru/lechebnye-factory/mineralnaya-voda>

РАСЧЕТ ВОДОПРИТОКОВ В КАРЬЕР НА УДЕРЕЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ VISUAL MODFLOW.**А.А. Жошкин****Научный руководитель начальник отдела ГИС С.В. Пацук
ООО «Экосупервайзер», г.Красноярск, Россия**

Настоящие работы выполнялись ООО «Экосупервайзер» по договору от 30 января 2015 г № 38ПБК-2015 с ООО «Производственно Буровая Компания». Разрешение на публикацию от Заказчика получено.

В административном отношении рассматриваемая территория входит в состав Мотыгинского района Красноярского края. Промышленное освоение Удерейского месторождения необходимо ликвидации дефицита России в сурьме.

Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Колебания абсолютных температур составляют от -50°C до $+34^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков изменяется от 450 до 490 мм., при среднем значении 486 мм.

Река Удерея, в верховьях которой расположено Удерейское месторождение, принадлежит бассейну р. Ангары и является правым притоком р. Каменка. Тип питания водотоков можно охарактеризовать как смешанный, в котором принимают с разной долей участия,

Гидрометрические измерения на р. Удерея

В пределах месторождения распространены: - Водоносный четвертичный элювиально-делювиальный горизонт разбит на всей площади месторождения. Отложения представлены суглинистым и глинистым материалом со щебнем глинистых сланцев. Мощность отложений на водоразделах и склонах изменяется от 1,5 до 3,0 м., увеличиваясь к долинам рек до 5-6 м, в отдельных случаях до 10 м.

- Водоносный четвертичный аллювиальный комплекс имеет ограниченное распространение, выделяется в долинах р. Удерея и руч. Безмянного. В пойменной части отмечаются илы и иловатые суглинки, залегающие в виде линз. Преобладание грубообломочных фракций является следствием дражной отработки. Сверху аллювиальные отложения перекрыты суглинками. Мощность аллювия изменяется от 2 до 6 м., в отдельных местах до 10 м.

- Водоносный верхнепротерозойский терригенный комплекс наиболее широко распространен в районе месторождения. Водовмещающие отложения представлены серицитовыми, хлорит-серицитовыми и кварц-серицитовыми сланцами удерейской свиты, собранными в мелкие складки. Сланцы разбиты системой трещин, образующих зоны повышенной трещиноватости и дробления пород северо-западного и северо-восточного (преимущественно) направлений.

Численное моделирование геофильтрации выполнялось с применением программного пакета Visual Modflow корпорации Waterloo Hydrogeologic Inc. (Канада), предназначенного для решения гидрогеологических задач. Он основан на расчетных модулях программы Modflow Геологической службы США (USGS), имеет графический интерфейс и содержит ряд других улучшений и возможностей.

Необходимыми исходными данными для выполнения численного моделирования являются следующие параметры: условия на внешних границах, абсолютные отметки кровли и подошвы ВГ, показатель упругой водоотдачи, матрица коэффициентов фильтрации (Кф), величина водоотбора водозаборными скважинами, гидравлическое сопротивление русла реки, а также калибровочная информация по статическому и динамическому положениям уровня подземных вод.

Процесс моделирования заключался в проведении факторно-диапазонной оценки заложенных в модель фильтрационных параметров, т.е. в ее калибровке.

Для выполнения последней в первую очередь решалась обратная задача в стационарной постановке. Для этого по возможности были смоделированы так называемые естественные условия залегания уровня подземных вод при отсутствии водоотбора. Для уточнения емкостных характеристик ВГ была решена обратная задача в нестационарной постановке. После этого была рассчитана прямая (прогнозная) задача в нестационарной постановке на конечный расчетный период опытно-промышленной эксплуатации карьера (6 лет).

Как известно, моделирование гидрогеологических условий трещинных массивов горных пород сопряжено с определенными трудностями, обусловленными:

- значительной изменчивостью фильтрационных свойств пород, как в плане, так и в разрезе;
- неравномерность инфильтрационного питания подземных вод по площади, во времени в течение года и в многолетнем разрезе;

- возможностью нарушения линейного закона фильтрации на отдельных участках потока, а также нарушения сплошности потока подземных вод в процессе интенсивного водоотбора.

Следует отметить, что в рассматриваемых условиях, в зоне активной трещиноватости в целом существует хорошая гидравлическая связь между отдельными водоносными трещинами, однако с углублением горных работ и снижением свободной поверхности потока проницаемость пород основной части массива существенно уменьшается.

Для построения модели использованы геологическая и гидрогеологическая карты месторождения, карты гидроизогипс на разные периоды времени, данные режимных наблюдений за уровнями и водопритоками, граничные условия потока в соответствии с современной изученностью.

Для схематизации гидрогеологических условий Удере́йского месторождения принята двухслойная модель. Первый от поверхности слой соответствует зоне открытой трещиноватости мощностью 60 м. Второй слой соответствует толще метаморфических сланцев удерейской свиты с существенно меньшей водопроницаемостью. В центральной части месторождения из верхнего горизонта во второй слой скопированы зоны дробления пород, связанные тектоническими нарушениями северо-восточного и северо-западного направлений, которые отличаются более высокой водопроницаемостью.

Исследуемая область фильтрации была вписана в прямоугольник размером 2×3 км, который полностью включает бассейн руч. Безымянного. Шаг сетки 20×20 м, модель имела 110 колонок и 146 строк, с последующим сгущением шага сеточной области до трех метров вблизи скважин № 4 и № 5, по которым моделировалась опытная откачка. Анализ карты водопроницаемости позволил выделить участки с высокой анизотропностью фильтрационных свойств трещиноватого массива. Коэффициенты фильтрации по данным опытно-фильтрационных работ имеют большой разброс значений от 0,04 - 0,4 м/сут. до 1,0-1,6 м/сут. На участках, приуроченных в основном к зонам тектонических нарушений и связанными с ними зонами дробления достигают значения 7,7 м/сут.

Граничные условия I рода (постоянный напор) задавались на южной границе модели, соответствуют р. Удере́й с отметками 369-359 м. На северной границе модели условно задано граничное условие I-го рода с отметками уровня подземных вод 400-500 м. с последующей корректировкой. По руч. Безымянному, протекающему в меридиональном направлении, задано граничное условие 3-го рода. Глубина ручья составляет 0,5 м., ширина 2 - 3 м.

Инфильтрационное питание задается количеством атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков по данным метеостанции пос. Мотыгино составляет 486 мм/год. Величина инфильтрации, принятая при численном моделировании, составила до 40% на паводок и около 25-28% в межень, с последующей корректировкой в процессе калибровки модели.

В дальнейшем процесс моделирования заключался в проведении факторно-диапазонной оценки заложенных фильтрационных параметров, т.е. в ее калибровке. При этом считается, что фильтрационные параметры, определенные по данным ОФР достаточно жесткие. Для калибровки в первую очередь была решена обратная задача в стационарной постановке. Были, по возможности, смоделированы естественные условия, когда все пробуренные скважины использовались только, как наблюдательные. Калибровка проводилась по замерам уровня начала июня 2009 г. При этом работы в карьере не производились и какой-либо водоотлив отсутствовал. Таким образом, смоделировать естественные условия.

В целом можно сделать вывод о том, что расчетные уровни вполне удовлетворительно соответствуют фактическим. При этом наилучшее соответствие расчетных уровней фактическим данным, отмечается на паводковый период – временной интервал, на который решается прогнозная задача.

Кроме оценки соответствия расчетных и фактических уровней, было выполнено сравнение модельных и фактических расходов речной сети. Для этого, был определен и сравнивался теоретический объем подземного стока в ненарушенных условиях и фактические данные по гидрометрическим наблюдениям. Также моделировался переток из реки в карьер. В процессе калибровки модели отмечалась хорошая сходимости расчетных данных с фактическими данными.

Как отмечено выше, построение динамических моделей сдерживается отсутствием наблюдений по специальным режимным скважинам. Однако наличие такого мощного источников воздействия, как водоотлив из карьеров не могут быть не учтены при калибровке модели хотя бы качественно или по отдельным разрозненным наблюдениям. Для проверки адекватности модели с помощью граничного условия 3 рода (дрена) были заданы два карьера на период июня 2008 г. Сопrotивление 20 м²/сут. общий водоотбор дрен составил 740 м³/сут (т.е. 31 м³/час). Это примерно соответствует постоянно включенному насосу, производительностью 40 м³/час, который обычно работает в карьере после окончания паводка.

Выполнен расчет, предполагается постепенное углубление горных выработок до проектной отметки. При этом принято, что на проектную отметку карьеры выходят за 1 год до конца отработки.

При использовании любого из вариантов наблюдается перехват речного стока. Воронка депрессии имеет эллипсовидную форму с длинной осью по направлению наибольшей трещиноватости пород т.е. север-северо-восток. Южная граница стабилизировалась у уреза р. Удере́й. Прогнозное распределение уровней на конечный период опытно-промышленной эксплуатации.

Таблица

Результаты расчета

Интервал, суг.	Абс отметка, м		Водоотбор, м ³ /суг.
	Карьер 1	Карьер 2	
0	365	367	0
365	355	359	2217
730	345	351	3593
1095	335	343	4364
1460	327	335	4886
1825	316	331	5280
2190	316	330	5084

В ходе работы были выполнены расчеты гидродинамическим методом. Полученные результаты незначительно отличаются от полученных расчетов с помощью численного моделирования в среде Visual modFlow. Это говорит о правильности задания начальных условий и схематизации. В дальнейшем предполагается разведка нескольких участков на данном месторождении, где можно будет также применить данную схему расчётов, для получения более точного прогноза и предоставлении его проектной организации для принятия своевременного решения по проектным решениям разработки участка.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОДОЗАБОРА АКАДЕМГОРОДКА (Г. ТОМСК)

М.С. Зарубов А.Е. Поскотинов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Академическое месторождение подземных вод, эксплуатируемое с 1974 года Заварзинским водозабором, обеспечивает население Академгородка г. Томска питьевой водой. Месторождение является типичным представителем месторождений, расположенных в низкогорных условиях Алтае-Саянской складчатой области, которая относится к геохимической провинции железо- и марганецсодержащих подземных вод. В геолого-структурном отношении месторождение расположено в пределах Колывань-Томской складчатой зоны. В гидрогеологическом отношении, Академическое месторождение приурочено к доюрскому обрамлению Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области. Основной продуктивной толщей являются трещиноватые породы палеозойского фундамента, так как отложения чехла относительно маломощны и играют подчиненную роль в геологическом разрезе [1, 2].

В настоящее время на месторождении сформировались нарушенные гидродинамические и гидрогеохимические условия пласта, которые вызваны длительной эксплуатацией водозабора и увеличением водоотбора в последние годы. Изменение гидродинамических условий проявляется в виде формирования депрессионной воронки, что наиболее сильно проявляется в районе скважин 2, 3, 6. Падение уровня подземных вод в границах депрессионной воронки влечет за собой рост мощности зоны аэрации, вследствие чего увеличивается поступление атмосферного кислорода в пласт. Это способствует нарушению гидрогеохимических условий в системе вода-порода-газ. Поступление атмосферного кислорода активизирует темпы экзогенного минералообразования, которое способно приводить к усилению кольматации экзогенных трещин продуктами окисления, а также интенсифицирует рост минералообразования на технологическом оборудовании скважины. В совокупности эти процессы приводят к уменьшению водообильности пласта, дебита скважин и, в конечном итоге, увеличению себестоимости эксплуатации водозабора.

Водозабор Академгородка эксплуатирует водоносный комплекс палеозойских отложений, широко развитый на площади Томь-Яйского междуречья и используемый для организации децентрализованного водоснабжения отдельных потребителей. Прогноз работы водозаборных скважин на Академическом месторождении подземных вод выполнен с использованием численного моделирования, поскольку для участка исследований характерна тесная связь поверхностных и подземных вод плохо поддающаяся схематизации при сложной в плане конфигурации речной сети. Известные типовые расчётные схемы водозаборов, учитывающие влияние внешних граничных условий строятся с использованием метода зеркальных отображений, который позволяет применять удовлетворительно работающие расчётные схемы только для прямолинейных в плане границ. В прогнозных расчётах сложные очертания контуров граничных условий требуют либо их спрямления, что существенно искажает природные условия, либо использования других методов учета влияния граничных условий. К таким методам прогноза относится численное моделирование, предназначенное для максимально полного учета пространственной неоднородности строения области фильтрации, включая сложный характер и форму граничных условий.

Схематизация гидрогеологических условий выполнялась в два этапа. На первом этапе составлялась природная гидрогеологическая схема, которая, на заключительном этапе, преобразована в численную модель, ориентированную на использование программного комплекса *Groundwater Modeling System (GMS)*.

Анализ гидрогеологических условий участка исследований показывает, что подземные воды палеозойских отложений, перспективные для организации централизованного водоснабжения Академгородка,

приурочены к зоне экзогенной трещиноватости, осложненной тектоническими нарушениями. Наиболее обводненной является верхняя часть геологического разреза мощностью 70-90 м. С глубиной трещиноватость резко затухает, а обводненность пород значительно уменьшается. В кровле пород палеозоя залегают глинистая кора выветривания с низкими фильтрационными свойствами. Уровни подземных вод устанавливаются выше зоны трещиноватости, что позволяет рассматривать её как напорный водоносный пласт. Подземные воды в пределах восточных окраин города образуют водонапорную систему, характеризующуюся разнонаправленным движением подземных потоков, контролируемых речной сетью [3, 4]. Поэтому для задания граничных условий нами использованы русла рек в качестве естественных дренажей, а со стороны водоразделов модель ограничена контурами постоянных напоров за пределами предполагаемого влияния водозабора. Поверхностные водотоки, как показывают результаты опытно-фильтрационных работ, должны быть границами третьего рода. Величина гидравлического сопротивления подрусловых отложений р. Ушайки определена при полевых исследованиях на смежном Родионовском участке и составило величину 70 м. Внутренние границы модели представлены водозаборными скважинами.

Фильтрационные параметры характеризуются весьма существенной неоднородностью. Определяющими факторами, формирующими водопроницаемость пород, является экзогенная трещиноватость, на которую наложили влияние процессы тектонической нарушенности и внедрение пород дайкового комплекса. Эти особенности предполагают уточнение пространственного распределения фильтрационных параметров по результатам эпигнозного моделирования.

Численная модель области фильтрации предусматривает решение вместо дифференциального уравнения в частных производных второго порядка, аналогичной ему системы конечно-разностных уравнений, основанной на пространственно-временной дискретизации области фильтрации на пространстве конечно-разностной сетки.

Создание модели технологически предполагает использование идеологии концептуального подхода, согласно которому все элементы модели вначале описываются количественно параметрами графических примитивов, размещаемых на отдельных электронных слоях, называемых покрытиями. На завершающем этапе вся гидрогеологическая информация, накопленная в покрытиях, передаётся на пространство конечно-разностной сетки. Такой приём позволяет структурировать исходные данные и проводить их предварительную обработку.

Основой для модели послужила геологическая карта масштаба 1:25 000. Карта использовалась для создания цифровой модели рельефа. На основе горизонталей рельефа была создана сеть реперных точек, с присвоенными значениями высотных отметок. Карта отметок дневной поверхности позволяет проследить основные закономерности изменения рельефа и оценить в первом приближении структуру фильтрационных потоков. Цифровая модель рельефа была создана с помощью программного комплекса *Surfer*. И сохранена в виде самостоятельного покрытия.

Другие покрытия модели, имеющие собственные мнемонические названия, содержат границы области фильтрации («Границы»), внутренние граничные условия представленные реками («Ушайка») и скважинами («Скважины»), инфльтрационным питанием («Питание»).

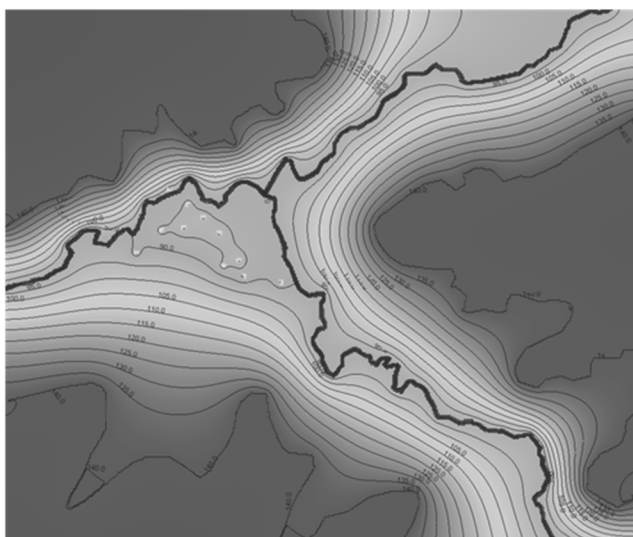


Рис. 1 Решение стационарной задачи (1000 м³/сут на скважину)

Фильтрационная неоднородность количественно охарактеризована значениями коэффициента фильтрации («Кф»). Управление неравномерностью пространственной разбивки конечно-разностной сетки контролирует сеть опорных точек («Опорные точки»).

На рис. 1 представлено решение стационарной задачи под влиянием работы водозаборных скважин в функции напора. В области фильтрации эксплуатационные скважины создают депрессионную воронку в

условиях активного взаимодействия с границами третьего рода, что существенно сокращает её размеры. Полученное напорное поле позволяет детально оценить все балансовые характеристики водозаборного участка.

Кроме того, модель, включающая в себя данные о пространственном расположении системы разрывных нарушений и экзогенных трещин позволяет нам выбирать наиболее благоприятные участки для заложения новых эксплуатационных скважин, а также прогнозировать их влияние на гидродинамическую обстановку в пласте.

Литература

1. Дутова Е.М., Вологодина И.В., Покровский Д.С., Заморовская Л.В. Изменение гидрогеохимических условий при эксплуатации Академического месторождения // Известия Томского политехнического университета. 2008. – Т. 312. – №1. – С. 59–63.
2. Дутова Е.М., Покровский Д.С. Геохимия подземных вод Академического месторождения // Известия Томского политехнического университета. 2002. – Т. 307. – №7. – С. 35–39.
3. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований города Томска. // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 53–58.
4. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Формирование структуры фильтрационных потоков урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Три века горно-геологической службы России: Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 1. – С. 323–326.

ЗАВИСИМОСТЬ НАБУХАНИЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ОТ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

И.А. Зверева, Д.С. Лбова

Научный руководитель профессор В.И. Каченов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Особенностью глинистых грунтов является значительное изменение объема при изменении влажностных условий, что необходимо учитывать при строительстве сооружений различного назначения. Способность грунтов увеличивать свой объем в процессе смачивания называется набухаемостью. Исследованиями о набухании глинистых грунтов занимались многие ученые. Среди них В.А. Королев, Н.Я. Хархуте, Ю.М. Васильев и другие. Вопросы зависимости набухания глинистых грунтов от различных факторов недостаточно изучены, результаты иногда противоречивы.

Целью исследования является изучение влияния гранулометрического состава и первоначальной плотности на набухание глинистых грунтов. Для достижения цели были проведены лабораторные работы по определению гранулометрического состава ареометрическим методом, по набуханию глинистых грунтов на приборе для компрессионных испытаний с различными первоначальными плотностями и проанализирована зависимость набухания глин от минерального состава.

По Сергееву Е.М. процесс набухания носит осмотический характер. Причиной, вызывающей набухание, является разница в концентрации солей в поровом растворе и в воде, окружающей породу. Если концентрация внешнего раствора меньше концентрации раствора, находящегося в порах породы, происходит ее набухание.

Минеральный состав является одним из важнейших внутренних факторов набухания. Влияние состава глинистых грунтов на процесс набухания связано главным образом с величиной их удельной поверхности. Чем выше удельная поверхность глинистых минералов и глин, больше их емкость обмена и «степень диссоциации» обменных ионов, тем выше набухаемость таких грунтов. Следовательно, по способности глинистых минералов к набуханию их можно расположить в ряд: монтмориллонитовые > гидрослюдистые > каолинистые [1].

В данной работе анализируются данные о набухаемости глинистых грунтов (Лобановского монтмориллонита, Челябинского каолинита). В результате рентгеноструктурного анализа были получены данные о минеральном составе изучаемых образцов. В обеих глинах содержание кварца составляет примерно 20% от общего объема породы. Лобановская глина на 46% состоит из монтмориллонита, плагиоклазов 19%, кальцита 10%, полевых шпатов 5%. Челябинская глина на 74% состоит из каолинита, 7% гидрослюда.

Гигроскопическая влажность каолинита равна 3,49%, монтмориллонита больше – 4,6%, благодаря огромной удельной поверхности (600–800 м²/г). У каолинита влажность на границе текучести – 68,5%, а на границе раскатывания 27,2%, число пластичности – 41,3. Влажность монтмориллонита на двух пределах равна соответственно 41,7% и 22,2%, число пластичности – 19,5. По числу пластичности в соответствии с классификацией ГОСТ 25100-2011 грунты относятся к глинам тяжелой и легкой пылеватой. Содержание глинистой фракции (<0,005 мм) определено ареометрическим методом, а именно в Челябинской глине – 57%, в Лобановской – 29%, песчаной фракции 43% и 71% соответственно.

Для изучения процесса набухания были взяты три образца монтмориллонитовой глины с влажностью 23,5%. Предварительно их уплотнив под нагрузками 0,1 МПа, 0,2 МПа и 0,3 МПа, были получены разные плотности: 1,74 г/см³, 1,85 г/см³, 2,02 г/см³ соответственно и три образца каолинистой глины (начальная влажность 27,5%) с начальными плотностями: 1,62 г/см³, 1,80 г/см³, 2,12 г/см³.

Для анализа данных (табл.) была рассчитана величина набухания: наименьшей плотности соответствует значение 2,65%, для средней 3,41%, для наибольшей 4,52%. Исследование показало, что монтмориллонитовая глина с первоначальной плотностью 2,02 г/см³ является слабонабухающей согласно классификации по

набуханию, другие два образца с меньшей плотностью ненабухающие. Каолинистая глина относится к категории средненабухающей.

Таблица

Расчетные данные

Первоначальная плотность образца, г/см ³	Лобановский монтмориллонит			Челябинский каолинит		
	1,74	1,85	2,02	1,62	1,80	2,12
Масса влажного грунта до опыта, г	248,94	259	256,84	229,25	233,99	261
Масса влажного грунта после опыта, г	267,82	275,23	266,91	266,38	258,83	202,61
Масса высушенного грунта, г	200,69	210,36	207,72	179,44	182,61	291,59
Начальная влажность, %	24,04	23,12	23,65	27,76	28,14	28,52
Влажность набухания, %	33,45	30,84	28,50	48,45	43,74	41,92
Приращение высоты образца, мм	0,63	0,80	0,96	1,84	1,95	2,24
Величина набухания, %	2,65	3,41	4,52	7,76	9,02	10,05

Согласно Трофимову В.Т. на характер и величину набухания глинистых грунтов оказывает влияние их начальная плотность [2]. Проведя лабораторные исследования и рассчитав величину набухания образцов (табл.), можем сделать вывод, что глинистые грунты, находящиеся в рыхлом нарушенном сложении и имеющие большую начальную пористость (наименьшую плотность), при взаимодействии с водой имеют меньшую величину набухания. Данную зависимость можно проследить по построенным графикам для разных глин (рис. 1 и 2).

Наибольшая набухаемость характерна для высокодисперсных глин. Она растет с увеличением в грунте частиц глинистой фракции, по мнению В.И. Осипова [2]. В Челябинском каолините содержание глинистой фракции значительно больше – 57%, чем у Лобановского монтмориллонита – 29%, поэтому по результатам опыта каолинистая глина набухает сильнее, чем монтмориллонитовая.

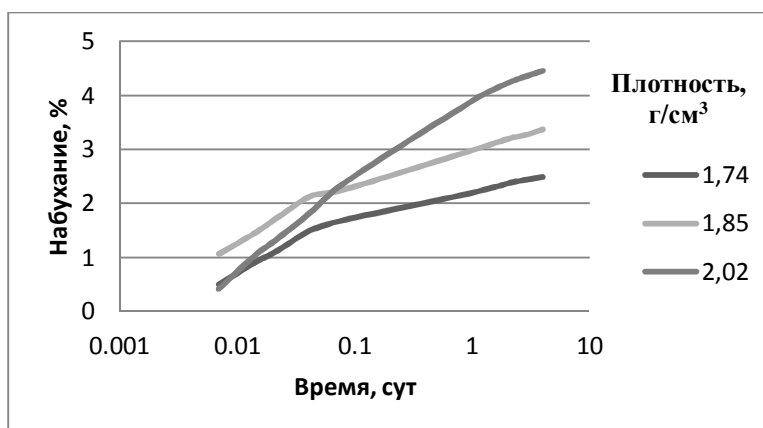


Рис. 1. Кинетика набухания монтмориллонитовой глины при различной исходной плотности.

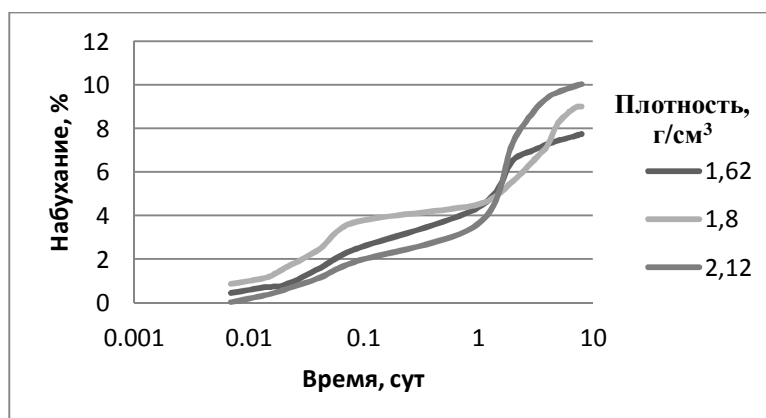


Рис. 2. Кинетика набухания каолинитовой глины при различной исходной плотности.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что на набухание глинистых грунтов в большей степени оказывает влияние содержание глинистой фракции, чем минеральный состав, а также первоначальная плотность.

Литература

1. Грунтоведение/Сергеев Е.М., Голодковская Г.А., Зиангиров Р.С., Осипов В.И., Трофимов В.Т. Под ред. Е.М. Сергеева – 4-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во Московского университета, 1973. – С. 214-216.
2. Грунтоведение/Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 336-342.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ ВОДОПОДГОТОВКИ СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

А.В. Карманова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С начала эксплуатации Томского подземного водозабора встала проблема утилизации осадков, которые образуются в результате подготовки вод хозяйственно-бытового и технического назначения перед подачей в водопроводную сеть. Сходная проблема встречается не только на территории Томской области, но и затрагивает другие регионы Сибирского федерального округа, потребляющую воду из подземных источников с большим содержанием железа. Основными источниками водоснабжения на большей части территории г. Томска являются воды палеогеновых отложений.

Железо в природных водах встречается в виде ионов Fe^{+2} и Fe^{+3} , а также в виде органических и неорганических соединений (коллоиды и взвеси). Главнейшими факторами, контролирующими содержания Fe в водах, является окислительно-восстановительный потенциал (Eh), растворенное органическое вещество и в меньшей мере pH вод [1]. Многообразие форм и концентраций железа, встречающихся в природных водах, вызвало необходимость разработки методов, технологических схем и сооружений обезжелезивания воды.

Высокая степень загрязненности поверхностных вод стимулирует стремление к переходу на подземное водоснабжение, однако и использование артезианской воды не может решить задачу обеспечения населения водой удовлетворительного качества. Для любого региона важнейшей проблемой является технология эффективной очистки природных вод с учетом особенностей ее химического состава. В основе всех известных способов обезжелезивания лежит общий принцип, основанный на следующих стадиях [2]:

1. Окисление ионов двухвалентного железа до трехвалентного состояния $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$;
2. Осаждение (либо флотация) трехвалентного железа, обычно в виде оксигидроксида $FeO(OH)$;
3. Отделение твердой фазы от жидкости.

В процессе аэрации подземных вод на станции обезжелезивания г. Томска выпадает большое количество осадка. Утилизация осадка путем захоронения нельзя считать удовлетворительной. По сколько это создает вторичную экологическую проблему. Осадок образуется много, и для его захоронения требуются все новые и новые территории, которые необходимо рекультивировать. Осадок в сухом виде характеризуется повышенным пылением и при несоблюдении технологии утилизации (пересушивании) есть опасность загрязнения воздушного бассейна и засорения порошком больших территорий.

В работе [2] предложены возможные пути утилизации отходов станции обезжелезивания:

1. Захоронение. Такая схема утилизации гетита, как сказано выше, нельзя считать удовлетворительной;
2. Брикетирование влажного осадка, его последующую сушку и использование в металлургии. Данную методику используют на Западе, в частности в странах Скандинавии. Этот путь решает экологическую проблему, но требует больших затрат энергии на получение чугуна и стали;
3. Переработка на химические реактивы. Ранее этот метод считался, нерентабелен, но в настоящее время цены на химреактивы выросли. Была предложена схема, предусматривающая получение из гетита двух основных продуктов: хлорида железа $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ и смешанного сульфата щелочноземельных и тяжелых металлов. Сульфат предполагается использовать для получения стекла. А вот использования хлорида железа более многообразно – в радиотехнической промышленности, в коммунальном хозяйстве для очистки сточных вод, на станциях обезжелезивания для повышения эффективности и скорости окисления двухвалентного железа;
4. Получение пигментов. Наиболее интересным с точки зрения высоких технологий являются получения магнитных пигментов для записи информации. А перспективным путем утилизации отходов – получение пигментов для лаков и красок;
5. Получение стройматериалов. Этот путь интенсивно разрабатывался в 1998 г. кафедрой общей и неорганической химии Томского политехнического университета в рамках хоздоговора с МП «Томскводоканал». Эта методика предусматривает, прежде всего, производство искусственных камней: окрашенного отделочного раствора и окрашенного бетона.

Литература

1. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1993. – 384 с.

2. Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. –164с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОД ВЛИЯНИЕМ
 ЛОКАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПЛОЩАДНОГО ХАРАКТЕРА НА ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ
 МЕЖДУРЕЧНОГО МАССИВА НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ УЧЕБНОЙ ЗАДАЧИ**

Э.А. Кыйматов

Научный руководитель доцент К.И Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рассматривается количественная оценка процесса загрязнения подземных вод под влиянием внешнего источника, расположенного на поверхности междуречного массива, ограниченного реками с различными отметками уровней поверхностных вод. Геологический разрез представлен многослойной толщей горных пород с различной проницаемостью.

По условию задачи в пределах междуречного массива планируется размещение полигона твёрдых бытовых отходов. Предлагается оценить форму и темпы развития ореола потенциального загрязнения, связанного с промывом толщи искусственных отложений атмосферными осадками.

В русле реки Северной существует естественный гидрологический режим, связанный с сезонным колебанием уровня поверхностных вод. В русле реки Южной создано водохранилище. Уровень поверхностных вод в течение всего гидрологического года постоянное. Напоры на урезах рек находятся на различных гипсометрических отметках. Это обеспечивает постоянно существующий фильтрационный поток в направлении с юга на север. Схематический гидрогеологический разрез показан на рис.1, границы проектируемого полигона твердых бытовых отходов обозначены на рис. 2.

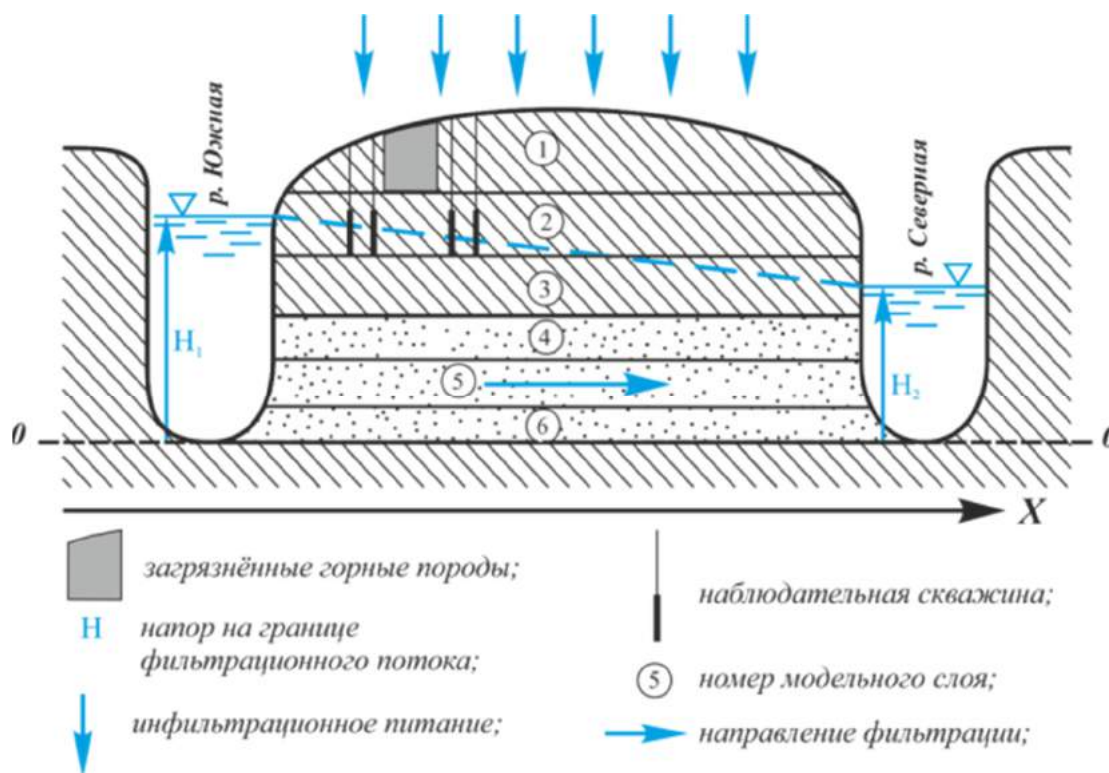


Рис.1 Схематический гидрогеологический разрез слоистого водоносного горизонта

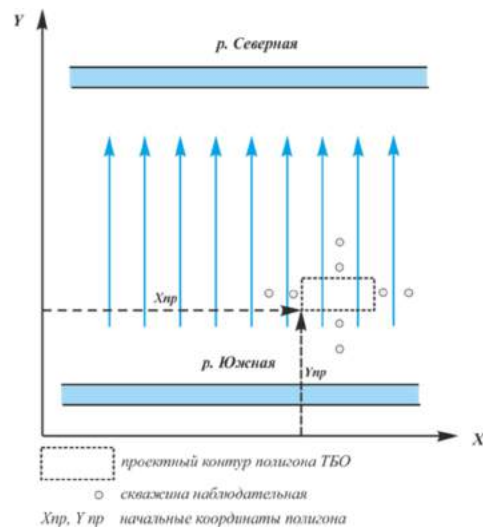


Рис.2 Схема расположения границ полигона твёрдых бытовых отходов

Сначала выполняется схематизация гидрогеологических условий и решается гидродинамическая задача о распределении напорного поля в многопластовой системе в стационарной постановке с использованием решающего модуля **MODFLOW** [1]. Затем в нестационарной постановке моделируется развитие процесса загрязнения подземных вод с использованием возможностей модуля **MT3D** [2]. Нами проведена серия вычислительных экспериментов с целью подготовки вариантов исходных данных для использования на учебных занятиях при изучении практической части курсов «Гидрогеохимия» и «Исследование природных систем природно-техногенных комплексов». Результаты решения представлены в виде карт изолиний концентраций нейтрального загрязнителя (рис. 3) и графиков изменения концентраций по сети наблюдательных гидрогеологических скважин (рис. 4).

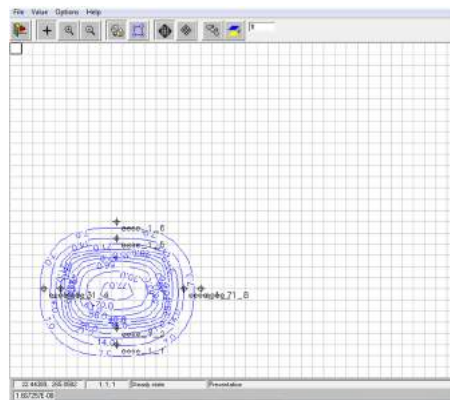


Рис. 3. Карта изолиний концентраций нейтрального загрязнителя

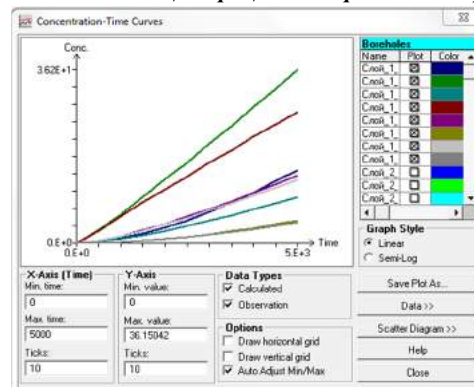


Рис. 4. Графики временной изменчивости прогнозных концентраций нейтрального загрязнителя

Как показали численные эксперименты, результаты решения прогнозной задачи в существенной степени зависят от локализации потенциального источника загрязнения по отношению к внешним границам области фильтрации и от интенсивности инфильтрационного питания. Ранжирование этих параметров использовано для подготовки индивидуальных неповторяющихся комплектов исходных данных. Решение учебной задачи по вариантам приводит к неповторяющимся результатам и даёт возможность индивидуальной работы по интерпретации прогнозного развития загрязнения.

Литература

1. Коносавский П.К., Соловейчик К.А. Математическое моделирование геофильтрационных процессов. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 97 с.
2. Кузеванов К.И., О.Г. Савичев, М.В. Решетько. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 146 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЕНУДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

И.Е. Курулюк

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Процессы сноса и перемещения ветром, силой тяжести, льдом, водой продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности называются денудационными процессами. Анализ скорости данных процессов является важным для проектирования и строительства различных объектов: железных дорог, автомобильных дорог, мостов, зданий и сооружений промышленного и жилого типа, поскольку это позволит заранее анализировать опасность строительства и эксплуатации, а так же, при необходимости, заранее предусмотреть защиту от обвалов, селей, лавин, оползней и т.д.

На темпы и характер денудации большое влияние оказывают тектонические движения. От соотношения денудации и движений земной коры зависит направление развития рельефа суши. При преобладании процессов разрушения над эффектом тектонического поднятия происходит постепенное снижение абсолютных и относительных высот и общее нивелирование рельефа. Особенно быстро процесс идёт в горах, где большие уклоны земной поверхности способствуют сносу[1].

Для оценки скорости и силы денудационных процессов используется фотограмметрический метод. Фотограмметрия - научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением характеристик объектов, таких как форма, размеры, положение в пространстве и т. д. по их изображениям. Фотограмметрия развивается по двум основным направлениям. Первое направление связано с созданием карт и планов по снимкам и часто называется фототопографией. Второе направление связано с применением фотограмметрии для решения прикладных задач в различных областях науки и техники: в архитектуре, строительстве, медицине, криминалистике, автомобилестроении, робототехнике, военном деле, геологии и т. д. Это направление в фотограмметрии называют наземной или прикладной фотограмметрией.

Для оценки денудационных процессов фотограмметрический метод применяется следующим образом: необходимый участок фотографируется несколько раз в течение продолжительного времени, далее к собранным фотоматериалам применяются различные методы обработки данных, на основе обработки данных делаются выводы относительно скорости денудационных процессов.

Одним из вариантов обработки фотоматериалов является построение 3D-модели местности с помощью большого количества фотографий с разных ракурсов и в разное время одного и того же объекта местности. Построение 3D-модели осуществляется при помощи специально разработанного программного обеспечения[2].

Для альтернативного способа обработки фотоматериалов предлагаются искусственные нейронные сети – математические модели биологических нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети являют собой систему соединённых и взаимодействующих процессоров (искусственных нейронов). В каждом нейроне сети можно выделить три ключевых элемента: синапсы, сумматор, функция активации. Синапсы характеризуются весом или силой и представляют собой входы нейрона, предназначены для связи нейронов между собой, умножая входной сигнал на весовой коэффициент. Сумматор – «тело» нейрона. Выполняет сложение внешних сигналов или сигналов от других нейронов сети. Функция активации определяет выходной сигнал нейрона, поступающий на синапсы других нейронов. Именно благодаря системе «весов» в связях между нейронами, нейронная сеть может обучаться, изменяя в нужную сторону веса и определяя нужные выходные параметры.

Благодаря возможности обучения, нейронную сеть можно использовать для практически любых задач распознавания или анализа изображений. Нейронные сети могут быть как самообучаемые, так и со сторонним обучением. Подготовив систему соответствующим образом, можно использовать нейронную сеть для анализа фотографий склонов ландшафта, используя разницу в освещенности на фотоматериалах. Так же, сеть можно обучить принимать на вход не только фотографии ландшафта, но и топографические материалы, например, фотографии с искусственных спутников. Это значит, что программное обеспечение может быть использовано не только для оценки скорости и интенсивности денудационных процессов, но и для других задач геологии или топографии.

Первым шагом процесса разработки программного обеспечения является анализ требований. Полнота, а так же точность анализа требований к программному обеспечению играют ключевую роль в проектировании продукта, поскольку именно на этом шаге определяются ключевые моменты будущей разработки.

Функциональные требования к программному обеспечению (ПО) следующие: анализ скорости и интенсивности денудационных процессов по фотографическим данным местности; составление отчетной документации по полученным данным; прогнозирование геологических изменений местности. Имеются и нефункциональные требования, такие как возможность работы с различными форматами изображений и настройка работы в различных условиях.

Согласно вышеприведенной диаграмме вариантов использования, ключевыми моментами в работе проектируемого ПО будут загрузка новых данных и анализ уже имеющихся фотоматериалов. Так же, первому запуску системы будет предшествовать момент обучения системы и настройки внутренних весов нейронов. Загрузка новых данных в систему будет представлять собой подачу на внешние входы нейронной сети особым образом подготовленных фотоматериалов, полученных с заданного участка исследования ландшафта за определенное время. Система будет анализировать различия в определенных точках фотографий и делать выводы согласно динамике изменений изображения на фотографии.

Литература

1. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов: Материалы по геоморфологической терминологии / Д. А. Тимофеев; АН СССР. Геоморфологическая комиссия. Институт географии. — М.: Наука, 1978. — 242 с.
2. 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.

Инженерно-геологические особенности оврагообразования в Томской области

К.М. Ломакина, С.А. Дмитриева

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие геологических процессов на любой территории является неблагоприятным фактором, который осложняет проведение строительных работ и разрушает существующие сооружения. Для уменьшения возможного риска необходимо дать прогноз развития геологических процессов.

В Томской области на территории ЗАТО Северск может быть принято решение о строительстве атомной станции. В связи с этим были тщательно изучены факторы инженерно-геологических условий. На предполагаемых площадках строительства и прилегающих территориях наибольшее развитие получили современные геологические и инженерно-геологические процессы, связанные с особенностями климата (достаточное и избыточное увлажнение), рельефом поверхности, специфическим составом и состоянием поверхностных отложений, глубиной залегания грунтовых вод, а также с техногенной деятельностью. Здесь развиваются следующие генетические группы процессов, обусловленные действием следующих факторов:

1. Процессы, связанные с геологической деятельностью поверхностных вод – оврагообразование и речная эрозия;

2. Процессы, связанные с деятельностью подземных и поверхностных вод – процессы заболачивания.

В данной работе хотелось бы остановиться подробнее на процессе, связанном с деятельностью подземных вод, а именно оврагообразовании, которое развито на этой территории наиболее широко, занимая почти 40% изучаемой площадки. Для изучения оврагов было проведено маршрутное обследование территории с подробным описанием, изучена пораженность геологическими процессами, выполнены лабораторные определения показателей свойств грунтов.

Овраги имеют различные размеры и находятся на разных стадиях развития от промоин и растущих оврагов до задернованных и заросших лесом балок.

Оврагообразование на территории Гродненской площадки развито наиболее широко, формируя в отдельных местах площади «неудобных» земель (Рис. 1). Приурочены к склонам водораздельной равнины, сложенной песчаными грунтами, часто рыхлого сложения. Участки проявления процессов характеризуются наличием сильных уклонов положительных форм рельефа и хорошо размываемыми поверхностными отложениями.

Овраги в бортах образуют многочисленные ответвления, отвершки, благодаря которым сформировалась сложная овражно-балочная сеть, приуроченную к склонам междуречья Подмостовка-Черная. Овражно-балочная сеть занимает практически половину изучаемой Гродненской площадки.

Овраги здесь задернованы, сложены. Продольный профиль имеет вид плавной кривой, а поперечный в верхней части сохраняет обрывистые формы, в нижней части выполаживается.

На склонах растут березы, встречаются осины, пихты и невысокие (до 40 см) ели. Много валежника. Склоны покрыты обильной растительностью: травой, хвощем, папоротником и др. Наблюдаются небольшие бугорки, образованные осокой высотой до 7 см, диаметром до 25 см, на которых растет мох. С поверхности сухо. На склонах наблюдаются бугры. По дну оврагов течет временный водоток. Наблюдается свежий, четкий

извилистый врез шириной от 40 до 105 см, глубиной от 15 до 30 см, который продолжает углублять и расширять овраг. Во врезе обнажаются песок и супесь.

На глубине 1,2 м встречена супесь светло-коричневая, ожелезненная, пластичная, микропористая, с остатками органического вещества в виде темных точек. На глубине 4,2 м встречена супесь буровато-серая, текучая, микропористая, ожелезненная, с органическими остатками в виде черных точек. Основными условиями, способствовавшими развитию процесса, стали: состав грунтов, наличие временных водотоков и техногенный фактор.



Рис. 1. Овражная сеть на Гродненской площадке.

Процессы продолжают, по-видимому, не один десяток лет. Оврагообразование на территории – активизирующийся процесс и затухание его по естественным причинам происходит довольно редко.

Изучив условия развития оврагов, мы считаем, что нельзя однозначно сказать о природе происхождения овражно-балочной сети на территории изучаемого участка. Возможно, развитие подобных форм рельефа связано с современными тектоническими движениями, в результате которых изменяется положение местного базиса эрозии [1].

Литература

1. Леонова А. В. Факторы оврагообразования в районе строительства Северной АЭС в Томской области // Проблемы геологии и освоения недр : труды XIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня рождения К. В. Радугина / Томский политехнический университет (ТПУ), Институт геологии и нефтегазового дела (ИГНД). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — С. 206-207.

Гидрогеологические предпосылки нефтегазаносности Баргузинской впадины В.В. Малыгина

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Степень значимости влияния подземных вод на процессы формирования, разрушения нефтегазовых месторождений велика и является, пожалуй, главной среди других геологических факторов. Вода не только неотъемлемый компонент среды, в которой происходят процессы, но она также интегрирует тектоническую активность, геологическое строение, литологические особенности, термодинамические условия и их изменение во времени [1].

Использование гидрогеологических показателей (критериев) при оценке перспектив нефтеносности и газоносности районов и горизонтов, при поисках нефтяных и газовых месторождений и залежей основано на большой роли подземных вод в процессах нефтегазообразования, нефтегазоаккумуляции и на взаимодействии нефти, газов и вод в недрах. К числу гидрогеологических показателей наличия нефти и газа (нефтегазаносности) относятся геохимические особенности вод, обусловленные воздействием на воды нефти и газа, а именно: присутствие в водах компонентов, генетически связанных с нефтяными и углеродными газами, а также отсутствие некоторых компонентов. В первую очередь на наличие нефти и газа указывают растворенные в водах углеводороды, высокие концентрации аммония, йода, «безаргонного» азота, наконец, наличие сероводорода, гидросульфидов и недонасыщение вод сульфатами. Эти показатели могут использоваться только как предположительные, и именно при таком подходе их применение в комплексе с другими показателями может быть полезно и эффективно [2].

Район исследования находится в пределах Баргузинского артезианского бассейна, относящегося к Байкальской гидрогеологической складчатой области. Бассейн приурочен к Баргузинской впадине, представляющую собой слегка всхолмленную равнину с обилием озер и болот, расположенную к северо-востоку от озера Байкал между Баргузинским и Икатским хребтами. В тектоническом отношении Баргузинский артезианский бассейн приурочен к складчатой системе разбитой на многочисленные блоки. Эти блоки формируют впадины и выступы фундамента. Впадины фундамента заполнены мощной толщей осадочных пород и представляют собой артезианские бассейны второго и третьего порядков. В пределах бассейна выделяют следующие комплексы [3]:

1. Водоносный комплекс современных отложений (Q_4). Воды безнапорные умеренно пресные (0,1-0,3 г/л), в основном гидрокарбонатно-кальциевые;
2. Водоносный комплекс отложений среднего и верхнего отделов четвертичной системы (Q_{II-III}). Воды напорные, умеренно-пресные (0,2 г/л), гидрокарбонатно-кальциевые;
3. Водоносный комплекс отложений верхнего плиоцена-постплиоцена (N_2-Q_1). Является подмерзлотным, умеренно-пресным (0,2 г/л), по составу гидрокарбонатные кальциево-магниевые и гидрокарбонатные натриево-кальциевые.

Так как поисковые скважины К-23 и Баргузинская-1 не большой глубины, то дать оценку содержания специфических компонентов, указывающих на наличие нефти и газа, не представляется возможным.

Совершенно особое место в комплексе нефтегазопроисковых показателей занимают показатели наличия ловушек нефти и газа. Они бывают связаны с очагами разгрузки водонапорных нефтегазоносных комплексов. Многие исследования показали, что часто нефтяные и газовые месторождения приурочены к районам разгрузки подземных вод, где имеются восходящие родники (например, Западная Туркмения) [2].

Отличительными особенностями Баргузинской впадины являются: наличие многочисленных термальных источников и большое количество соленых карбонатных и сульфатных натриевых озер, составляющих половину всех минеральных озер Бурятии [3].

Воды гидротерм впадины являются типичным примером азотных термальных вод. К щелочным азотным термальным водам относятся азотные термальные воды массивов гранитоидных и вообще кристаллических пород (Крайнов и др., 2004). Источники относят к Байкальской области азотных терм (Голубев, 1982). Они, как правило, газируют азотом, некоторые содержат сероводород, который находится в связанном состоянии [4].

Состав вод формируется под действием четырех основных физико-химических факторов: отношения реагирующих масс породы и воды, парциального давления CO_2 , состава пород (особенно содержания в породе извлекаемого хлора и органических веществ), температуры (давления) существования [4]. Ниже приведен состав некоторых источников Баргузинской котловины:

Таблица 1

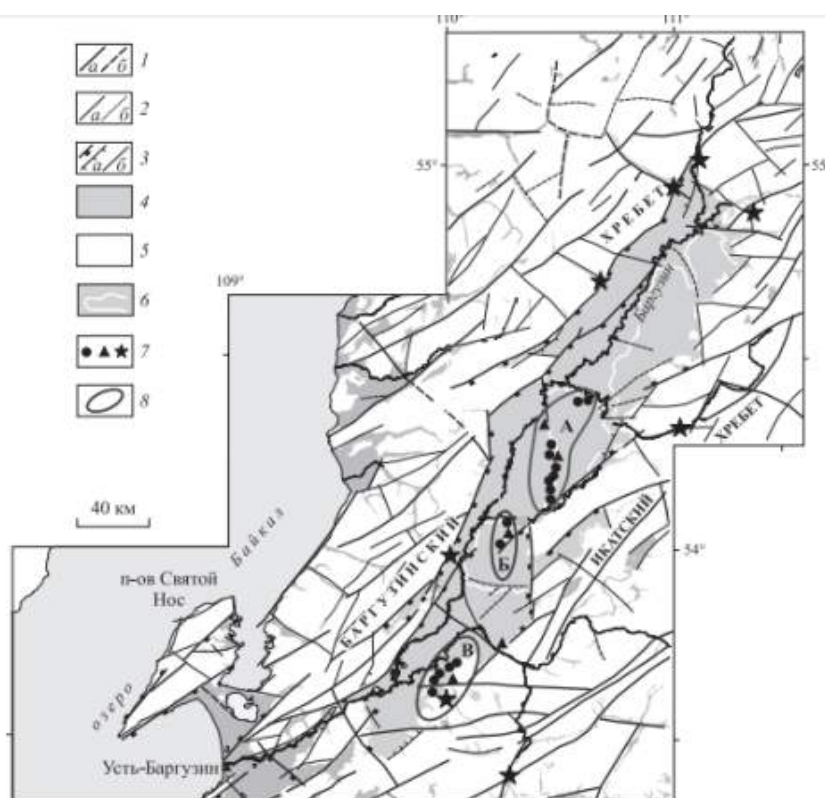
Химический состав некоторых источников Баргузинской котловины, мг/дм³

Источник и	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	S ²⁻
Сеоя	4.0-10.0	7.3	62.6-83.3	8.6-15.5	46.5-66.5	36.6-43.9	43.2	2.7-11.9
Алла	4.0-32.1	2.4-9.7	68.5-144.9	12.0-18.9	44.3-86.4	72.0-378.2	24.0-42.0	14.2-41.5
Кучигер	6.0-8.0	2.4-19.5	46.5-117.1	7.1-14.2	75.3-126.3	24.4-53.7	38.4-60.0	2.0-32.0
Умхей	8.0-15.0	-	86.4-155.0	14.2-16.0	67.0-84.8	64.6-130.5	36.0	30.0-31.0
Буксехен	13.6	2.6	10.6	5.0	10.0	61.0	0	-

Термы также обогащены микрокомпонентами (Li, Rb, Cs, Sr, Ba). Наиболее важный для перспектив нефтегазанности Sr обнаруживается в гидротермах, которые формируются в пределах Икатского хребта [4]. Гидротермы, обогащенные Sr, свидетельствуют об активности зон глубинных рельефообразующих бортовых разломов и являются прямыми предпосылками нефтегазанности данного района.

В Баргузинской впадине насчитывается более 1100 малых озер. По минерализации выделяется три группы [5]:

- Озера Гаргинско-Аргадинской группы. Термокарстовые озера пресные гидрокарбонатно магниевые, солоноватые – гидрокарбонатные натриевые, рН=8,7-9,7, минерализация от 0,1 до 2 г/л.
- Усть-Аргадинская группа. Группа состоит из четырех озер. Вода характеризуется высокой щелочностью рН=9,7-10,6, высокой минерализацией (14-16 г/л) и имеет содовую геохимическую специфику.
- Алгинская группа единственная в Баргузинской впадине, имеющая сульфатную специфику. На этой площади широко проявлены выцветы белых солей, отчетливо указывающие на повышенную минерализацию вод.



1 – достоверные (а) и предполагаемые (б) региональные разломы; 2 – достоверные (а) и предполагаемые (б) локальные разломы; 3 – сбросы (а) и сдвиги (б); 4 – впадины, заполненные кайнозойскими осадками; 5 – выходы кристаллического фундамента; 6 – границы куйтунов; 7 – опробованные озера (кружки), холодные источники и скважины (треугольники) и термальные источники (звездочки); 8 – группы озер: Гаргинско-Арагадинская (А), Усть-Арагадинская (Б) и Алгинская (В).

Рис. 1. Схема распространения озер и источников Баргузинской системы малых озер, составлена на основе карты разломно-блокового строения земной коры Баргузинской рифтовой впадины и сопредельной территории

Питание озер происходит главным образом за счет подземных вод, реже поверхностных. Таким образом, химический состав озер также является предпосылкой нефтегазоносности района.

Таблица 2

Некоторые гидрохимические характеристики источников рассматриваемого региона

Показатели	Баргузинская озерная система	
	термальные	холодные
TDS, г/л	0,3-1,1	0,1-0,4
pH	8,0-10,0	6,7-8,3
Анионы	SO ₄ , HCO ₃	HCO ₃ , SO ₄
Катионы	Na	Ca, Mg, Na
Li	43-1330	
B	44-220	
V		
Ge	2-11,3	
Br	19-108	
Rb	5-108	
Sr	110-3000	
Mo	0,5-45	
Sb		
Cs	0,6-38	
REE		
W	7,2-82	

Описанные особенности гидрогеологических условий предполагают наличие залежей нефти и газа на глубине свыше одного километра.

Литература

1. Пиннекер Е.В., Писарский Б.И., Шварцев С.Л. и др. Основы гидрогеологии. Гидрогеологическая деятельность и история воды в земных недрах. – Новосибирск: Наука, 1982.
2. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений (изд. 2, перераб. И доп.). – М., «Недра», 1972.
3. Гидрогеология СССР. Том XXII Бурятская АССР. – М.: Недра, 1970.
4. Намсараев Б.Б., Хахинов В.В., Гармаев Е.Ж., Бархутова Д.Д., Намсараев З.Б., Плюснин А.М. Водные системы Баргузинской котловины. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2007.
5. Скляр Е.В., Склярова О.А., Меньшагин Ю.В., Данилова М.А. Минерализованные озера Забайкалья и северо-восточной Монголии: особенности распространения и рудогенерирующий потенциал.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Мерзлякова

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Советское крупное нефтяное месторождение расположено на границе Томской и Тюменской областей в Среднем Приобье. В эксплуатацию месторождение было введено в 1966 году, что легло в основу зарождения нефтедобывающей отрасли Томской области. На месторождении выявлено (от апта до палеозоя) 19

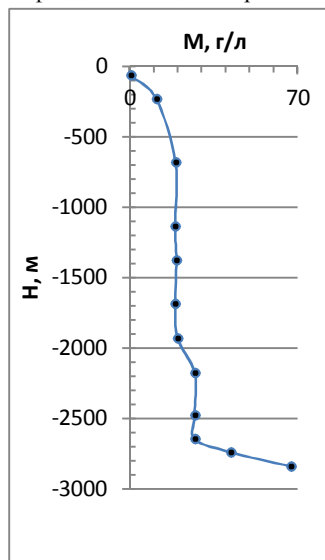


Рис. 1 Изменение минерализации вод с глубиной

продуктивных пластов и около 25 нефтяных залежей. Район Советского месторождения характеризуется интенсивной и продолжительной добычей углеводородного сырья, что обусловило высокую обводненность продукции нефтепромысла. На ряде близкорасположенных участков уже существуют излишки подтоварных вод, которые не могут быть востребованы системой ППД, и в последнее время осуществляется их закачка в поглощающий горизонт.

В основу работы положены опубликованные материалы и фактический материал А.Д. Назарова и ОАО «Томскнефть», которым автор выражает глубокую признательность [1, 2].

Целью данной работы является изучение ионно-солевого состава подземных вод Советского нефтяного месторождения, установление вертикальной гидрогеохимической зональности и оценка потребительских свойств пластовых вод.

Как показывают рисунки 1-5 для месторождения характерны рост с глубиной значений минерализации и концентраций в водах хлора, натрия, кальция, брома, йода и метана. Также отмечается смена пресных гидрокарбонатно-кальциевых азотных пластовых вод континентальных олигоцен-четвертичных горизонтов крепкосолёными (до 19 г/л) метановыми йодо-бромными хлоридно-натриевыми в апт-сеноманских континентальных отложений метановыми крепкосолёными хлоридно-кальциево-натриевыми йодо-бромными в морских продуктивных отложениях неокома и в подошве осадочного чехла (в верхнеюрских прибрежно-морских, ниже-среднеюрских континентальных и палеозойских параплатформенных комплексах) метановыми хлоридно-натриевыми (местами хлоридно-кальциево-натриевыми) йодо-бромными рассолами.

Пресные воды охватывают всю зону активного водообмена (вплоть до кровли регионального 500-метрового морского эоцен-верхнемелового водоупора). Они являются основным источником хозяйственно-питьевого и местами технического водообеспечения. В пределах месторождения эти воды наиболее уязвимы техногенному солевому, реагентному углеводородному воздействию (загрязнению).

В пределах водоупора должна сформироваться специфическая гидрогеохимическая зональность. Одна проба воды, отобранная из ипатовской свиты, оказалась хлоридно-натриевой крепкосолёной (12 г/л). Региональный водоупор обусловил чёткое разделение зон активного и замедленного водообмена и резкую смену пресных вод на крепкосолёные.

Появление в апт-сеноманском континентальном комплексе хлоридно-натриевых метановых йодных (рис. 4) вод морского генезиса объясняет эксфильтрацией отжатых вод из морских неокосских толщ и фоновой газогенерацией. Воды являются лечебными йодо-бромными и широко используются для поддержания пластового давления в нефтяных пластах (особенно на начальной стадии их эксплуатации) [3].

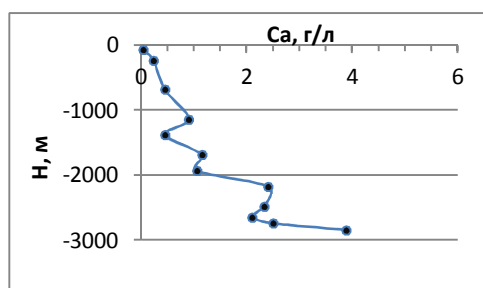


Рис. 2 Изменение концентрации кальция с глубиной

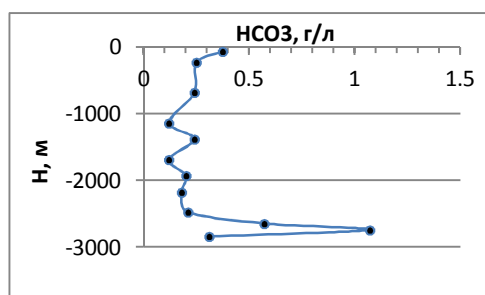


Рис. 3 Изменение концентрации гидрокарбоната с глубиной

Продуктивные неоконские отложения с одной стороны подчиняются отмеченной нормальной гидрогеохимической зональности, а с другой стороны заметно выделяются аномально повышенной обогащённостью вод йодом, кальцием и особенно углеводородными газами (рис. 2, 4). Вблизи залежей нефти резко (в 5-100 раз) возрастает концентрация в водах метана и его гомологов. Воды являются лечебными йодо-бромными. Воды, извлечённые вместе с нефтью и затем выделенные в качестве подтоварных вод, не сбрасываются на ландшафт, а возвращаются после подготовки опять в пласты через систему поддержания пластового давления, постепенно замещая воды апт-сенноманского комплекса.

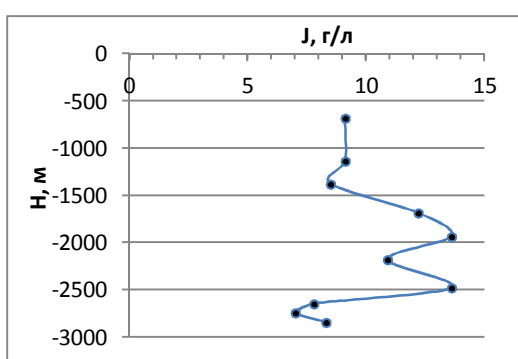


Рис. 4 Изменение концентрации йода с глубиной

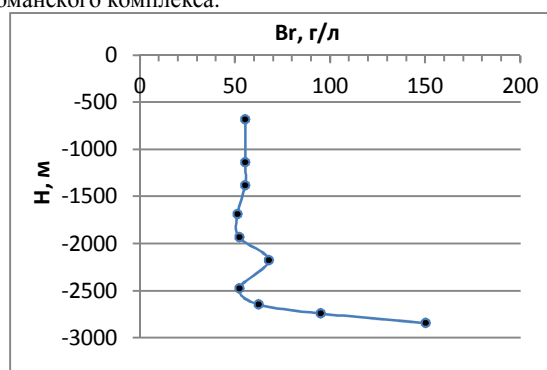


Рис. 5 Изменение концентрации брома с глубиной

Региональный оксфорд-нижневаланжинский морской водоупор способствовал формированию в юрских и палеозойских образованиях зоны весьма замедленного водообмена и хлоридных преимущественно натриевых рассолов с заметным снижением концентрации йода (рис. 4) и ростом концентраций кальция (рис. 2) и гидрокарбонат-иона (рис. 3). Появление рассолов (рис. 1) в юрских континентальных пластах многими авторами объясняется их миграцией из фундамента. Аномальный рост в рассолах концентраций гидрокарбонат-иона при спаде его содержания в палеозое и росте концентраций кальция, постоянно выводящего его из раствора в виде карбонатных солей, А.Д. Назаров объясняет свежестью нефтегазогенерационных процессов и обогащением рассолов органомным углекислым газом [1].

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на описываемой территории являются подземные воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта. Непосредственно на Советском месторождении недропользователем предусмотрена добыча пресных подземных вод из указанного горизонта. В технических целях на нефтепромыслах района используются также подземные воды четвертичного водоносного горизонта и поверхностные воды водоемов и водотоков.

Кроме того, система ППД Советского месторождения также обеспечивается полностью подтоварными водами. Образующиеся при этом излишки подтоварных вод закачиваются в отложения покурской свиты. В качестве объекта для закачки излишков подтоварных вод принят интервал водовмещающих отложений в объеме средней и нижней подсвит покурской свиты.

Таким образом, для Советского месторождения характерна нормальная гидрогеохимическая зональность подземных вод, осложненная в отдельных интервалах влиянием залежей нефти и газа, фаціальными условиями осадконакопления, межпластовыми перетоками флюидов. В геологическом разрезе выделяются зоны пресных вод хозяйственно-питьевого назначения, лечебных йодо-бромных соленых вод и промышленных рассолов.

Литература

1. Назаров А.Д. Нефтегазовая гидрогеохимия юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазовой провинции. – М.: Идея-Пресс, 2004. – 288 с.
2. Нефтегазовая гидрогеология. Лабораторный практикум: учебное пособие / А. Д. Назаров; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 85 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРНОМ УЧАСТКЕ «ЮЖНО-САХАЛИНСКИЙ»

М.С. Микитенко

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

По административному делению участок работ расположен в областном центре Сахалинской области РФ – г. Южно-Сахалинске на его южной окраине.

В географическом отношении район работ расположен на юге о. Сахалин в южной части Сусунайской низменности. Границами района определена область формирования запасов подземных вод будущего водозабора: с востока района работ ограничен подножием склонов Сусунайского хребта, с запада – средним течением реки Сусуя, являющейся главной водной артерией района, с юга и севера – левыми притоками реки Сусуя, реками Зима и Хомутовка соответственно [1].

В геологическом строении района работ принимают участие отложения триас-юрской системы, нерасчлененные верхнемеловые-палеоценовые отложения, палеогеновые и неогеновые отложения, красносельские меловые метаморфические породы голубосланцевой фазы метаморфизма, слагающие Сусунайское поднятие и основание Сусунайской низменности, а также рыхлые четвертичные отложения верхненеоплейстоцен-голоценовые покровные отложения Сусунайского прогиба [2].

В гидрогеологическом отношении исследуемая территория располагается в пределах Сусунайского межгорного артезианского бассейна второго порядка Сахалинской гидрогеологической складчатой области.

Особенностями бассейна является значительное превышение областей питания над областями и очагами разгрузки подземных вод. Это определяет наличие значительных гидростатических напоров, в результате которых многие скважины самоизливают. Региональной областью разгрузки подземных вод является море, местной – реки, ручьи, вышележащие водоносные горизонты и комплексы [1].

Южно-Сахалинское месторождение подземных вод характеризуется сложным строением водовмещающей толщи, в которой присутствуют неравномерное переслаивание глинистых и крупнообломочных аллювиально-пролювиальных отложений. На исследуемом участке на расчетное понижение влияют несколько типов граничных условий:

- питающая граница (река, перетекание из смежных водоносных горизонтов);
- непроницаемая (наличие глинистых отложений как в виде водоупора, так и в виде линз).

В данной работе необходимо проверить интенсивность влияния глинистых линз на процесс и время восстановления уровня подземных вод.

Для анализа учета влияния размера линзы на величину понижения рассчитано 4 случая:

- с отсутствием линзы;
- с линзой исходной мощности;
- мощность линзы в 10 раз меньше исходной;
- мощность линзы в 10 раз больше исходной.

С учетом характеристики геологического строения и особенностей гидрогеологических условий территории, можно схематизировать разрез рыхлых четвертичных отложений на участке водозабора как единый слоистый, неограниченный в плане водоносный горизонт, состоящий из трех слоев (сверху-вниз):

1-й слой – водоносный горизонт современных аллювиальных отложений, мощность которого уменьшается к бортам долины, в пределах участка мощность горизонта составляет 30-35 м;

2-й слой – глинистый разделяющий слой современных озерных (озерно-аллювиальных) отложений мощностью до 4 м, ограниченно распространенный под аллювием в прирусловой части р. Сусуя.

3-й слой – водоносный горизонт аллювиально-пролювиальных неоплейстоцен-голоценовых отложений, распространенный повсеместно и являющийся основным источником каптирования для водозаборов подземных вод в Сусунайской низменности. Мощность его увеличивается к центру долины, в пределах участка вскрытая мощность составляет 60-70 м [1]. Гидрогеологические параметры эксплуатируемого водоносного горизонта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Гидрогеологические параметры водоносного горизонта [1]

№	Параметр	Обозначение, ед. изм.	Значение
1	Коэффициент водопроницаемости	$k \cdot m, m^2/сут$	785
2	Эффективная мощность водоносного горизонта	$m, м$	50
3	Максимально допустимое понижение уровня	$S_{доп}, м$	37
4	Постоянная заявленная потребность в воде	$Q, м^3/сут$	20 000
5	Нагрузка на одну скважину	$Q, м^3/сут$	2 500
6	Количество скважин	шт	8
7	Расстояние между скважинами	l	100
8	Длина линейного ряда	L	700

В результате проведено гидродинамическое моделирование водозабора линейного типа, состоящего из восьми скважин с нагрузкой на одну скважину в 2500 м³/сут (суммарная производительность водозабора 8*2500=20 000 м³/сут).

Таким образом, выявлено, что при отсутствии в водовмещающей толще глинистых линз расчетное понижение уровня подземных вод оказалось намного меньше максимально допустимого.

Линза глин с исходной мощностью уже оказывает влияние на величину понижения, оно все также меньше допустимого, но больше, чем в первом случае, когда линза отсутствовала.

При моделировании с линзой в 10 раз меньше исходной мощностью, существенного влияния на понижение не происходит, его величина близка к 1 случаю, когда линза отсутствовала.

При наличии линзы глин, в 10 раз превышающей первоначальную мощность, наблюдается значительное ее влияние на общее понижение уровня подземных вод в процессе всего срока эксплуатации водозабора. В данном случае величина понижения превышает максимально допустимое, и в данном случае водоносный горизонт уже не может эксплуатироваться, по крайней мере, из данной скважины и на заданную потребность.

Выводы:

1. При подсчете запасов подземных вод следует учитывать наличие всех граничных условий, которые оказывают влияние на работу водозабора.

2. При исследовании сложного строения толщи выявлено, что наличие линз, присутствующих в водоносном горизонте, оказывает достаточно существенное влияние на величину расчетного понижения. В этом случае время эксплуатации водозабора может не соответствовать расчетному сроку эксплуатации.

3. Также при наличии линз в эксплуатируемом водоносном горизонте, помимо снижения срока эксплуатации, производительность водозабора снижается.

При изучении и составлении геолого-гидрогеологического разреза следует применять самые точные методы, в том числе – геофизические.

4. При подсчете запасов помимо мощности линз нужно учитывать их пространственное распространение.

5. Таким образом, при подсчете запасов подземных вод нужно учитывать сложное строение толщи. Если не учесть влияние каких-либо факторов (в данном случае наличия водонепроницаемых отложений), то риски осушения пласта существенно увеличиваются.

Литература:

1. Отчет о результатах работ по муниципальному контракту № 37 от 01.08.2013 г «Инженерные изыскания по водозабору «Южный» (Гидрогеологические исследования на участке Южный с подсчетом запасов подземных вод для водоснабжения г. Южно-Сахалинска по состоянию на 01.11.2014 г. Лицензия ЮСХ 01417 ВП).
2. Прядко А.Ф. Отчет о результатах работ по объекту: Поисково-оценочные работы на питьевые подземные воды для обеспечения водоснабжения южных районов г. Южно-Сахалинска (с подсчетом запасов по состоянию на 01.12.2010 г.), 2010, Фонды ТГФ.
3. Методическое руководство для работы в программном комплексе «Processing Modflow».

УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ

Ю.Ю. Надеждина (Левак)

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время экономика Российской Федерации перешла к рыночной системе управления. Переход из одной системы к другой непременно приводит к изменениям во всех социально- и экономически значимых сферах. Любой новый тип развития требует взаимоувязанных преобразований.

Приоритетными направлениями развития стратегической политики являются: развитие жизнеобеспечивающих отраслей городского хозяйства и социальной сферы; развитие рынков земли и недвижимости, предполагающее под собой упрощение процедур вовлечения земель в хозяйственный оборот; формирование института массовой оценки недвижимости и ведение на этой основе полноценного налогообложения недвижимости. Водный рынок остается без должного внимания. Система водных отношений на территории РФ остается неизменной. Меняются положения в Водном Кодексе, постановления министерства природных ресурсов, но данные изменения не меняют принципиально структуру управления. Несмотря на то, что водные ресурсы занимают стратегически важное значение во всем мире.

На территории нижнего течения реки Томи совместно эксплуатируются инженерные системы водохозяйственного и военно-промышленного комплексов, они территориально объединены воронкой депрессии, сформировавшейся за 42 года извлечения подземных вод Томским водозабором. Комплекс сооружений подземного водозабора занимает территорию равную пяти гектарам. Томский водозабор подземных вод, состоит из 2 линейных рядов водозаборных скважин. В эксплуатации находятся 198 скважин. Глубина залегания скважин составляет от 80 до 198 метров, среднесуточная подача воды в город – 136 тысяч кубических метров.

На данной территории столкнулись интересы четырех главных водопользователей: «Сибирского химического комбината» (СХК), водоканала города Томска, Северского водоканала и населения, проживающего на территории муниципальных образований. В результате деятельности этих водопользователей возникли две остро стоящие проблемы. Во-первых. На этой территории сформировались воронки депрессии на территории нижнего течения реки Томи и воронка репрессии на площадке захоронения жидких радиоактивных отходов (ЖРАО) СХК. Для городов Томска и Северска, а также прилегающих муниципальных образований важнейшими негативными последствиями, существования воронки являются: гидродинамические и гидрохимические изменения в характеристиках гидросферы; снижение уровня грунтовых вод; развитие процессов истощения подземных вод и их загрязнение; оседание земной поверхности и преобразование естественных ландшафтов, изменения подземного стока. С одной стороны, развитие воронки депрессии влечет за собой ухудшение качества воды в результате усиления водообмена за счет повышения скоростей внутри- и межпластовых перетоков и подтягивания некондиционных вод [1]. С другой стороны, происходит осушение почв, а, следовательно, снижение урожайности, требующее дополнительные затраты на орошение и мелиорацию земель. В результате аграрный комплекс несет убытки в виде упущенной выгоды.

Вторая проблема является следствием первой – возможность попадания в подземные воды палеогенового комплекса вод мелового комплекса, которые контактируют с захороненными ЖРО. В результате сложной гидродинамики, воды меловых отложений разгружаются в палеогеновый водоносный горизонт.

В настоящее время нами предлагается схема управления, которая с формальной стороны учитывает возможные нюансы, но это применимо для решения государственных проблем. Данная схема представлена на рисунке 1.

Данная схема составлена на основе информации, представленной на официальных сайтах организаций по управлению природными и, в частности, водными ресурсами (Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство водных ресурсов, Верхне - Обское Бассейновое Водное Управление).

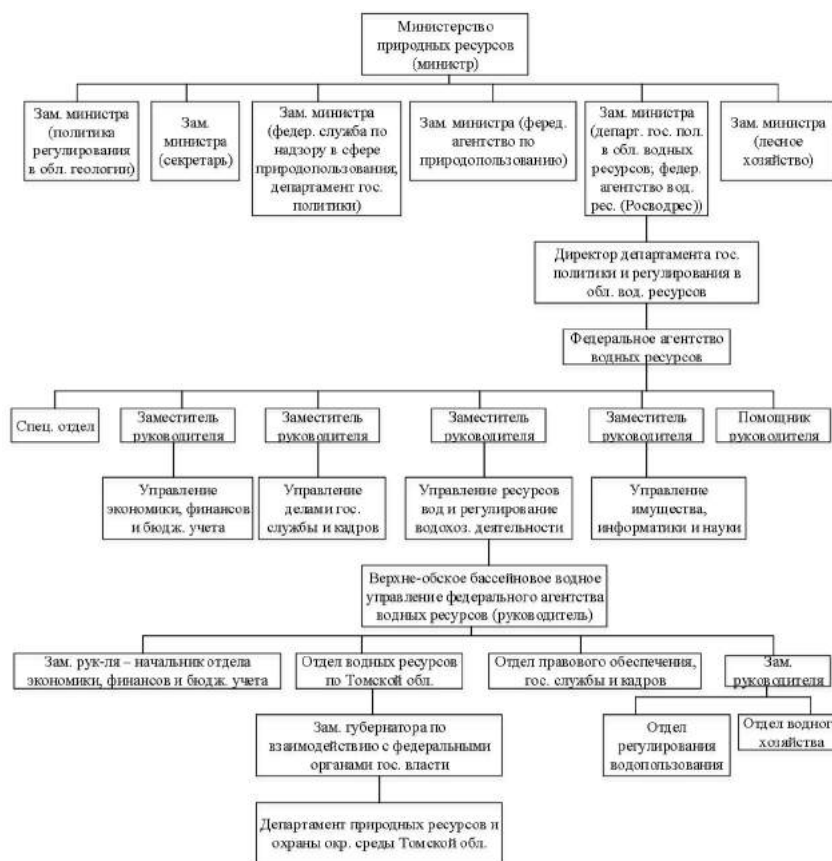


Рис. 1 Схема управления водными ресурсами.

Для урегулирования вышеперечисленных проблем необходимо создание единого управленческого органа, который объединял и учитывал бы интересы частных пользователей. Различные интересы водопользователей можно объединить путем создания ассоциации водопользователей. Данную модель управления водными ресурсами используют такие страны как США (штат Калифорния) с 1960 года, Испания с 1985 года, Узбекистан с 2002 года [2]. Опыт этих стран показывает, что именно организации самих водопользователей позволяют принимать наиболее эффективные решения в управлении использованием водных ресурсов, так как они видят корень проблем не понаслышке. Однако, данные организации в ряде стран имеют принципиальное отличие от ассоциации, которая предлагается в данной работе. Деятельность зарубежных

ассоциаций водопользователей направлена на решение проблем, связанных с поверхностными водотоками. Подземные же ресурсы учитываются, но не имеют приоритетного значения для деятельности ассоциации водопользователей. Однако, ситуация на территории Обь-Томского междуречья наглядно демонстрирует взаимную важность и связанность обеих. Также, наглядно видно, что несовершенная система управления подземными водными ресурсами привела к проблеме, связанной с поверхностным водотоком, которая в свою очередь приводит к проблемам с земельно-имущественным регулированием.

При создании подобного рода организаций возможно конструктивное взаимодействие водопользователей в деле управления использованием водных ресурсов. Необходимо освоение стандартов других стран в системе вода-общество, которые имеют успех в применении модели управления «Ассоциация водопользователей». Ассоциация должна учитывать интересы всех водопользователей. Ее политика не должна быть временной, зависящей от ситуации. Создание необходимо для прогнозирования ситуаций, ликвидации накопившихся проблем, в целом – дальновидной. Эта организация не должна быть коммерческой. Иначе это неизбежно приведет к развитию коррумпированности. Для обеспечения развития ассоциации водопользователей на основе законодательства Российской Федерации должны быть разработаны соответствующие законодательные и правовые нормативные документы, регламентирующие деятельность ассоциаций водопользователей. Один из наиболее важных аспектов – система налогообложения. Средства от сборов должны быть направлены на поддержание в надлежащем состоянии систем водоснабжения и, в случае необходимости, устранения аварий и восстановления водных систем. А также, данная ассоциация должна стимулировать экономное использование ресурсов.

Исходя из вышесказанного, в существующей схеме управления необходимы дополнения, которые включают в себя ассоциацию водопользователей. Данная организация имеет «совещательный» характер региональным органам управления. Безусловно, необходимо тесное взаимодействие с соседними регионами, которые объединены водным бассейном. В случае Томской области взаимодействие необходимо с регионами, которые входят в Верхне-Обской бассейн, а это Новосибирская область, Алтайский край, республика Алтай и Кемеровская область [3]. Водные ресурсы являются сложным объектом изучения в силу своей амбивалентности, т.к. являются не только частью подземной гидросферы и по своему определению являются природными ресурсами, но и относятся к общим водным ресурсам, которые расположены на поверхности. В связи с этим крайне важным вопросом является разделение компетенций между законами «О недрах» и «Водный кодекс», а также упрощение формальных процедур для геологического изучения водных ресурсов в зависимости от поставленных задач [4].

Таким образом, для создания ассоциаций водопользователей необходимо детальное исследование проблем формирования природных вод пригодных как для хозяйственного водоснабжения, так и для промышленного и прочего использования. Неотъемлемой частью является разработка нормативно-правовой базы, которая учтет интересы всех водопользователей, в том числе и государства, которое в первую очередь заинтересовано в эффективности работы данного органа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №16-35-00429 мол_а.

Литература

1. Попов, В.К. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин [и др.]. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2003. – 174 с.
2. Радкау Й. Природа и власть. Всемирная история окружающей среды/ [текст] пер. с нем., сост. Указ. Н.Ф. Штильмарк. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2014. – 472 с.
3. Электронный ресурс: <http://vobvunsk.ru> [Структура Верхне-Обское БВУ].
4. Язвин А.Л. Научное обоснование информационного обеспечения системы геологического изучения ресурсного потенциала пресных подземных вод. – Москва 2015. – с 5.

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГИДРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

М.Н. Пинкевич

Научный руководитель профессор В.В. Антонов

Национальный минерально-сырьевой университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время в пределах лицензируемой Олимпиадинской площади (Енисейский край) происходит наращивание мощностей действующих золотодобывающих фабрик и строительство новых горно-обогатительных предприятий, в связи с этим возникает проблема дефицита подземных вод хозяйственно-питьевого назначения, необходимых для функционирования данных предприятий. И, как следствие, остро встает вопрос поисков новых источников водоснабжения. Водоснабжение действующих предприятий в настоящее время осуществляется за счёт разведанных месторождений подземных вод (Енашиминское, Досеровское, Широкиское)

В региональном плане Олимпиадинская площадь расположена в пределах Питского гидрогеологического массива, входящего в состав Енисейской гидрогеологической складчатой области. Питский гидрогеологический массив сложен метаморфическими породами архея и протерозоя, представленными сланцами, метапесчаниками, метаалевролитами, прорванными гранитными интрузиями. С последними связаны трещинно-пластовые напорно-безнапорные воды, распространенные преимущественно до глубины 70-100 м и

трещинно-жильные воды разломов и жильных образований, которые распространены на глубину 200-300 м. Распространение подземных вод в районе контролируется водоносными зонами открытой трещиноватости, в которых формируются пресные безнапорные гидрокарбонатные слабо минерализованные воды. Питание подземных вод происходит преимущественно за счет атмосферных осадков и имеет резко выраженный сезонный характер. Превышение годового количества осадков над испарением обуславливает значительную обводненность района и высокий поверхностный сток. Низкогорный рельеф рассматриваемой территории предопределяет разобщение массива регионально-трещинных вод на систему бассейнов стока, совпадающих с водосборными площадями рек и ручьев.

Питание подземных вод в пределах частного водосбора реки обычно приравнивается к их естественным ресурсам [1], поэтому оценка естественных ресурсов подземных вод была проведена гидрометрическим методом.

В гидрологическом отношении Олимпиадинская площадь располагается в верховьях левобережной части р. Чиримба и правобережной части р. Тея, бассейнов рек Пит и Вельмо соответственно. Водные артерии площади характеризуются полноводностью и многочисленностью притоков, наиболее протяженными из которых являются ручьи Талая, Титимухта, Бол. Гурахта, Викторовский, Бугарихта, Олимпиадинский, Иннокентьевский.

Для определения гидрологических характеристик водотоков использованы материалы гидрометрических изысканий, картографические материалы, данные многолетних наблюдений на реках-аналогах.

Расходы воды для водотоков, расположенных в пределах Олимпиадинской площади, были определены методом аналогии по формуле [3]:

$$Q_{p\%} = \frac{KF}{F_a Q_{\%a}}$$

где $Q_{p\%a}$ – расход воды различной обеспеченности реки-аналога, м³/с;

K – поправочный коэффициент, зависящий в данном районе от средней высоты водосбора (чем больше высота, тем больше среднегодовой расход водотока при одинаковой площади бассейна);

F – площадь водосбора до замыкающего расчетного створа, км²;

F_a – площадь водосбора реки аналога, км².

При определении среднегодовых расходов в качестве аналога были приняты водотоки, по которым имеются длительные ряды наблюдений:

- река Тея (в районе расположения пгт Тея), ряд наблюдений которой был удлинен по уравнению связи со среднегодовым стоком р. Вельмо – 7 км ниже устья р. Тея (коэффициент корреляции составил 0,88);

- р. Бол. Пит – п. Брянка (коэффициент корреляции составил 0,83).

Используя удлиненный ряд среднегодовых расходов воды реки-аналога, построены кривые обеспеченности, с помощью которых по методу Г.А. Алексеева [3] определены расходы различной обеспеченности аналога с пересчетом на расчетные створы исследуемых водотоков.

В таблице 1 приводятся полученные минимальные расчетные зимние расходы, модуль подземного стока воды и величина естественных ресурсов различной обеспеченности для водотоков, в пределах водосборных площадей которых расположены разведанные и подлежащие эксплуатации месторождения подземных вод (Досеровское, Енашиминское и Широкинское).

Оценка естественных ресурсов подземных вод по меженному стоку рек, особенно приравнивание их к меженному стоку рек 95 %-ной обеспеченности, привело к их существенному занижению из-за неполного дренирования. Более объективной характеристикой подземного стока можно считать среднегодовой меженный расход реки. Но и при такой оценке при неполном дренировании подземного стока и существенной величины «скрытой разгрузки» его величина будет в разной степени занижена.

В таблице 2 приведены расчётные величины среднегодового расхода, модулей подземного стока и рассчитанные по ним естественные ресурсы.

Таблица 1

Расчет естественных ресурсов подземных вод по модулю зимнего стока

Наименование водотока	Среднегодовые расходы воды обеспеченностью Р %, м ³ /с, :		Модуль зимнего стока, М _{зим.мин.} , л/с с 1 км ² , обеспеченностью:		Естественные ресурсы, Q, м ³ /сут, обеспеченностью	
	50 %	95 %	50 %	50 %	50 %	95 %
руч. Досеровский (F=14,5 км ² , K=1,41) (Досеровское месторождение подземных вод)	0,28	0,205	3,45	0,05	4320	2419
руч. Олимпиадинский (F=6,5 км ² , K=1,39) (Енашиминское месторождение подземных вод)	0,14	0,098	3,06	0,022	1901	1037
Приток ручья Широкого без названия (F=7,8 км ² , K=1,29) (Широкинское месторождение подземных вод)	0,15	0,10	3,08	0,024	2074	1210

Таблица 2

Расчет естественных ресурсов подземных вод по среднегодовому модулю подземного стока

Наименование месторождения	Минимальные зимние расходы воды, $Q_{\text{зим.мин.}}$, м ³ /с, обеспеченностью:		Среднегодовой модуль подземного стока, $M_{\text{ср.год.}}$, л/с с 1 км ² :		Естественные ресурсы, Q , м ³ /сут, при обеспеченности	
	95 %	95 %	50 %	95 %	50 %	95 %
Досеровское месторождение подземных вод	0,028	1,93	6,00	4,24	7517	5314
Енашиминское месторождение подземных вод	0,012	1,67	5,83	4,08	3629	2540
Широкинское месторождение подземных вод	0,014	1,79	5,77	3,85	3888	2592

Для северной части Енисейского кряжа доля подземного стока составляет 30 % от общего речного стока [2]. Модуль подземного стока для данной территории по данным Б.И. Куделина, составляет 4,2 л/с*км², что сопоставимо с полученными среднегодовыми модулями подземного стока 95 %-ой обеспеченности.

В сложных гидрогеологических условиях достаточно надежная оценка обеспеченности ресурсов подземных вод, как и модуля подземного стока, может быть получена по опыту эксплуатации действующих водозаборов. В таблице 3 приведена сравнительная характеристика разведанных и подлежащих эксплуатации месторождений подземных вод в пределах Олимпиадинской площади и модули эксплуатации Естественные ресурсы на стадии разведки рассматриваемых месторождений определялись по расходу подземного потока по долине ручьев в пределах водозаборных участков.

Сравнение модуля подземного стока 95%-ой обеспеченности с величиной модуля эксплуатации показало, что коэффициент их соотношения равен 1. Из этого следует, что за критерий для оценки естественных ресурсов на Олимпиадинской площади можно принять среднегодовой модуль подземного стока 95%-ой обеспеченности.

Таблица 3

Характеристика разведанных месторождений подземных вод в пределах Олимпиадинской площади

Месторождение	Досеровское	Енашиминское	Широкинское
Группа сложности месторождения	третья	третья	третья
Естественные ресурсы, м ³ /сут	5300	3790	2560
Запасы подземных вод, м ³ /сут	5200	2500	2560
Площадь месторождения, км ²	14,5	7,2	7,8
Модуль эксплуатационного водоотбора, л/с*км ²	4,2	4,1	3,8

По результатам исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Оценка естественных ресурсов подземных вод в пределах Олимпиадинской площади по меженному стоку рек, приравненных к меженному стоку рек 50% и 95%-ной обеспеченности, приводит к их существенному занижению.

2. Среднегодовой модуль подземного стока 95%-ой обеспеченности сопоставим с модулем эксплуатации и может быть принят за критерий при составлении схемы районирования по обеспеченности естественными ресурсами подземных вод

Литература

1. Боровский Б.В. Является ли меженный расход рек мерой питания подземных вод или общего подземного стока? // Разведка и охрана недр. – Москва, 2014. - №5. - С 10 - 16.
2. Подземный сток на территории СССР / Под. ред. Куделин Б.И. – М: МГУ, 1966. - 330 с.
3. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33101-2003. – М.: Госстрой России, 2004. - 72 с.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ АЙНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА

Е.Г. Прянишников

Научный руководитель профессор В.Е. Ольховатенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск, Россия

При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом возникает целый комплекс проблем, обусловленных нарушением геодинамического равновесия в окружающей среде, загрязнением атмосферы, поверхностных и подземных вод. Воздействие на геологическую среду открытого способа разработки приводит к изменениям напряженно-деформируемого состояния горных пород, нарушению устойчивости бортов карьеров и развитию опасных геологических процессов. В связи с этим, важное значение

приобретает проблема прогнозной оценки инженерно-геологических условий разработки месторождений открытым способом и устойчивости бортов карьеров.

Айнское золоторудное месторождение расположено в южной части о. Уруп, который является составной частью Большой Курильской гряды. В геологическом строении месторождения принимают участие следующие стратиграфо-генетические комплексы пород:

- современные четвертичные и 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. В тектоническом строении кайнозойских образований важная роль принадлежит дизъюнктивным дислокациям, в то время как пликвативные дислокации проявлены слабо. Вулканогенно-осадочные и вулканические породы рыбаковской свиты имеют полого моноклиналиное залегание с северо-восточным простиранием, что является благоприятным фактором для разработки месторождения открытым способом. С целью прогнозной оценки устойчивости бортов карьеров для всех выделенных в разрезе инженерно-геологических типов пород проведены детальные исследования физико-механических свойств, построены паспорта прочности, установлены нормативные и расчетные значения прочностных характеристик.

Всего в разрезе Айнского золоторудного месторождения выделено 13 инженерно-геологических типов пород, характеристика физико-механических свойств которых приведена в таблице 1. Как видно из приведенных данных наиболее прочными являются вторичные кварциты для которых предел прочности на одноосное сжатие изменяется от 14,7 до 24,10 МПа, при среднем значении 19,40 МПа. По своим прочностным характеристикам близки к кварцитам андезиты, среднее значение предела прочности на одноосное сжатие которых 18,68 МПа, угла внутреннего трения 35° и удельного сцепления 4,85 МПа. Среди выделенных разновидностей туффитов (таблица 1), наибольшими прочностными характеристиками обладают алевропсаммитовые разности, для которых предел прочности на одноосное сжатие в среднем составляет 19,09 МПа, угол внутреннего трения 35° , а удельное сцепление 4,56 МПа. Самой низкой прочностью обладают аргиллизиты по псефитовым туффитам, предел прочности которых не превышает 6,19 МПа, а среднее значение составляет 3,25 МПа.

Таблица 1

Физико-механические свойства горных пород Айнского золоторудного месторождения

	Типы пород	Физико-механические свойства				
		ρ , г/см ³	$\sigma_{сж}$, МПа	σ_p , МПа	ϕ , град	C , МПа
1	Туффиты псефитовые	<u>2,00-2,50</u> 2,21	<u>1,38-26,80</u> 8,23	<u>0,23-4,50</u> 1,39	<u>22-35</u> 30	<u>0,37-8,00</u> 2,28
2	Туффиты псаммитовые	<u>2,05-2,27</u> 2,17	<u>1,80-36,0</u> 11,38	<u>0,30-6,00</u> 1,89	<u>27-42</u> 33	<u>0,50-2,25</u> 1,58
3	Туффиты алевро-псаммитовые	<u>2,37-2,68</u> 2,52	<u>1,79-36,4</u> 19,09	<u>0,29-6,07</u> 3,18	<u>34-36</u> 35	<u>0,42-8,70</u> 4,56
4	Туффиты аргиллизированные	<u>2,30-2,36</u> 2,34	<u>3,96-16,88</u> 11,33	<u>0,66-2,81</u> 1,88	<u>30-38</u> 32	<u>0,75-5,00</u> 3,18
5	Аргиллизиты по туффитам	<u>2,07-2,59</u> 2,24	<u>1,48-21,0</u> 6,31	<u>0,24-5,32</u> 1,32	<u>25-45</u> 33	<u>0,60-5,80</u> 1,72
6	Аргиллизиты по псефитовым туффитам	<u>2,18-2,42</u> 2,32	<u>0,72-6,19</u> 3,25	<u>0,12-1,26</u> 0,59	<u>29-36</u> 32	<u>0,18-1,75</u> 0,86
7	Аргиллизиты по псаммитовым туффитам	<u>2,18-2,42</u> 2,36	<u>0,72-5,33</u> 3,02	<u>0,12-0,75</u> 0,43	<u>32-34</u> 33	<u>0,18-1,50</u> 0,84
8	Продвинутые аргиллизиты	<u>1,94-2,53</u> 2,25	<u>2,60-21,50</u> 8,76	<u>0,43-3,50</u> 1,47	<u>30-43</u> 35	<u>0,60-4,30</u> 2,00
9	Андезиты	<u>2,39-2,70</u> 2,26	<u>8,13-27,81</u> 18,68	<u>2,32-8,61</u> 4,19	<u>34-40</u> 35	<u>2,00-7,00</u> 4,85
10	Дациты	<u>2,31-2,40</u> 2,36	<u>2,10-6,72</u> 3,99	<u>0,35-1,12</u> 0,79	<u>27-33</u> 31	<u>0,62-1,75</u> 1,04
11	Кварцевые метасоматиты	<u>2,18-2,32</u> 2,24	<u>2,56-22,37</u> 12,69	<u>0,43-3,71</u> 2,20	<u>38-40</u> 39	<u>0,55-6,00</u> 2,68
12	Тектоническая брекчия	<u>2,47-2,63</u> 2,55	<u>2,30-6,60</u> 4,45	<u>0,60-1,10</u> 0,85	39	<u>0,50-1,50</u> 1,0
13	Вторичные кварциты	<u>2,12-2,25</u> 2,18	<u>14,7-24,10</u> 19,40	<u>2,40-4,00</u> 3,20	35	<u>4,00-7,00</u> 5,50

Так же низкие значения прочностных свойств получена для псаммитовых туффитов. Средняя прочность на одноосное сжатие которых составляет 3,02 МПа. Все расчетные методы оценки устойчивости откосов основаны на применении теории предельного равновесия и освещается в работах А.М. Демина [1], В.Е. Ольховатенко [2], Г.Л. Фисенко [3] и других. Основным количественным показателем, использованным при локальной оценке и прогнозе устойчивости склонов, является коэффициент устойчивости, представляющий собой отношение сумм удерживающих и сдвигающих сил, действующих на поверхности предполагаемого смещения оползневого тела. С учётом особенностей инженерно-геологического строения месторождения в качестве расчетного использовался метод логарифмической спирали. Данный метод основан на теории предельного равновесия, а для построения поверхности скольжения рассчитываются радиусы с наименьшим коэффициентом устойчивости. Расчетные параметры сопротивления грунтов сдвигу для каждого расчетного сечения принимались как средневзвешенные значения массива, рассчитанные по характерным для каждого борта колонкам инженерно-геологической скважины.

Таблица 2

Р.Л.	Скважина	Борта карьера	Средневзвешенные расчетные характеристики			Коэффициент устойчивости	
			γ ; кН/м ³	ϕ , град.	С, кПа	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

Обработка полученных результатов исследований методом математической статистики позволила установить нормативные и расчетные характеристики пород с использованием которых выполнены расчеты устойчивости бортов карьера (таблица 2). 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.

Литература

1. Демин А.М. Оползни на карьерах: Анализ и прогноз. – М.: ГЕОС, 2009. – 79 с.
2. Ольховатенко В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузнецкого бассейна. –Томск.: Изд-во Том.гос.архит.-строит. ун-та, 2014. – 150 с.
3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов.- Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Недра, 1965. – 376 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ШАХТЫ ИМ. С.А.ТИХОГО Д.В. Пургина

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В 2013-2014 годах предприятием ООО «Центр гидрогеологических исследований» были проведены геологоразведочные работы с целью разведки подземных вод на участке недр «Никитинский-4» в пределах выделенного лицензией на пользование недрами (лицен-зия КЕМ 01599 ВЭ) горного отвода на площади развития среднепермских отложений ильинской подсерии (P2 il).

Участок работ расположен на юго-восточной окраине Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области, в 3,2 км западнее поселка Конево и в 3,5 км юго-восточнее поселка Поречье, на левом склоне долины р.Ур. По геолого-гидрогеологическому районированию рассматриваемый участок приурочен к западной окраине Кузнецкого бассейна пластово-блоковых вод, а в его пределах к площади распространения водоносного комплекса среднепермских отложений ильинской подсерии. В кровле водоносного комплекса залегают верхнечетвертичные современные аллювиальные отложения р.Ур [6].

В пределах участка проведен комплекс полевых работ, включая полевое обследование, проведение пробных откачек в скважинах №2ВСН, 3ВСН, 4ВСН, 5ВСН. Определены фильтрационные параметры водоносного комплекса среднепермских отложений ильинской подсерии. Водопроницаемость составила 50,0 м²/сут, гидравлический уклон оценен на уровне 0,008. Рассчитано допустимое понижение уровня подземных вод для каждой эксплуатационной скважины. По сложности участок отнесен к 2-й группе со сложным геологическим строением и гидрогеологическими условиями.

По материалам подсчёта запасов подземных вод, полученных при проведении разведочных работ, автором использован метод численного моделирования для уточнения расчетной схемы водозаборного участка, необходимой на стадии эксплуатации водозабора.

В составе гидродинамической модели области фильтрации состав водомещающих пород по проводимости представлен двумя расчетными слоями. Первый расчетный слой соответствует первому от поверхности напорно-безнапорному водоносному горизонту трещиноватых пород мощностью 100 м и водопроводимостью $50 \text{ м}^2/\text{сут}$, что характерно для зоны активного водообмена. Второй расчетный слой представляет горизонт мощностью 50 м с водопроводимостью, не превышающей $10 \text{ м}^2/\text{сут}$. Он характеризует зону затухания открытой трещиноватости в горно-складчатом массиве пород [5].

Все фильтрационные и емкостные параметры приняты по материалам отчета по подсчету запасов подземных вод [6] (таблица 1).

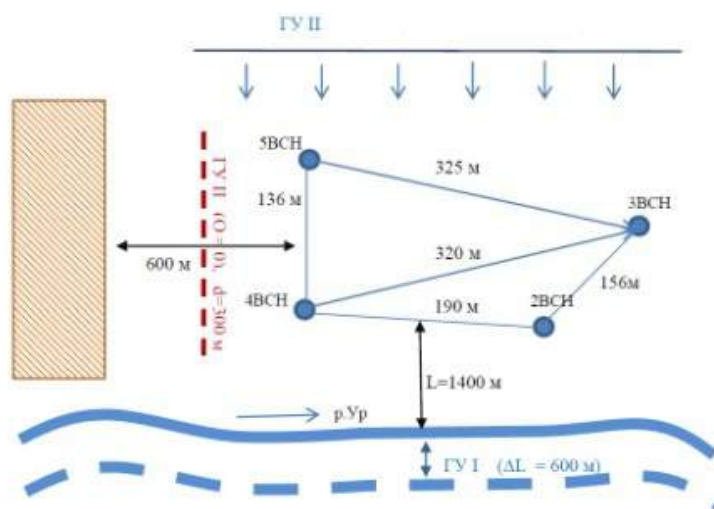


Рис. 1. Схема граничных условий

Таблица 1

Фильтрационные и емкостные параметры

Слой	Напорность	Изотропность	k_x м/сут	k_y м/сут	k_z м/сут	Коэффициент упругоэластичности η (М^{-1})	Коэффициент водоотдачи μ
1	напорно-безнапорный	изотропный	0.5	0.5	0.5	10^{-4}	0.25
2	напорный	изотропный	0.2	0.2	0.2	10^{-4}	0.25

Область моделирования в плане была покрыта равномерной сеткой с шагом 25 м по обоим пространственным направлениям. Южная граница модели, соответствующая пространственному положению реки Ур, учтена на модели как граница III-го рода с учетом оценки гидравлического несовершенства русла величиной 600 м. Западная граница модели проведена по разрывному нарушению, предположительно затертому до состояния непроницаемой границы (ГВ II рода). Гидрогеологический характер этой границы рекомендуется уточнить в последующем по данным опытно-фильтрационных работ. Северная граница проходит вдоль линии водораздела, что соответствует граничным условиям второго рода (ГВ II рода) (Рис. 1).

Для исследования естественного режима подземных вод была решена геофильтрационная задача в стационарной постановке [1]. В результате получено расчётное поле напоров. В качестве главного критерия точности численного решения принято значение гидравлического уклона фильтрационного потока 0,008. На стадии эпигнозного моделирования Методом подбора выполнена оценка величины инфильтрационного питания, которая составила $0,00033 \text{ м/сут}$.

Анализ водного баланса численной модели позволяет сделать следующие выводы [2,4]. Величина естественных ресурсов в целом составляет $2945,26 \text{ м}^3/\text{сут}$. При этом все ресурсы формируются за счет инфильтрационного питания и разгружаются в реку Ур. На долю первого водоносного приходится $2459,75 \text{ м}^3/\text{сут}$, остальные $485,46 \text{ м}^3/\text{сут}$ перетекают во второй водоносный горизонт (рис. 2а).

Прогнозное моделирование учитывает работу трех эксплуатационных скважин. Это предполагает решение нестационарной задачи. Начальное распределение напоров принято по результатам решения стационарной задачи в каждом расчетном слое. Заданы емкостные свойства водоносных горизонтов: коэффициент упругоэластичности, коэффициент гравитационной водоотдачи и коэффициент упругой водоотдачи. Все скважины расположены в пределах мощности первого водоносного горизонта. Расчетное время составило 25 лет или 9125 суток. Этот интервал был разбит на 300 временных шагов с множителем 1,3 для более детального отображения результатов расчетов в начале работы водозабора и меньшего количества выходных данных при установившемся режиме работы эксплуатационных скважин. В результате моделирования получены карты гидроизогипс для естественных и нарушенных условий (рис. 2).

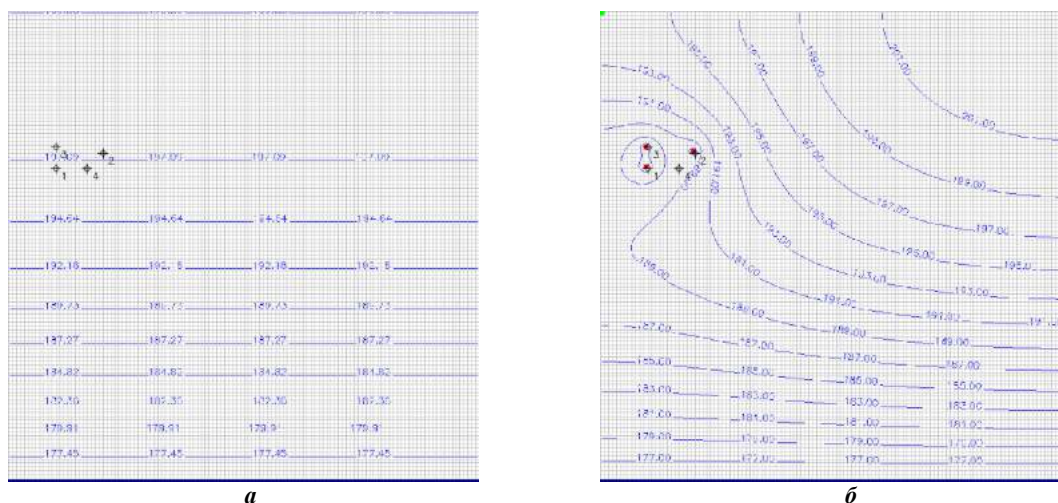


Рис. 2 Карты гидроизогинс при а) эпигнозном моделировании б) прогнозном моделировании

По результатам прогнозного гидродинамического моделирования установлено, что величина понижения уровня в скважинах не достигает абсолютных отметок уровня в реке Ур. Между рекой и скважинами образуется локальный водораздел, который при длительной эксплуатации водозабора может смещать в сторону реки. Анализ водного баланса модели дает следующие результаты. Естественные запасы водоносного горизонта составляют 1222 м³/сут. Привлекаемые запасы из нижнего горизонта не превышают 278 м³/сут. Влияние реки Ур на формирование эксплуатационных запасов подземных вод в скважинах водозабора не прослеживается. Таким образом, можно сделать выводы о том, что основные источники формирования подземных вод являются восполнимыми.

Для прогноза работы водозабора важнейшим условием является характер граничных условий с учетом водоотлива шахты.

Необходимо исследовать режим шахтного поля и его влияние на водозабор на стадии эксплуатации и разведки подземных вод.

Литература

1. Жернов И.Е., Павловец И.Н. Моделирование фильтрационных процессов. – Киев: ВШ, 1976. – 192 с. 48.
2. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. Учебник. Изд. 3-е. – М.: МГУ, 2001. – 519 с. 204
3. Плотников Н.А. Оценка запасов подземных вод: Москва: Гос. Научн.-техн. Изд. Литературы по геологии и охране недр, 1959. – 288 с.
4. Рассказов Н.М., Букаты М.Б. Запасы и ресурсы подземных вод: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 1996. – 50 с.
5. Рогов Г.М., Попов В.К. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томск. Ун-та, 1985. – 190 с.
6. Людвиг Е.В. Разведка подземных вод и выполнение геологического отчета с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод участка недр «Никитинский-4» для хозяйственно-питьевого водоснабжения и технологического обеспечения водой ООО «шахта им. С.Д. Тихова» по состоянию на 01.05.2014 г. – Кемерово: ЦГИ, 2014. – 219 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАВИНООПАСНЫХ УЧАСТКОВ НА ПЕРЕГОНЕ ДЕБИЛЬЧИНДА-ДАБАН-ГОУДЖЕКИТ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Д.В. Пургина

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Значительная часть территории России представляет собой горную местность. В таких районах в зимний период часто случаются наблюдения сходы лавин, которые свою очередь, могут нанести существенный, порой, непоправимый ущерб инженерно-строительным сооружениям и даже привести к гибели людей. В связи с этим все детальнее ведется работа по прогнозированию схода снежных лавин, как с помощью принудительного сноса масс снега, так и методом постройки противолавинных заграждений, дамб.

Исследуемый участок расположен в Северобайкальском районе Республики Бурятия и Казачинско-Ленском районе Иркутской области, на перегоне ст. Дельбичинда - ст. Дабан. Изучение территории вызвано необходимостью реконструкции земляного полотна и верхнего строения пути на участке с реконструкцией инженерных сооружений (трубы - реконструкция труб с удлинением (при необходимости) под второй путь; мосты - замена пролетных строений, переустройство опор под новые пролетные строения).

Район работ, согласно карте инженерно-геологического районирования, находится в Байкальском регионе второго порядка, входящего в состав Байкало-Становой сладчато-глыбовой области. Горные хребты Байкальской рифтовой зоны сложены преимущественно, гранитоидами, которые в массиве характеризуются высокой прочностью. Значительное снижение прочности пород наблюдается в зонах тектонических разломов. Всему региону в целом свойственна высокая сейсмичность.

Рельеф региона имеет большие контрасты высот, обусловленные чередованием высоких хребтов и параллельных им глубоких рифтовых впадин, вытянутых в северо-восточном направлении. Обширные пространства во впадинах занимают поймы и надпойменные террасы рек, обычно сильно заболоченные, с множеством озер, стариц и проток. Сильно расчлененный горный рельеф региона, обилие обломочного материала на склонах, повышенные снегозапасы в горах и затяжной характер осадков в летнее время наряду с высокой сейсмичностью обуславливают развитие и частую повторяемость горных обвалов, оползней, движения каменных курумов, лавин, селей и других неблагоприятных условий [3].

Лавины – сход снега с горных склонов, увлекающего на своем пути новые снежные массы, образуются на склонах, уклон которых превышает 15° [4].

Наиболее лавиноопасные участки, по данным противолавинной станции Восточно-Сибирской железной дороги расположены на восточном склоне хребта Шахтара (Рисунок 1)

Протяженность лавиноопасных участков в сумме составляет 1700 м. В пределах участка обследования выявлено 19 опасных склонов (Таблица 1). По данным о сходах лавин с этих склонов видно, что наибольшую опасность представляет 30, 31, 32, 65 и 66 лавиносборы на что так же указывает крутизна склона $30-40^\circ$, общее количество сходов за последние 11 лет от 20 до 50 и объем снежных отложений порядка $60...70 \text{ м}^3$ в год.

Таблица 1.

Данные по лавиноопасным склонам

Номер лавиносбора	Общее количество сходов за 11 лет	Объем снежных отложений, тыс. м ³	
		минимальный	максимальный
29	8	0,20	48,96
30	48	0,24	61,2
31	47	0,16	71,5
32	25	0,12	38,5
33	14	0,24	38,5
34	2	3,2	7,5
43	7	0,2	4,2
44	11	0,12	0,48
45	8	0,1	3,6
46	2	0,54	3,6
65	20	0,18	25,6
66	38	0,1	8,6
67	17	0,2	3,9
69	31	0,06	2,6
р. Вредный	3	0,8	0,8

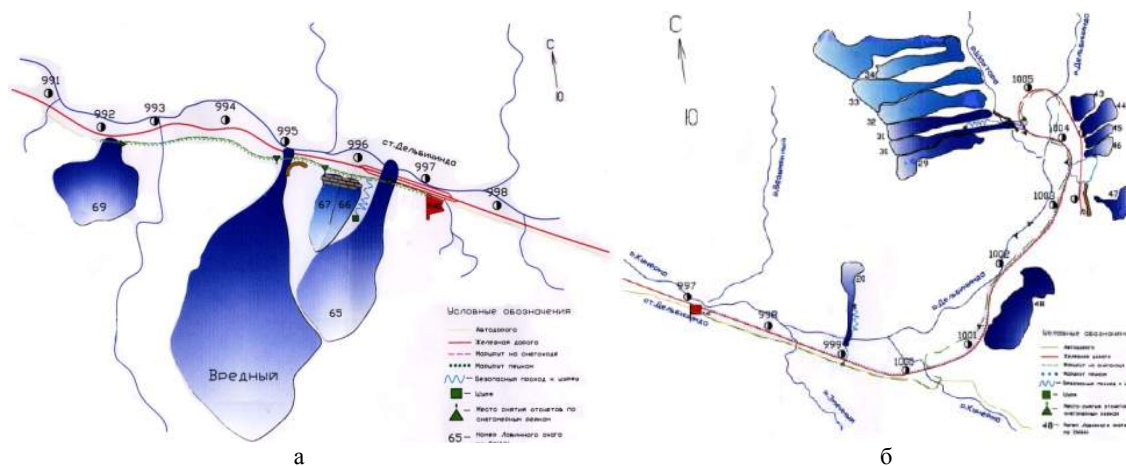


Рис. 1. Схема расположения лавиносборов

В 2011 году с лавиносбора № 30 произошел сход лавины, с выходом на железнодорожный путь, который снес часть однопутной железной дороги и заблокировал движение железнодорожного транспорта (Рисунок 2).

Для лавиносборов представляющих опасность характерен сход лотковых лавин [5]. Лавиносборы такого типа четко выражены в рельефе с надежно выделяемыми зонами зарождения, транзита и отложения. Угол наклона в зоне зарождения лавин колеблется от 40° до 27° , в зоне транзита – от 27° до 17° , в зоне отложения – от 13° до 5° . Движение лавин происходит по склонам восточной экспозиции. Подстилающая поверхность представляет собой крупнообломочную осыпь с поперечником обломков порядка 20 см. Склоны покрыты отдельными скальными глыбами. При этом коэффициенты трения зависят от угла наклона склона и площади лавиносбора и изменяется в пределах от 0,3 до 0,6. Эти коэффициенты должны учитываться при проектировании лавинозащитных сооружений [1,2].

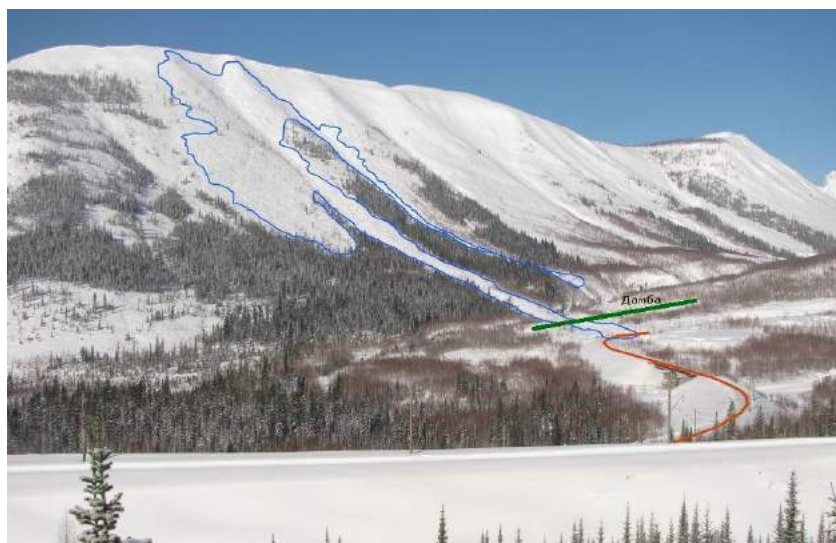


Рис. 2. Схема схода лавины с выходом на ж/д путь.

Для лавиносборов № 29–32 в качестве защиты от лавин можно предложить следующие варианты:

- устройство лавинопроводящей дамбы по левому берегу р. Шахтара, геометрические параметры которой следует определить расчетом;
- строительство тормозящих земляных конусов в зоне транзита лавиносборов № 30 и 31 на склонах не круче 17° (рисунок 1);
- строительство снегоудерживающих сооружений в зоне зарождения лавин.

Для лавиносбора № 65 также необходимо разработать вариант комплексной противолавинной защиты. В комплекс должны входить удерживающие, тормозящие и направляющие сооружения.

Литература

1. Благовещенский В. П. Количественная оценка лавинной опасности малоизученных горных районов: автореф. дис.... д-ра геогр. наук. – М., 1990. – 48 с.
2. Боброва д. А. Оценка лавинной опасности на равнинных территориях о. Сахалин: автореф. дис....канд. геогр. наук. – Хабаровск, 2014. – 24 с
3. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. – Ленинград.: Недра, 1984. – 511 с.
4. Осипова М.А., Тейхреб Н.Я. Курс лекций по инженерной геологии для студентов направления «Строительство» и специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»: учебное пособие / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013 – 84 с.
5. Соловьев А.С. Математическое моделирование чрезвычайных ситуаций, связанных с зарождением и сходом снежных лавин: дис.... д-ра техн. наук. – Воронеж, 2014. – 287 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАГЕНЕЗА УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗБАССА

Е.В. Радюк

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Взаимодействие подземных вод с горными породами имеет весьма сложный многоступенчатый характер и может быть рассмотрено с разных точек зрения. Большинство процессов связанных с выветриванием горных пород, седиментацией и преобразованием осадочных пород в ходе литогенеза и метаморфизма - это целая серия реакций, происходящих при участии воды. В процессе эволюции земной коры подземные воды находятся в постоянном движении, в результате которого происходит перенос и осаждение химических элементов, включая выветривание, и формирование месторождений полезных ископаемых, гидратацию и дегидратацию минерального вещества [1,4].

Кузнецкий угольный бассейн сложен осадочными отложениями, претерпевшими сложнейшие катагенетические преобразования, обуславливая распространение углей различных стадий метаморфизма. С этапами катагенеза связаны геохимические условия в дисперсной системе вода-порода-газ-органическое вещество, осуществляя различные гидрогеологические следствия. Основными этапами катагенеза являются: протокатагенез, мезокатагенез, апокатагенез. В протокатагенезе происходит подготовка органического вещества в более поздним катагенным преобразованиям. В гумусовом органическом веществе формируется решетка, построенная ароматическими блоками и группами блоков. При этом выделяется метан в большом количестве. С этапом мезокатагенеза связана интенсивная трансформация органического вещества. Происходит разрушение старой структуры органического вещества и удаление тех элементов, которые не удовлетворяют новым

значениям температуры и давления. На данном этапе деструкция полимерлипидных компонентов органического вещества дает начало образованию широкого спектра углеводородов. На более поздних этапах связь формирующихся жидких углеводородов с исходными органическими веществами проявляется очень слабо. В апокатагенезе происходит общий разрыв связей C=C как в керогене, так и в ранее образовавшемся из него битумоиде. Образуются низкомолекулярные соединения, в частности метан. Оставшаяся сера выделяется и ведет к образованию сероводорода.

Одним из наиболее важнейших следствий катагенеза угольных отложений является разложение и синтез молекул воды, их структурных преобразований. Благодаря этому происходит геохимическое преобразование системы вода-порода-газ-органическое вещество. С одной стороны, происходит формирование различных типов подземных вод. С другой, происходит структурно-химическая трансформация минеральных агрегатов и органических веществ скелета пород, которая сопровождается освобождением и поступлением многих элементов в подземные воды и формированием аутигенно-минералогической зональности осадочных пород. Катагенная преобразованность органических веществ и пород оставляет определенный отпечаток, по которому можно судить о поведении микроэлементов и органических веществ на различных этапах катагенеза [3].

Анализ распределения микроэлементов показывает, что максимальные концентрации в бассейне соответствуют подземным водам, приуроченным к угленосным отложениям, вмещающих угли от длиннопламенной до жирной стадии метаморфизма (табл. 1).

Таблица 1

Средние содержания микроэлементов в подземных водах и водных вытяжках их пород и углей в зависимости от степени катагенной преобразованности отложений

Стадии метаморфизма углей	Вид водной пробы	Микроэлементы, мкг/л									
		Mn	Zn	Ag	Cu	Ti	Cr	Pb	Ba	Co	Ni
Б-Д	Подземные воды	37,8	97,8	0,4	0,7	4,5	0,9	1,1	9,4	-	0,1
	Вытяжки из пород	107,3	22,9	0,6	3,8	122,9	75,2	3,0	31,1	10,5	9,1
	Вытяжки из углей	114,3	11,4	0,3	2,3	5,7	-	1,1	8,0	-	34,3
Д	Подземные воды	50,9	117,2	0,6	1,5	10,0	6,0	2,6	11,7	1,0	1,6
	Вытяжки из пород	73,3	17,8	1,0	5,2	202,6	241,3	2,2	17,4	13,4	16,5
	Вытяжки из углей	38,1	277,0	0,5	78,7	2,31	0,7	3,9	8,4	-	1,7
Г-Ж	Подземные воды	4,9	58,5	0,2	2,0	6,4	23,3	4,3	33,5	-	1,0
	Вытяжки из пород	55,1	19,0	0,5	2,6	52,2	1,3	6,3	33,4	13,9	8,6
	Вытяжки из углей	90,1	34,6	0,4	3,7	3,5	-	4,6	27,3	-	3,4
К	Подземные воды	31,6	47,8	0,2	1,2	3,4	9,9	1,1	6,9	4,2	3,9
	Вытяжки из пород	51,7	31,4	0,3	2,6	8,2	1,1	4,4	11,5	7,4	1,9
	Вытяжки из углей										

Анализ распределения ВРОВ в подземных водах зоны интенсивного водообмена показывает, что их содержание уменьшается по мере увеличения степени метаморфизма углей и растворенных органических веществ пород. На общем фоне уменьшения содержания органических веществ максимальные концентрации ВРОВ соответствуют интервалу от длиннопламенной до жирной стадии углефикации.

При анализе гидрогеологических следствий катагенеза следует обратить внимание и на геохимическую роль глинистых минералов. С одной стороны, динамика геохимических процессов катагенеза, масштабы миграции углеводородов и химический состав продуктов катагенного преобразования органических веществ и минеральных агрегатов во многом определяются глинистыми породами. С другой стороны, глины являются генерирующей средой, оказывающей влияние на геохимический облик подземных вод, находящихся в зоне катагенеза. Обязательным условием катагенеза, в этой связи, является первичная миграция углеводородов и других соединений (CO₂, H₂S, NH₃ и др.) Основной формой миграции битумоидов и углеводородных газов являются истинные коллоидные растворы, а также эмульсии. Важное значение при миграции является дегидратация глинистых минералов. В конечном итоге, происходит изменение гидрогеохимических режимов и разбавление газодонных растворов, находящихся в пластах-коллекторах на глубине от 800 до 3000 м и более. В связи с этим в нефтегазоносных бассейнах возникает и существует своеобразная инверсия гидрогеохимической зональности, являющаяся стадийным гидрогеологическим следствием катагенеза осадочных пород.

Особое внимание следует обратить на онтогенез глинистых минералов. Характерной особенностью первых этапов катагенеза угленосных отложений является образование глинистых минералов. На последующих этапах происходит хлоритизация и гидрослюдизация глинистых минералов, гидролиз полевых шпатов с образованием мусковита и кварца. На всех этапах происходит потеря воды за счет ее ионного разложения. Силикатная щелочность связывается с глинистыми и другими новообразующимися минералами, способствуя созданию кислой среды газодонных растворов в зоне апокатагенеза. При этом происходит создание кремнистого цемента, обуславливая указанные гидрогеологические следствия осадочных пород.

Образование и существование зон первичной и вторичной карбонатной цементации является еще одним следствием катагенеза. Первичная зона развита и характерна для начального и среднего мезокатагенеза. Кальций осаждается в форме карбонатных солей в коллекторах, представляющих собой породы, претерпевшие изменения

на последних этапах мезокатагенеза и апокатагенеза, и выведенные за счет тектонических движений на поверхность). Формирование зоны вторичной карбонатной цементации соответствует интервалу развития первичной в нормально развивающихся бассейнах. Осаждающиеся карбонаты заполняют не только поры, образовавшиеся в процессе катагенеза, но и вторичную пористость, сформированную в результате развития геологических процессов в массивах пород. Таким образом, карбонатная цементация с одной стороны резко ухудшает фильтрационные свойства пород, с другой — увеличивает прочностные свойства осадочных отложений [3].

Гидрогеологическое следствие катагенеза осадочных отложений — это свойство геологической структуры, возникающее и исчезающее на определенном этапе ее эволюции. В соответствии с различными уровнями развития геологической структуры в осадочных образованиях формируются зоны карбонатной цементации, вокруг залежей горючих ископаемых возникают водные ареолы ВРОВ и МЭ, зоны восстановления пород и т. д. Формирование гидрогеохимической зоны максимального обогащения МЭ и ВРОВ в мезокатагенезе является, как и нефтегазоносность, закономерным следствием эволюции осадочного бассейна. Аутигенное минералообразование на ранних этапах катагенеза в большей мере обязано первоначальным условиям происхождения осадочных пород. На более поздних — катагенным условиям и геохимической направленности эволюции саморазвивающейся системы «вода-порода-газ-органическое вещество» [4]. После длительного взаимодействия в системе вода-порода-газ-органическое вещество водорастворенные и водорастворимые органические вещества несут богатую разностороннюю информацию, которая должна использоваться для решения основных проблем гидрогеологии угольных бассейнов, для повышения прогнозов нефтегазоносности осадочных бассейнов, при оптимизации геологической среды и организации рационального природопользования, при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения, при очистке карьерных сточных вод [2].

Литература

1. Зверев В.П., Подземная гидросфера. Проблемы фундаментальной гидрогеологии. - Москва: Научный мир, 2013г — 185с.
2. Кувшинова Е. В., Оценка влияния открытой разработки Бачатского угольного месторождения и эксплуатации подземных водозаборов на водопользование в бассейне реки Бачат. – Томск: ТПУ, 2013.
3. Попов В. К. Геохимия подземных вод Юго-Восточного обрамления Западно-Сибирского мегабассейна (природные и техногенные аспекты):. Диссертация. доктор. геол.-минер. наук. – Томск, 1998г. – 262 с.
4. Рогов Г. М., Попов В. К. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск, 1985. – 183с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА В ЧЕРТЕ ПОС. МИН-КУШ ДЖУМГАЛЬСКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.Р. Русланова

Научный руководитель доцент О.А. Бычков

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск, Россия

Джумгалский район расположен на северо-западе самой высокогорной области страны в Нарынской области, который занимает юго-восток Кыргызской Республики. Территория Джумгалского района характеризуется большой гравитационной энергией и высокой эрозией рельефа. Перепад абсолютных отметок горной зоны колеблется от 2600 до 4185 м, перепад отметок днищ впадин в пределах от 1500 до 2600 м. В связи с этим данная территория характеризуется широким распространением неблагоприятных процессов и явлений, обусловленных силой тяжести, таких как, сели, обвалы, осыпи и пр. Также большим распространением пользуются оползневые явления.

Главным населенным пунктом Джумгалского района является поселок городского типа Мин-Куш. Согласно типологическому инженерно-геологическому районированию, проведенному Департаментом Мониторинга Министерства Чрезвычайных Ситуаций Кыргызской Республики, [2] территория поселка относится к I категории уязвимости по распространенности оползней и составляет 0,8 % площади всего Джумгалского района. Ряд оползней угрожают инфраструктуре поселка Мин-Куш: жилым домам, инженерным сооружениям, ЛЭП, также заводу «Оргтехника».

В 2011 году на участке автодороги Мин-Куш-Дальний Мин-Куш происходила активизация оползневых явлений. Путем частичной разгрузки оползня опасность была ликвидирована. Оползневые массы отжимают русло реки Мин-Куш к автодороге Арал-Мин-Куш, где происходит интенсивный подмыв берега.

Наибольшую обеспокоенность вызывает почти в 200 м ниже одноименного хвостохранилища участок правобережного древнеоползневого склона долины реки Туук-Суу (Мин-Куш), где с 2005 г стали возникать трещины закола и сформировался оползень объемом свыше 0,5 млн. м³. (рис 1). На сегодняшний день процесс оползания распространился до водораздельной части склона и создал угрозу для расположенного рядом уранового хвостохранилища Туук-Суу за счет полной или частичной разгрузки оползня. Данное обстоятельство предопределило необходимость проведения мониторинга оползня. По заданию Департамента Мониторинга Министерства Чрезвычайных Ситуаций Кыргызской Республики, где автор проходил преддипломную практику, был проведен мониторинг научно-инженерным центром «ГЕОПРИБОР». Работы центра включали комплекс геофизических и геотехнических исследований на оползнеопасном склоне, заложение сети геодезического мониторинга оползневых смещений, также были изучены его геологическое строение, инженерно-геологические

и гидрогеологические условия оползнеопасного участка и была выполнена оценка состояния оползневого склона на момент проведения исследований.

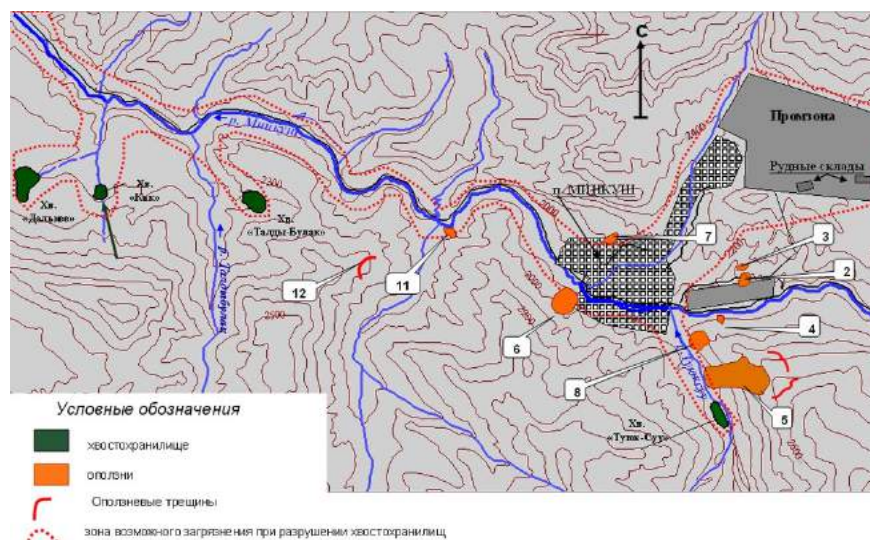


Рис.1 Карта-схема прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории г.т. Мин-Куш

В результате данных исследований оползень был разделен на три блока: нижний, средний и верхний. Нижний оползневой блок №1: площадь оползневого блока $S_1 = 20\,000\text{ м}^2$, средняя мощность оползневого блока $h_{cp} = 24\text{ м}$, следовательно, его объем составит $V = S_1 \cdot h_{cp} = 20\,000\text{ м}^2 \cdot 24\text{ м} = 480\,000\text{ м}^3$.

Средний оползневой блок №2: площадь оползневого блока $S_2 = 10400\text{ м}^2$, средняя мощность оползневого блока $h_{cp} = 24\text{ м}$, следовательно, его объем составит $V = S_2 \cdot h_{cp} = 10400\text{ м}^2 \cdot 24\text{ м} = 249\,600\text{ м}^3$.

Максимальный объем верхнего яруса оползневого тела, приуроченного в основном к стенке отрыва древнего оползня, не превышает 40-60 тыс. м^3 .

Таким образом, на рассматриваемом оползнеопасном участке суммарный максимальный объем оползневой массы составляет $V_y = 972\,000\text{ м}^3$, почти - 1,0 млн. м^3 .

На основе выполненного мофометрического анализа оползня и оценки инженерно-геологических условий территории автором выполнен расчет устойчивости оползневого склона. Расчет произведен по методу прислоненного откоса Шахунянца [1]. Данный метод определяет поверхность сдвига выделенных блоков в виде ломаной прямой, где смещение рыхлых четвертичных отложений происходит по кровли подстилающих прочных горных пород аргиллитов и песчаников.

Расчеты показали, что два блока верхний и средний находятся в устойчивом состоянии. Коэффициент устойчивости верхнего блока составляет $k_{st} = 1,26$, среднего - $k_{st} = 1,22$, а нижний блок находится в предельно-напряженном состоянии $k_{st} = 1,12$.

Данное обстоятельство позволило сделать следующие выводы:

Основной причиной возникновения оползневых подвижек являются подземные толчки. Территория Джумгалского района относится к району распространения 9-ти балльных землетрясений. Наблюдается четкая зависимость смещения реперов с тектоническими толчками

Между тектоническими толчками оползень стабилен. Расчеты устойчивости были выполнены именно на этот момент времени

1. В качестве основного мероприятия по инженерной защите рекомендовано выполнить подпорную стенку в основании нижнего блока оползня. Для обоснования проектных решений, возможно, использовать выполненные расчеты

Литература

1. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства / Н.Н. Маслов. – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
2. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г., Аширов Г.Э. и др. Отчёт по результатам НИР по Договору №6-ГФ «Оценка ожидаемых последствий схода оползня Туюк-Суу в пос. Мин-Куш» – Мин-Куш-Бишкек, 2008. – с. 21-22.

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПО IMAGEJ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФРАКТАЛЬНОЙ
РАЗМЕРНОСТИ СТРУКТУРЫ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ**

К.А. Самойлич, А.О. Станчев

Научный руководитель Т.П. Мокрицкая

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г.Днепропетровск,
Украина*

Изучение многих физических свойств горных пород предполагает проведение сложных лабораторных и натурных наблюдений [11], поэтому возникает большой спрос для разработки и применения новых методов определения физических свойств, основанный на существовании между ними вполне определенных количественных связей. С этим вопросом вполне вероятно может справиться теория фракталов. Основным недостатком всех известных способов определения фрактальной размерности является необходимость наличия большого количества данных. Благодаря тому, что авторы работы применили ПО ImageJ для предварительного анализа РЭМ-изображений микроструктуры лессового грунта, получено достаточное для фрактального анализа количество данных.

Цель работы найти возможность применения теории фракталов к изучению структуры дисперсных грунтов и определить причины, которые влияют на значения фрактальной размерности.

Дисперсный грунт, в состав которого входят твердые частицы, вода и смесь газов представляет собой многофазную систему [12]. Для свойств многофазной дисперсной системы большое значение имеет степень дисперсности. Особенно большое влияние на свойства грунтов оказывает наличие в них тонкодисперсной составляющей. Лессовые грунты – это дисперсные системы, постоянное движение которых приводит к изменению прочности, водопроницаемости, набухания, пластичности и других свойств, по-этому изучение микроструктуры необходимый пункт при изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Структура лессовых грунтов определяется составом, количественным соотношением и взаимодействием её компонентов. Структура пород образовывается твердыми (минеральными) структурными элементами и порами, которые заполнены подвижными (жидкими и газовыми) компонентами породы. Соединение в объеме твердых элементов с порами характеризует внешний облик структуры [7; 10].

Понятие фрактал введено Б. Мандельбротом для описания серии объектов и явлений, которые не имеют определенного линейного размера [9]. Основное понятие фрактала – это структура, которая состоит из частиц, которые в какой-то мере подобны целому. Подобие – главное определение, но недостаточное. Фрактал – это явление, которое существует и декларирует себя динамично, он является процессом. Свойства фрактала, как объективного процесса изменяются в границах от четкой регулярности до хаоса. Фрактальные формы свойственны бесконечному количеству структур и процессов, из-за того, что Мандельброт открыл математическое определение для совершенно общей закономерности, которая касается геометрических свойств физического мира [5].

Обычно фрактальный анализ не используют для определения количественных показателей структуры грунтов из-за необходимости наличия большого количества данных. Но, при применении к РЭМ-изображениям лессового грунта доступной для общего пользования программы обработки изображений ImageJ, удалось избавиться от этой проблемы. Это планиметрическая программа, используемая при исследовании плоских срезов образца с помощью измерений, которые проводятся на плоскости наблюдения. Аналогично этой программе используют пакет прикладных программ «СТИМАН» [14], методику Фурье-анализа РЭМ-изображений [10].

С помощью ПО ImageJ можно оценить дисперсность грунтов при наличии качественных РЭМ-изображений на которых указан масштаб увеличения [1; 2]. Она позволяет проводить исследования микроструктуры по серии разномасштабных изображений, которые охватывают весь диапазон изменений размеров присутствующих в породе структурных элементов. Полученные массивы данных являются исходными для статистической обработки результатов и расчета фрактальной размерности. По ходу анализа могут быть получены сведения про размер и форму структурных элементов, их ориентацию в пространстве. Преимуществом использования этой программы является большой диапазон получаемых количественных характеристик и высокая скорость, для анализа изображения используется всего несколько минут.

Оценка проводится путем наложения на изображение грунта специальных светофильтров, которые делают изображение частиц четко выраженными, такие частицы можно оконтурить и просчитать их площадь. Местонахождение объекта исследований – стенка срыва современного оползня в балке Тоннельная, г. Днепропетровск. Глубина отбора – 6 м. Обработаны 3 РЭМ-снимка лессовой супеси среднечетвертичного возраста (vd P_{II} dn). Увеличения, применяемые при съемке – 80, 200, 800 раз. После применения полосового фильтра получено преобразованное изображение для анализа частиц и пор образца. Посчитаны площади частиц в соответствующем масштабе. Выполнен расчет количества частиц размерами меньше 0,001 мм, 0,002 мм, 0,005 мм, 0,01 мм, 0,05 мм, 0,1 мм, 0,25 мм, 0,5 мм, 1 мм, 2 мм, 5 мм, 10 мм [6]. Значения интервалов заданы согласно существующему в инженерной геологии стандарту. Если частицы данного размера не определялись в данном изображении, фракция пропусклась. Определенны показатели перенесены в программу MS Excel для расчета фрактальной размерности.

Для расчета показателя Херста H переносим рассчитанные диаметры в ПО Fractan. Определение размерности через показатель Херста H можно найти, используя асимптотику для среднего модуля увеличений ряда на концах отрезков длиной δ [15]:

$$\delta: \langle |\Delta x(\delta)| \rangle = \langle |X_{t+\delta} - X_t| \rangle \sim \delta^H, \quad (1)$$

тогда для случая гауссовых случайных процессов $D = 2 - H$.

Следующий этап – построение графика зависимости количества частиц от их размера в двойном логарифмическом масштабе. Для фрактальных рядов точки этой зависимости расположены близко к некоторой прямой и показатель Херста определяется как тангенс угла наклона этой прямой к оси абсцисс.

Показатель Херста при $H_{*80} = 0,881$, $H_{*200} = 0,857$, $H_{*800} = 0,855$.

Расчет фрактальной размерности выполнялся по методу Рассела с модификацией А.В. Тушева [3; 4; 13]. Значения фрактальной размерности структуры, образованной частицами, находится по формуле:

$$D_s = 2 - k, \quad (2)$$

где D_s – фрактальная размерность структуры (частиц);

2 – топологическая мерность;

k – угловой коэффициент прямой вида $\ln N_R = f(\ln D_R)$.

Показатель фрактальной размерности распределения фракций $D_{s*80} = 1,955$; $D_{s*200} = 1,966$; $D_{s*800} = 1,963$ (примечание: индекс соответствует увеличению РЭМ-изображения). Показатель фрактальной размерности распределения частиц $D_{*80} = 1,119$; $D_{*200} = 1,143$; $D_{*800} = 1,145$. Значения фрактальной размерности D_s и D существенно отличаются, что указывает на отличие размерности, которое обусловлено распределением фракций и отдельных частиц.

Таким образом, применение ПО ImageJ к РЭМ-изображениям дало возможность расчета фрактальной размерности структуры лессового грунта. Рассчитаны показатели фрактальной размерности по методу Рассела с модификацией А.В. Тушева и с применением ПО Fractan. Значения фрактальной размерности D_s и D существенно отличаются, что указывает на отличие размерности, которое обусловлено распределением фракций и отдельных частиц.

Литература

1. Colins T J ImageJ for microscopy/ BioTechniques 43 (1 Suppl) – 2007 – p. 25-30. doi: 10.2144/000112517.
2. ImageJ (Электрон. ресурс)/ Спосіб доступу URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ImageJ> – Загол. з екрану.
3. Mokritskaya T. On fractal characteristics and subsidence properties of loess soil/ Т. Mokritskaya, А. Tushev // Тези міжнародної конференції «Геометрія в Одесі - 2015» – Одеса, 2015. – p. 55.
4. Russel AR A compression line for soils with evolving particle and pore size distributions due to particle crushing Gotechnique Letters (Impact Factor: 1.61). 03/2011; 1(January-March):5-9. DOI: 10.1680/geolett.10.00003
5. Горобець Ю. Фрактальна геометрія у природознавстві/ Ю. Горобець, А. Кучко, І. Вавилова. – К.: Наукова думка, 2008.
6. ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава – М.: Стандартинформ, 2008. – 17 с.
7. Григорьева И.Ю. Микростроение лессовых пород./ И.Ю. Григорьева. – М.: Наука, МАИК Наука/Интерпериодика, 2001 – 141 с.
8. Ларионов А.К. Методы исследования микроструктуры грунтов. – М.: Недра, 1971. – 199 с.
9. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Ин-т компьютер. исслед., 2002. 656 с.
10. Осипов В.Н. Микроструктура глинистых пород/ В.Н. Осипов, В.Н. Соколов, Н.А. Румянцева. – М.: Недра, 1989 – 211 с.
11. Ромм Е.С. Структурные модели порового пространства горных пород. – Ленинград: Недра, 1985. – 240 стр.
12. Ряченко Т.Г. Грунтоведение: учебное пособие/ Т.Г. Ряченко, Н.Н. Гринь, Ю.В. Вашестюк. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – 124 с.
13. Ряченко Т.Г. Особенности микростроения и фрактальной структуры лессовых отложений Среднего Приднепровья и юга Восточной Сибири/ Т.Г. Ряченко, В.М. Шестопапов, В.В. Акулова, Т.П. Мокрицкая, К.А. Самойлич// Известия высших учебных заведений: Геология и разведка. – 2014 – № 5 – с. 37-42.
14. Соколов В.Н. Количественный анализ микроструктуры горных пород по их изображениям в растровом электронном микроскопе/ Соросовский образовательный журнал – 1997 – № 8 – с. 72-78.
15. Старченко Н. В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов. Автореф. дис. кандидат. физ.-матем. наук. – М., 2005 – 23 с.

УПРАВЛЕНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ А.А. Самушева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геолого-физическое, литологическое строение предопределяет различные условия эксплуатации нефтяных месторождений. Что предопределяет различие в подходах к решению самых разных задач нефтедобычи, в том числе и управлению осложнениями. На месторождениях наиболее остро стоит задача снижения риска солеотложения, оптимизации применяемых технологий, выбор приоритетов в использовании новейших технологий предупреждения солеотложения [1].

Целью исследований является рассмотрение основных этапов менеджмента солеотложения; ознакомление с современным состоянием управления солеотложением на месторождениях и технологии борьбы с солеотложениями для эксплуатации нефтяного месторождения (Томская область)

Главной причиной солеотложения является падение забойного давления, что приводит к высвобождению свободного углекислого газа из добываемых флюидов, в частности из воды [2].

Химический состав неорганических отложений представлен в основном сульфатами и карбонатом кальция (ангидритом, гипсом, кальцитом), сульфатом бария (баритом), сульфатом стронция (целестином), окислами карбонатами и сульфидом железа [1].

Наиболее результативный и целесообразный способ предотвращения солеобразований является применение химических реагентов-ингибиторов.

В любом случае, сопротивление солеотложениям начинается с прогнозирования.

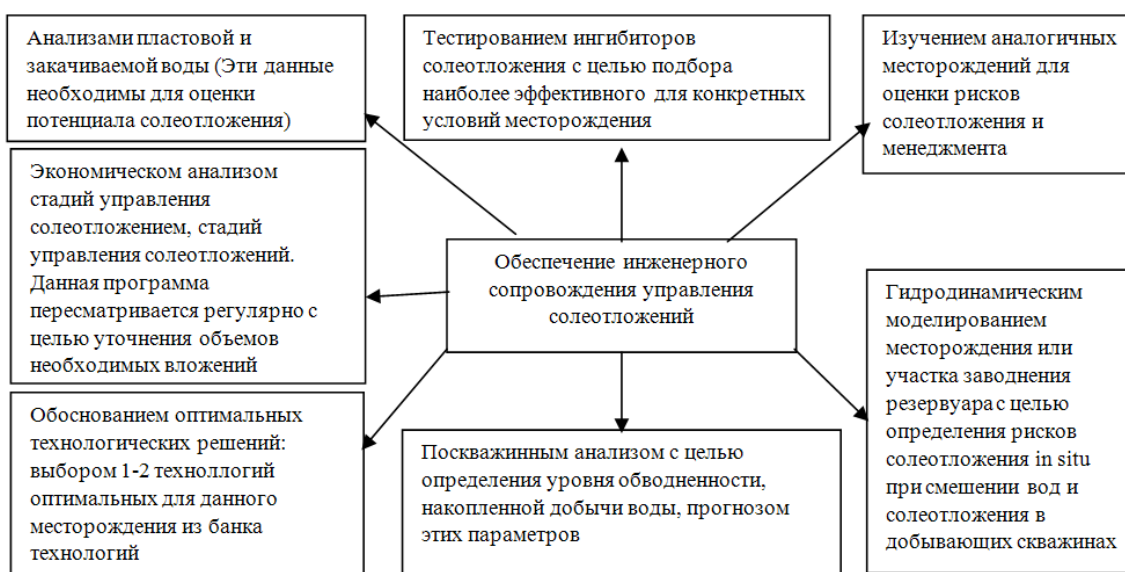
В ходе разработки месторождения программа управления солеотложения должна включать два основных проектных уровня. На первом уровне реализуется программа, включающая определение возможного количества солей, которое способно отложиться в скважинах, или интенсивность солевых отложений, определение индекса насыщения (SI - supersaturation index). Это необходимо для того, чтобы прогнозировать уровень реального солеотложения в скважинах и оценить возможные риски и потери при применении ингибиторной или иной технологии борьбы с солеотложением [1]. Существуют определенные программы, которые занимаются прогнозированием солеотложений при опускании устройства в скважину, с учетом свойств добываемых флюидов.

Существует достаточно много способов борьбы с солеотложениями, которые делятся на три вида:

Для предотвращения солеотложения в нефтепромысловом оборудовании применяют технологические, физические и химические способы. Технологические и физические методы включают в себя обработку потока жидкостью магнитными и акустическими полями, операции по отключению обводненных интервалов, применение защитных покрытий поверхности оборудования и др. [4].

Широко используемым методом устранения солеотложений является химический – использование ингибиторов солеотложений, в настоящее время являются наиболее известными, эффективными и технологичными способами предотвращения отложения неорганических солей.

Расширенный анализ рисков солеотложения обеспечивается на втором уровне программы управления солеотложения, который включает моделирование реакционных процессов нагнетаемой воды и породы, изменение ионного состава при смешивании с пластовой водой в процессе движения нагнетаемой воды от нагнетательных к добывающим скважинам. Второй уровень программы предназначен для долгосрочного прогнозирования солевого потенциала месторождения на основе геологической и гидродинамической модели месторождения. Причем решение этой задачи представляется одним из этапов в переходе “marginal oilfield to smart oilfield” [1].



Условно все ингибиторы можно разделить на две группы: на основе соединений фосфора и ингибиторы солеотложения на основе полимеров [3].

Следует учитывать, что при процедуре задавке в пласт, вводится большое количество водных растворов и поэтому есть вероятность того, что пласт может быть поврежден.

Задавка ингибитора в пласт под давлением (технология SQUEEZE) - это последовательное введение пачек реагентов в пласт. Затем ингибитор в пласте адсорбируется, после этого в ходе освоения скважины с попутно добываемой водой ингибитор солевых отложений выносится вместе с ней и работает в общем объеме добываемой воды, тем самым защищая её от солеотложений [2].

Реализация технологии предполагает проведение широкого комплекса исследований:

- тестирование ингибиторов солеотложения на пластовой воде; - определение совместимости растворов ингибитора солеотложения с пластовой водой;
- исследование влияния дозировки выносимого ингибитора солеотложения на эффективность применяемых деэмульгаторов при подготовке нефти;

- исследование изменения коррозионной агрессивности скважинной продукции при содержании в ней ингибитора солейотложения в выносимой концентрации;
- исследование адсорбционно-десорбционных свойств ингибитора солейотложения в статических и динамических условиях на реальном керновом материале. Построение изотермы адсорбции;
- определение дизайна задавки. Моделирование скорости выноса ингибитора солейотложения от объема основной задавки, концентрации раствора ингибитора солейотложения, объема продавочной жидкости;
- разработка методического обеспечения задавки – составление Программы работ, определение потребности в технических средствах и химических реагентах для проведения задавки [1].

Целесообразность ингибиторов солейотложения определяется по способности ингибировать выпадение кальция в определенной пластовой воде (это определение минимальной рабочей концентрации, ниже которой ингибитор будет работать неэффективно).

КИН обусловлена практическая значимость, это сохранение или увеличение этого показателя, иначе увеличивается себестоимость бурения скважин.

Вся программа рассматривается на примере нефтяного месторождения Пионерный, что позволяет наглядно познакомиться с анализом структуры солейотложений, с этапами её реализации и состоянием.

Литература

1. Кудряшов С.Н. Менеджмент солейотложений на месторождениях «НК «РОСНЕФТЬ» // Нефтегазовое дело, 2006.
2. Невядовский Е.Ю. Менеджмент солейотложений на месторождениях «НК «РОСНЕФТЬ» // Инженерная практика. Пилотный выпуск. 2009. – С. 37-45.
3. Ситдиков С.С. Влияние совместимости химреагентов на интенсивность осложнений в процессах добычи нефти. – Уфа, 2014.
4. Шангараева Л.А. Методы предотвращения отложения солей в нефтяных скважинах // Инновации в науке . 2013. – №27

ОБЪЕМНАЯ АКТИВНОСТЬ РАДОНА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА

А.К. Семинский

Старший научный доцент С.А. Борняков

Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, г.Иркутск, Россия

Изучение временных изменений концентрации радона в подземных водах имеет практическую значимость для многих аспектов жизнедеятельности человека. Это связано с существенной вариативностью эманаций, которые при оценке объемной активности радона (Q) в одном водоисточнике могут изменяться более чем на порядок. На сегодняшний день существует множество работ, посвященных анализу данных эманационного мониторинга подземных вод. В основном, подобные исследования ведутся в связи с поиском предвестников сильных землетрясений. Они актуальны и для урбанизированной территории Южного Приангарья, часть которой принадлежит к Байкальской рифтовой зоне, характеризующейся сложным тектоническим строением и интенсивной сейсмичностью. В рассматриваемом регионе исследования прогностической направленности, базирующиеся на мониторинге содержания радона в подземных водах, начаты сравнительно недавно [6, 3]. Однако, до сих пор практически не изучены общие закономерности эманаций и не выявлены главные факторы, на них влияющие.

Перед исследованием были поставлены следующие задачи: 1) выбрать на территории Южного Приангарья опорную сеть источников подземных вод для эманационного мониторинга, получить длинные ряды измерений объемной активности радона, проанализировать их на качественном уровне и установить наиболее общие закономерности временных вариаций, а также пределы изменчивости параметра Q; 2) сопоставить на базе статистического анализа ряды измерений объемной активности радона с вариациями таких параметров, как энергетический класс землетрясений (происходящих в дни отбора проб), температура и влажность воздуха, атмосферное давление, и установить на этой основе факторы, определяющие эманации.

Содержание (концентрация) радона в каждом водоисточнике измерялась один раз в две недели из проб объемом 100 мл. Для определений объемной активности радона (Q, Бк/л), использовался радиометр РРА-01М-03 с пределом погрешности $\approx 30\%$. Кроме замеров параметра Q, к анализу привлекались данные о метеоусловиях: температуре, давлении, влажности и энергетическом классе сейсмических событий [1, 4]. В итоге был создан массив количественных данных. Для каждого опробуемого водоисточника формировались ряды измерений, состоящие из набора параметров (содержание радона в воде, атмосферное давление, влажность, температура воздуха и энергетический класс сейсмического события), выстроенных последовательно за каждый день отбора проб. В качестве основы для исследований на качественном уровне использовались графики вариаций перечисленных параметров во времени, соответствующих каждому пункту мониторинга. Количественный анализ осуществлялся с применением стандартных методов статистики (кластерный, корреляционный и Фурье-анализы).

Для решения первой задачи было проведено рекогносцировочное опробование более 50 источников подземных вод на территории Южного Приангарья. Согласно нашим предыдущим исследованиям [5], в качестве

пунктов мониторинга лучше всего подходят источники подземных вод, с незастойным режимом водообмена или малым доступом кислорода к зеркалу водной поверхности, для которых параметр Q изменяется в следующих пределах: ($16 \leq Q \leq 99$ Бк/л). Такие источники на территории Прибайкалья являются аномальными по содержанию радиоактивного газа, вариативность концентрации которого дает возможность отчетливо наблюдать сезонную изменчивость и аномальные всплески. Водопроявления с концентрацией растворенного радона в воде выше 100 Бк/л также могут использоваться для мониторинговых наблюдений, но они практически не встречаются на исследуемой площади. Сопоставление опробованных источников согласно принятым критериям позволило создать сеть регулярных опробований из восьми источников (7 родников и 1 скважина), которые располагаются в г. Иркутске и на правом берегу одноименного водохранилища, т.е. принадлежат к зоне влияния крупного Ангарского разлома на отрезке Листвянка–Иркутск [2].

Анализ рядов мониторинговых измерений, полученных в течение трех последних лет, показал, что содержание радона в воде колеблется, причем ΔQ составляет 30-60% от средней величины данного параметра в опробуемом источнике. Абсолютным минимальным значением Q на территории Южного Приангарья стало полное отсутствие растворенного газа в воде. Абсолютный максимальный уровень объемной активности радона – 110,5 Бк/л – был зафиксирован в источнике «Никола», находящемся в 50 км юго-восточнее г. Иркутска, тогда как минимальная величина Q для данного источника составила 24 Бк/л.

Исследуемые водопроявления целесообразно разделить на три группы по среднему содержанию радона в воде за период опробования: 1-я – $Q_{\text{ср}} \approx 15$ Бк/л, 2-я – $Q_{\text{ср}} \approx 30$ Бк/л и 3-я – $Q_{\text{ср}} \approx 60$ Бк/л. Кроме абсолютных значений параметра Q , графики его временных вариаций, построенные для источников из разных групп, характеризуются некоторыми отличиями, что может быть связано с различием в условиях питания подземных вод. Источники из первой группы, по-видимому, получают воду из поверхностного стока и практически не имеют связи с глубинными водами: для них характерно хаотичное изменение значений Q , причем в некоторые периоды времени радон в этих источниках не фиксируется. Вторая группа источников формируется за счет подземных вод, приуроченных к разломам, и защищена от разбавления атмосферными осадками: изменение параметра Q происходит постепенно, практически отсутствуют аномальные всплески и уровень радоновой активности всегда выше атмосферного фона. Источники, принадлежащие к третьей группе, находятся в непосредственной близости от наиболее активных разрывных нарушений: в них также происходит постепенное изменение концентрации радона, но иногда фиксируются аномальные всплески содержания радиоактивного газа.

Для решения второй задачи были построены и проанализированы временные ряды показателей температуры, давления, влажности, а так же энергетического класса сейсмических событий. Использовался кластерный анализ, результаты которого позволили разделить все рассматриваемые параметры по степени зависимости друг от друга. Наиболее отчетливо выделяется три основных кластера. Первый образуют параметры Q для разных источников, а второй и третий – разнотипные факторы формирования эманационного поля: внешние (метеорологические условия) и внутренние (землетрясения разного энергетического класса). Степень влияния на эманации радона параметров из второго и третьего кластеров различна. Наиболее тесные межкластерные связи фиксируются между значениями Q и метеопараметрами, а наименее тесные – между величинами Q и энергетическим классом. Дополнительно проведенный корреляционный анализ позволил уточнить, что объемная активность радона характеризуется прямой связью с давлением, а ее зависимость от температуры и влажности проявляется лишь на уровне тенденций. Взаимосвязь между сейсмическими событиями и выходом радиоактивного газа на данном этапе исследований установить не удалось.

Колебательный характер изменчивости всех анализируемых параметров во времени позволил использовать анализ Фурье для разложения кривых мониторинга на простейшие колебания с разными длинами волн. Интерпретация его результатов дает возможность разделить выделенные гармоники (с погрешностью до 20 дней) на три основные группы: 1-го порядка (длина волны ≈ 365 дней), 2-го порядка (≈ 126 дней) и 3-го порядка (≈ 30 дней). Колебания с длиной волны, равной одному году, проявились для значений Q из трех источников и для метеорологических параметров. Колебания 2-го порядка были зафиксированы практически для всех анализируемых параметров, кроме величин Q из двух водопунктов и атмосферного давления. Гармоника с наименьшим периодом была выявлена для каждой из анализируемых кривых, но границы ее проявления определены менее достоверно в связи с недостаточной для их уточнения частотой опробования. То, что для каждого порядка гармоник характерна определенная группа параметров, в которых она проявляется, свидетельствует о «защищенности» некоторых величин от воздействия циклических процессов, оказывающих влияние на остальные кривые.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Организована сеть эманационного мониторинга из восьми источников подземных вод, отвечающих всем необходимым требованиям. Создан массив количественных показателей, в который, кроме замеров содержания радона в воде, вошли известные для региона сейсмо- и метеоданные. Анализ рядов трехлетних измерений показал, что колебание концентрации радона составляет 30-60% от средней величины в опробуемом источнике. Изученные за период опробования водопроявления можно по величине $Q_{\text{ср}}$ разделить на три группы: 1-я – $Q_{\text{ср}} \approx 15$ Бк/л, 2-я – $Q_{\text{ср}} \approx 30$ Бк/л и 3-я – $Q_{\text{ср}} \approx 60$ Бк/л. Предполагаемой причиной отличия рядов измерений параметра Q , полученных для источников из разных групп, являются условия питания и формирования подземных вод.

2. Согласно результатам статистического анализа, изученные параметры образуют три кластера, к первому из которых относятся уровни объемной активности радона в воде опробуемых источников, ко второму – метеорологические параметры, а к третьему – энергетический класс зафиксированных сейсмических событий. Наиболее тесные межкластерные связи установлены между величинами Q и метеопараметрами. Таким образом,

факторы, влияющие на газовые эманации, можно разделить на внешние и внутренние, причем воздействие на концентрацию радона первых оказалось в период мониторинга сильнее, чем влияние вторых. По данным корреляционного анализа объемная активность радона имеет устойчивую прямую зависимость от давления, но слабую взаимосвязь с температурой и влажностью. Согласно анализу Фурье, выявлено три основных вида гармоник: 1-го порядка (365 дней), 2-го порядка (126 дней) и 3-го порядка (30 дней). Гармоники по-разному представлены в кривых различного типа, что свидетельствует о сложных взаимоотношениях факторов, выявлению которых будут посвящены дальнейшие целенаправленные исследования.

Автор благодарен кандидату геол.-мин. наук А.И. Мирошниченко и доктору техн. наук В.И. Снеткову за консультативную помощь и действенные советы, полученные при обработке статистических данных.

Литература

1. Байкальский филиал геофизической службы [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seis-bykl.ru/> – Основной каталог событий. – (Дата обращения: 10.02.2016).
2. Карта разломов юга Восточной Сибири (м-б 1 : 1 500 000) / Ред. П.М.Хренов. Л., 1982.
3. Лопатин М.Н. Вариации концентраций растворенного радона в подземных водах Южного Прибайкалья при подготовке и реализации очагов землетрясений // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2015. – С. 108-109.
4. Расписание погоды – Rp5.ru [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rp5.ru/> – Архив погоды в Иркутске. – (Дата обращения: 10.02.2016).
5. Семинский А.К. Систематизация источников подземных вод Прибайкалья и Забайкалья по содержанию радона: предварительные результаты // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2015. – С. 164-166.
6. Семинский А.К., Тугарина М.А. Особенности распределения радона в подземных водах Байкальского региона // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований: Материалы Всерос. научно-технической конференции с межд. участием «ГЕОНАУКИ-2013»: актуальные проблемы изучения недр. – Иркутск: ИрГТУ, 2013. – С. 133-137.

КАРТА ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ Г. БАРНАУЛА

П.В. Сотников

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Барнаул административный центр Алтайского края, расположен на левом берегу р. Обь. В геоморфологическом отношении город приурочен к Приобскому плато и долинам р. Обь и Барнаулки. С поверхности большая часть территории города (вся площадь Приобского плато) сложена покровными лессами (суглинками и супесями). На склоне плато обнажаются суглинки и пески краснодубровской свиты. В подошве склона р. Обь прослеживаются глины и суглинки кочковской свиты. В центральной части города полосой шириной 2,4-3 км протягиваются в северо-восточном направлении преимущественно песчаные отложения поймы и трех надпойменных террас р. Барнаулки. С востока и севера территория города обрамляется поймой р. Обь сложенной в основном песчаными осадками поймы и русла реки [1].

Целью данной работы является, выявление опасных геологических процессов протекающих на территории города Барнаул.

Изучению инженерно-геологических условий г. Барнаула посвящены работы В.И. Осипова, И.И. Молодых, Г.И. Швецова «Деформируемость лессовых пород на урбанизированных территориях Приобского плато», в 2006 г. с участием Швецова А.Я., Осмушкина В.С., Ревякина В.С. и др. вышел научно-справочный атлас города Барнаула.

Характеристика инженерно-геологических условий приводится ниже. Наличие регионального водоупора (глинистые отложения кочковской свиты), вскрываемого эрозией в долине Оби и залегающего выше уреза воды в реке, создают условия для развития оползневых процессов на левом коренном склоне в результате суффозионных процессов и боковой речной эрозии. Под антропогенным воздействием (утечки техногенных вод, пригрузка склонов и т.д.) оползни активизируются и наносят большой социально-экономический ущерб городу. Скорость разрушения коренного склона долины Оби составляет в среднем 0,6-5 м/год [1].

Левобережный склон р. Обь подвержен овражной эрозии. Здесь, в основном, развиты глубокие, но короткие овраги. Это обусловлено тем, что на плато уклон местности большей частью направлен от бровки плато, а не к ней. Поэтому водосборная площадь относительно небольшая. А интенсивность роста вершины оврага зависит от количества поступающих талых и дождевых вод, которые и размывают породы склона [3].

Многие овраги вскрывают водоносные горизонты краснодубровской свиты, в результате по дну их текут постоянные водотоки, которые способствуют развитию донной и боковой эрозии [3].

В местах выходов в оврагах подземных вод или скрытого стока промышленных стоков иногда наблюдаются суффозионные процессы и развитие небольших оползней [3].

Субаэральные покровные образования представлены просадочными суглинками и супесями, которые распространены на большей части города и являются основаниями фундаментов зданий и сооружений. Грунты обладают невысокой водопрочностью, вследствие чего лессовидные суглинки и супеси легко размываются текучими водами, что приводит к сравнительно быстрому развитию эрозионных процессов и к просадкам грунтов в основании сооружений при замачивании их в процессе эксплуатации зданий и сооружений [1].

Низкие фильтрационные свойства покровных лессовых суглинков и супесей способствуют подтоплению застроенных территорий города в результате утечек из водонесущих коммуникаций и сооружений, инфильтрации дождевых и талых вод при нарушении их поверхностного стока [1].

Слабопроницаемые суглинки (супеси) второй и третьей надпойменной террас р. Барнаулки и субаэральные лессовые суглинки, перекрываемые хорошо отсортированными эоловыми песками, способствуют образованию подземных вод типа «верховодки» в результате инфильтрации атмосферных и антропогенных вод и, как следствие, происходит подтопление [1].

Длительное стояние высоких уровней в р. Обь с апреля по июль является первопричиной подтопления центральной части города грунтовыми водами. Река Барнаулка и ручей Пивоварка, протекающие через центральную часть города, являются естественными дренами. В период стояния высоких уровней воды в р. Оби р. Барнаулка оказывается в подпоре. Как итог происходит резкий подъем уровня грунтовых вод на значительной части города [3].

Наложение на неблагоприятные природные условия техногенных факторов (дополнительная инфильтрация утечек водонесущих коммуникаций, уменьшение испарения под зданиями и покрытиями, задержки подземного стока заглубленными частями зданий и т. д.) изменяют водоносный баланс в сторону накопления грунтовых вод [1].

Территории, примыкающие к долине Пивоварки, подвержены подтоплению и даже заболачиванию. Одна из причин развития негативных физико-геологических процессов – изменение гидрологического режима ручья в результате хозяйственного освоения его долины. Поверхностный сток затруднен из-за спланированности территории, застройки жилыми домами, наличия оврагов, замкнутых повышений в рельефе, кюветов вдоль проезжих частей улиц, поднятия бровки берега. Все это приводит к аккумуляции ливневых и талых вод [3].

Фактически промышленно-гражданская застройка имеет огромное влияние на формирование режима грунтовых вод и является основным фактором в развитии процесса подтопления территории [3].

В ходе изучения оползневых процессов на территории города Барнаула в 2012-2015 гг. мною выявлено, что наиболее интенсивно этот процесс протекает в районе левого крутого склона речной долины Оби и правого – Барнаулки.

Развитие оползневых процессов на территории города зависит от ее геологического строения и рельефа, режима осадков, подземных вод, действия русла реки Оби и антропогенной нагрузки.

С точки зрения организации и ведения хозяйственной деятельности, а так же планирования инженерно-защитных мероприятий территории г. Барнаула, большое значение имеют сведения о степени опасности проявления оползневых процессов.

Оценка оползневой опасности заключается в определении вероятности проявления оползней в зависимости от величины воздействия факторов-условий оползнеобразования.



Рис. Схема оценки оползневой опасности береговых склонов в черте г. Барнаула

Опираясь на «Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов» [4] мною выделены следующие факторы, определяющие опасность оползнеобразования: породы слагающие склон (литолого-генетические комплексы), относительное превышение плато над межленным уровнем, крутизна склона, расстояние от русла до подошвы склона, среднемноголетние суммы осадков (годовые или за характерные сезонные периоды), деятельность подземных вод краснодубровского водоносного горизонта, инженерно-хозяйственная деятельность человека (антропогенный фактор).

Основываясь на выбранные факторы оползнеобразования мною выделены в оползневой зоне г. Барнаула участки с различной им степенью оползневой опасности. Результатом является представленная картосхема оценки оползневой опасности береговых склонов в черте г. Барнаула (составлено автором).

В результате проделанной работы по оценке опасности оползневого склона установлено, что очень опасные участки занимают 42 % общей протяженности оползневой зоны г. Барнаула (выделено красным цветом), опасные – 48 % (выделено оранжевым цветом) и слабо опасные – 10 % (выделено желтым цветом).

Составленная картосхема оценки степени оползневой опасности береговых склонов в черте города Барнаула позволила уточнить внутреннюю неоднородность выделенных оползневых районов [2].

Полученные результаты могут быть использованы при планировании хозяйственной деятельности и защитных мероприятий в прибрежной части береговых склонов.

Литература

1. Барнаул. Научно-справочный атлас. ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартография, 2006. – 100 с.
2. Бородавко В. Г. Сводный отчет оползневой станции по стационарным наблюдения за геодинамическими (оползневыми) процессами р. Обь в г. Барнауле за 1974 – 1984 гг / В. Г. Бородавко, В. Н. Шелеметьев и др. – Новокузнецк, 1990. Кн. 1. – 264 с.
3. Осипов В.И. Деформируемость лессовых пород на урбанизированных территориях приобского плато//Вестник Алтайского государственного университета. – Барнаул, 2000. – № 1. – С. 52 – 67.
4. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. – М.: Стройиздат, 1984. – 77 с.

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ Г. БАРНАУЛА

П.В. Сотников

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Барнаул относится к территориям с активным протеканием оползневых процессов. Оползневая зона Барнаула расположена на Обском левобережном склоне, на правобережном склоне р. Барнаулки. Она протягивается на 42 километра. За период наблюдений, начиная с 1974 года, в городской оползневой зоне произошло более 400 оползней. В рамках предотвращения материального ущерба и гибели людей с 1974 по 1996 годы в оползневой зоне Барнаула было снесено около одной тысячи домов и отселено более 8000 человек.

Всё это приводит к необходимости проводить исследования оползневых процессов, осуществлять мелиоративные работы по улучшению таких территорий, разрабатывать новые средства предупреждения и борьбы с оползнями.

Целью данной работы является изучение динамики гравитационных процессов по ключевым участкам в оползневой зоне г. Барнаула.

Изучению оползневых процессов посвящены работы Бородавко В.Г. «Сводный отчет оползневой станции», Швецова А.Я. «Техногенное воздействие на развитие оползневых процессов», информационные сводки о развитии экзогенных процессов на территории города Барнаула, научно справочный атлас города Барнаула.

Развитие оползневых процессов на территории г. Барнаула во многом зависит от её геологического строения и рельефа, режима осадков, подземных вод, действия русла реки Оби и антропогенной нагрузки.

Основной геологической средой развития оползней на территории города Барнаула является мощная толща (40–90 м) отложений краснодубровской свиты, представленная лессовыми суглинками (реже супесями) мощностью до 12 м с прослоями песков. В нижней части толщи пески водоносные. Аллювиальные отложения поймы и надпойменных террас р. Барнаулки, представлены песками, супесями и суглинками. Толща краснодубровской свиты залегает на плотных суглинках и глинах кочковской свиты, которые являются региональным водоупором и плоскостью скольжения оползней. Породы краснодубровской и кочковской свит обнажаются на левом коренном склоне реки Оби, где происходит пластовое выклинивание подземных вод по кровле глинистых водоупорных пород кочковской свиты в виде многочисленных родников и мочажин [1].

На развитие оползневых процессов в пределах территории г. Барнаула оказывает влияние четвертичный водоносный комплекс, который включает в себя водоносные горизонты современных и верхнечетвертичных аллювиальных отложений долин рек Оби, Барнаулки, Пивоварки. [1].

В разрезе толщи четвертичных отложений мощностью 5–100 м развиты маломощные водоносные горизонты грунтового типа, воды спорадического распространения и грунтовые воды типа «верховодка». На левобережном коренном склоне долины Оби подземные воды краснодубровской свиты выклиниваются на дневную поверхность в виде пластового выхода по кровле кочковских глин (суглинков) выше уреза воды в реке и являются одной из основных причиной оползневых процессов и явлений на склоне [1].

Русловые процессы реки Обь в районе г. Барнаула отличаются значительной спецификой и сложностью протекания. Одной из основных особенностей является высокая интенсивность высотных и плановых деформаций русла. Это характерная черта обусловлена, как естественными факторами русловых процессов (уклоны водной поверхности, состав прорезаемых рекой отложений и донных наносов, гидрологические особенности водного режима), так и антропогенными (разработка пойменных и русловых карьеров, дноуглубительные работы, строительство инженерных сооружений в русле и на берегах реки, возведение берегоукреплений) [1].

Высокая интенсивность русловых процессов обуславливается возможностью крупных переформирований русла за относительно короткие промежутки времени. Происходило спрямление, как отдельных крутых излучин, так и их серий, формирование новых проток и заиление староречий. В конце XIX века на отдельных участках русло располагалось в центральной или правобережной частях дна долины, в дальнейшем постепенно смещалось к левому коренному берегу. Таким образом, происходил подмыв левого берега, что приводило к активизации оползневых процессов [1].

Оползни г. Барнаула так же связаны с метеорологическими условиями района. Климат характеризуется комплексом метеорологических элементов, которые почти все оказывают влияние на коэффициент устойчивости склонов. Это влияние можно оценить количественно, учитывая сезонные колебания прочности пород, вес профильтровавшейся части атмосферных осадков, снеговую и ветровую нагрузки, барометрическое давление и т.д.

Для образования и активизации оползней наиболее благоприятны атмосферные осадки холодного периода года, когда меньше потери на испарение. Поэтому внутригодовая активность поверхностных оползней возрастает в зимне-весенний период года [1].

Воздействие инженерно-хозяйственной деятельности человека на развитие оползневых процессов многогранно и порой имеет значительные масштабы, сопоставимые с природным воздействием на их развитие. По-существу, многие оползни Барнаула являются геотехногенными [4].

Активное воздействие на развитие оползневых процессов оказывают следующие причины, вызванные деятельностью человека: вывод на склон и прибрежную полосу водоводов, золопроводов, канализационных колодцев, непрерывная планировка застроенной территории, не регулированность стока атмосферных осадков, застройка площадей непосредственно у бровки обрывистого склона, загрузка склонов отвалами отходов техногенного производства.

Основной причиной антропогенного характера, активизирующей оползневые процессы, является дополнительное увлажнение грунтов [4].

На территории г. Барнаула выделено 5 оползневых районов [2]. В основу выделения был заложен географический принцип, при котором также учитывается комплекс факторов оползнеобразования, присущих каждому из районов.

Для оценки динамики оползневых процессов в пределах города Барнаула мною был выбран участок в пределах I оползневого района в нагорной части г. Барнаула, Центрального района.

Выбор ключевого участка определялся двумя факторами:

- наличием свежих оползневых форм;
- наличие на территории разновременных крупномасштабных снимков.

Наложение разновременных снимков позволило отследить изменение положения бровки оползневого склона и подсчитать площадь поверхности сползшего блока. Результатом является представленные космические снимки положения бровки оползневого склона выбранного мною участка (Рис. 1).



Рис. 1. Космические снимки: а) снимок за 2010 г; б) снимок за 2004 г.

Далее приводится характеристика выбранного оползневого участка.

Причиной активизации оползневых процессов стало замачивание участка берегового склона существующего оползневого цирка тальми водами в период весеннего снеготаяния. Бровка оползневого цирка продвинулась вглубь территории садового товарищества на 34 м, практически дойдя до садовых домиков № 248, 252, 254, 258, при этом площадь нарушенных оползнем земель составила 3676 м². По этой причине на данном участке прекращена садово-огородническая деятельность. Приняты меры по ограничению доступа людей на участок оползня путем перекрытия улицы, выходящей на берег, металлическими воротами. Это, в свою очередь, будет способствовать к прекращению роста здесь хозяйственно-бытовой свалки, устроенной садоводами на бровке берегового склона, что со временем скажется положительно на относительной стабилизации оползневой обстановки на данном участке [3].

В заключение оценки динамики оползневых процессов по ключевому участку можно сделать следующие выводы. Использование свободно распространенных данных космической съемки высокого разрешения дают возможность отследить изменение положения бровки оползневого склона и подсчитать площадь поверхностей сползших блоков, а так же существенно дополнять данные наземных наблюдений, особенно в случаях, когда наземная съемка оползневого цирка затруднена по каким-либо причинам.

Литература

1. Барнаул. Научно-справочный атлас. ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартография, 2006. – 100 с.
2. Бородавко В. Г. Сводный отчет оползневой станции по стационарным наблюдения за геодинамическими (оползневыми) процессами р. Обь в г. Барнауле за 1974 – 1984 гг / В. Г. Бородавко, В. Н. Шелемetyев и др. – Новокузнецк, 1990. Кн. 1. 264 с.
3. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края за 2011 год. – Боровиха, 2011. – 31 с.
4. Швецов, А. Я. Техногенное воздействие на развитие опасных природных процессов/ А. Я. Швецов, В. С. Осьмушкин// Строительный комплекс и градостроительство, в свете выполнения национального проекта «Доступное комфортное жилье - гражданам России». – Барнаул.: АлтГТУ, 2008. – 104 с.

МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ОСЕДАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ СИБИРИ

Е.А. Тетерин

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Российская газопроводная система пересекает районы с различными природно-климатическими, геологическими, тектоническими, гидрогеологическими условиями и подвергается воздействию негативных последствий различных опасных процессов. Это значит, что процессы, относящиеся к геологическим или инженерно-геологическим, могут привести к нарушению нормативного состояния технической системы или ее отдельных частей. Рассматривая территории Южной Якутии можно встретить много опасных геологических и геокриологических осложнений, таких как эрозия, заболачивание, карст, термокарст, термоэрозия, образование наледей, пучение, осыпи, массовые перемещения талого грунта на склонах и другие [1].

Геологические опасности представляют отдельную группу возможных угроз для трубопровода. Оценка рисков опасных геологических ситуаций включает оценку вероятности повреждения трубопроводной системы. Различия между «безопасных» и «небезопасных» влияний на трубопровод связаны со стабильностью трубопроводной конструкции под нагрузкой. Например, опасный геологический процесс может быть безопасным в плане вреда для газопровода, если он является щадящим по отношению к трубопроводной системе. В то же время, другой процесс может нарушить целостность трубопровода и будет являться опасным [2].

Абсолютная невосприимчивость трубопровода - это случай, когда трубопроводную систему можно рассматривать в «безопасном» состоянии. Это означает, что ничего не происходит с целостностью трубопровода даже в стадии неблагоприятных последствий. Эта ситуация возможна только если нет угрозы или система обладает высокой надежностью, чтобы выдерживать стресс. Тем не менее, некоторые элементы трубопроводной системы имеют меньшую устойчивость, чем трубы, поэтому некоторые части следует оценивать отдельно (рис.1).



Рис. 1. Элементы трубопроводной системы

Наибольшее влияние на трубопроводные системы оказывает процесс оседания поверхности. Оседание поверхности может происходить медленно или внезапно из-за различных причин, например, извлечение подземных вод или нефти (газа), наличие карстующих пород, проведение подземных работ, разрушение вечной

мерзлоты и так далее [3]. Оседание почвы не означает только движение вниз, оно может сопровождаться боковым вектором движения породы. Оба вектора движения могут быть причиной негативного воздействия на трубопровод и могут создавать большие рискованные сжимающие напряжения и нарушить устойчивость конструкций. Это деформация земной поверхности может происходить в виде изгиба, наклона, осадок или в виде провалов (потеря несущей способности грунтового массива). В таблице 1 представлен список геологических опасностей и последствий от них для трубопроводной системы.

Таблица 1

Перечень угроз и их воздействий на трубопроводную систему

Процесс	Описание	Напрямую пострадавшие элементы		
		Труба	Траншея	Полоса отвода
Оттаивание многолетнемерзлых грунтов под трубой	Может быть причиной размораживания труб, в результате деформации трубы, из-за опасных изгибов	Да	Нет	Нет
Оттаивание многолетнемерзлых грунтов вокруг траншеи	Увеличивая вероятность дестабилизации трубы, смещение из-за эрозии вдоль канавы	Нет	Да	Нет
Оттаивание многолетнемерзлых грунтов над трубой	Может быть причиной нарушения дренажной из-за осадки грунта	Нет	Нет	Да
Подземные толчки и колебания	Увеличение динамической нагрузки на трубы	Да	Нет	Нет
Разжижение грунта	Снижение прочности поверхности путем движения почвы	Да	Да	Да
Размыв почвы водой	Над трубой возникает гидравлическая эрозия материала	Да	Да	Нет
Развитие карста	Под трубой возникает деформации трубы в зависимости от размера и глубины полости	Да	Нет	Нет

Этот список только часть всех возможных опасных геологических процессов, которые могут быть причиной оседания трубопровода и является свидетельством серьезности последствий для трубопроводной системы. Чтобы избежать всех этих последствий, необходимо оценить риск для того, чтобы вовремя спрогнозировать и устранить проблемы. Оценка риска - это процедура количественной и качественной идентификации опасности, которая связана с определенной ситуацией, которая была определена как угрожающей. Этот процесс имеет два специфических момента. Первый - это определение частоты возникновения опасной ситуации, второй - определение влияния риска, т. е. тяжесть последствий. Как правило, процесс управления рисками состоит из следующих этапов [4]:

- 1) Планирование;
- 2) Идентификация рисков;
- 3) Качественный и количественный анализ рисков;
- 4) Реагирования на риски план;
- 5) Мониторинг и контроль за рисками.

Основные принципы реагирования на любые опасности изображены на рисунке 2.



Рис. 2. Критерии оценки рисков.

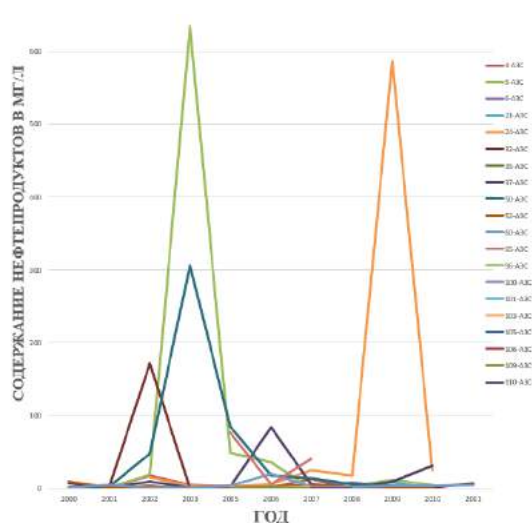


Рис. 1. Изменение концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах территорий АЗС-4, АЗС-5, АЗС-6, АЗС-21, АЗС-24, АЗС-32, АЗС-35, АЗС-37, АЗС-50, АЗС-52, АЗС-60, АЗС-96, АЗС-100, АЗС-100, АЗС-101, АЗС-103, АЗС-105, АЗС-109 г. Томска с 2000-2011 г.

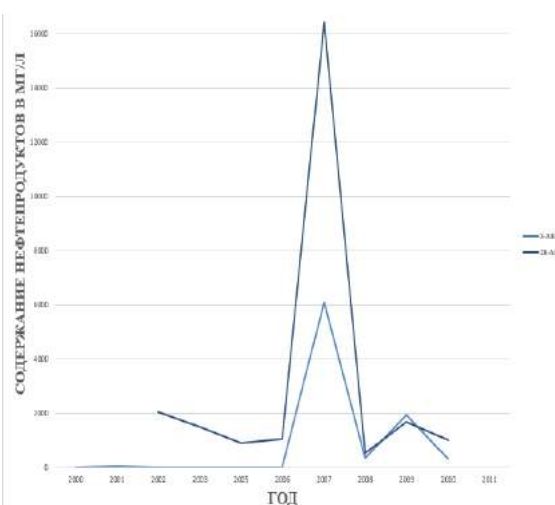


Рис. 2. Изменение концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах территорий АЗС-3, АЗС-28 г. Томска с 2000-2011 г.

Анализ данных 181 пробы воды, взятых в наблюдательных скважинах АЗС-3, АЗС-4, АЗС-5, АЗС-6, АЗС-21, АЗС-24, АЗС-28, АЗС-32, АЗС-35, АЗС-37, АЗС-50, АЗС-52, АЗС-60, АЗС-96, АЗС-100, АЗС-100, АЗС-101, АЗС-103, АЗС-105, АЗС-109 с глубины 11-21 м в период с 01.01.2000 по 31.12.2011 на содержания нефтепродуктов показывает, что концентрация изменяется в широких пределах от 0,02 до 16420 мг/л; наиболее высокое содержание нефтепродуктов отмечено в 2007 году в пробах АЗС-3 и АЗС-28 и составляют 6060 мг/л и 16420 мг/л соответственно. Среднее содержание нефтепродуктов в пробах по названным выше объектам исследований (исключив АЗС-3, АЗС-28) составляет 18,6 мг/л. Концентрация нефтепродуктов в подземных водах рассмотренных АЗС превышает ПДК в среднем в 186 раз (по ГН 2.1.5.1315-03), для АЗС-3 и АЗС-28 в 60600 и 164200 раз соответственно [1].

Анализируя графики изменения концентрации нефтепродуктов в подземных водах территорий АЗС г. Томска (рис. 1 и рис. 2), необходимо отметить отсутствие явного закономерного изменения содержания нефтепродуктов по годам, что говорит о различии в объемах реализации нефтепродуктов и сроках эксплуатации этих объектов.

Максимальные концентрации нефтепродуктов характерны для подземных вод АЗС-3, АЗС-4, АЗС-5, АЗС-24, АЗС-28, АЗС-37, что связано с длительным сроком эксплуатации (более 15-20 лет) и значительными объемами нефтепродуктов, которые реализуются через данные станции, т.к. расположены они на улицах с интенсивным движением автотранспорта. В 1970-1990 гг. должного внимания защите окружающей среды не уделялось, а проливы нефтепродуктов и их накопление в грунтовых водах вполне могли возникнуть вследствие неисправности оборудования или отсутствия ливневой канализации [2].

Минимальное (сравнительно небольшое) загрязнение характерно для АЗК №21, АЗС №52, №95, №100, №101, №103, №105, №106, №109, №110. Это связано с меньшим сроком эксплуатации (10-15 лет), более глубоким залеганием уровня грунтовых вод (11-16 метров), быстрым выносом загрязнителя в места разгрузки (характерно для площадок, расположенных в пойме р. Томь, например, АЗС №21), а также хорошим техническим состоянием площадок, своевременным ремонтом оборудования, исключающим фильтрацию НП вниз по разрезу [3].

Таким образом, степень загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами АЗС и АЗК зависит в большей степени от следующих факторов: рельеф и геологическое строение, гидрогеологические условия, проницаемость грунтов, слагающих разрез зоны аэрации, объемов реализуемых нефтепродуктов. Следует отметить также, что наиболее высокие концентрации нефтепродуктов в грунтах и подземных водах территорий характерны для АЗС, через которые реализуется большие объемы нефтепродуктов.

На основании выше изложенного можно сделать вывод о необходимости проведения мероприятий по устранению загрязнения подземных вод. Проводимые в настоящее время мероприятия, как правило, ограничиваются откачкой объема загрязненной воды. Сложность устранения загрязнения подземных вод нефтепродуктами связана с тем, что после откачки может произойти перераспределение ранее накопленных объемов нефтепродуктов в разрезе, и их концентрация в водах снова будет превышать ПДК. Способы защиты

подземных вод от загрязнения нефтепродуктами для каждой из рассмотренных выше АЗС г. Томска необходимо выбирать индивидуально с учетом инженерно-геологических, гидрогеологических условий территории.

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03 (от 30.04.2003 года N 78) – М., 2003
2. Бракоренко Н.Н., Пасечник Е.Ю. Загрязнение грунтовых вод городских территорий нефтепродуктами (на примере города Томска)//Экология урбанизированных территорий. – М., 2015 – № 3. – С. 50-55.
3. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г. Томска): Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2013г. – 7-9 с.

ЗАСОЛЕННЫЕ КРИОГЕННЫЕ ГРУНТЫ ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ И МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛОЙ ТОЛЩИ г. ЯКУТСКА

Н.В. Торговкин

Научный руководитель профессор В.Н. Макаров

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

Изученность проблемы. Город Якутск был основан в 1632 г. и является одним из старейших городов Сибири. В процессе продолжительного развития и роста городской инфраструктуры, на его территории значительно изменились начальные грунтовые условия, образовался «культурный слой», мощность которого составляет 1,5-4 м, а на иногда достигает 10 м. По расчетам С.И. Серикова [6], на территорию г. Якутска только за последние 5 лет было завезено около 80 млн.м³ насыпного грунта. Серьезный вклад в изменение геохимической обстановки вносят техногенные наледы, образующиеся зимой при аварийных утечках воды из водопроводно-канализационных коммуникаций. Наледный сток на территории г. Якутска в среднем составляет 50 мм в год, в отдельных кварталах эта величина превышает 200 мм, что значительно превышает сумму зимних атмосферных осадков[3]. Наледи, минерализация льда которых достигает 1,5–2,0 г/л, представляют собой существенный источник загрязнения городской территории, они негативно влияют на качество грунтов и их инженерно-геологические свойства, способствуют заболачиванию территории, изменяют тепловой баланс и химический состав подстилающих отложений. Ситуацию усугубляют многочисленные техногенные барражи, представляющие собой погребенный многослойный асфальт, разрушенные лотки и строительный мусор, подземные коммуникации, а так же мерзлотные завесы, формирующиеся в результате сильного охлаждения грунтов под дорогами и проветриваемыми подпольями [2, 4]. Вышеперечисленные факторы способствуют увеличению засоленности грунтов деятельного слоя, а миграция легкоподвижных солей (хлоридов и сульфатов натрия и магния) приводит к накоплению их кровле многолетнемерзлой толщи. Грунты, содержащие в себе высокоминерализованные растворы, обладают агрессивными свойствами по отношению к материалам фундаментов (бетон) и коммуникациям (металл) [5]. Целью данной работы являлось изучение особенностей и характера распространения засоленных криогенных грунтов в городской среде.

Методика. В период 2009-2012 гг. на территории г. Якутска сотрудниками Института мерзлотоведения пробурено 65 скважин глубиной 10-26 м. Скважины оборудованы полипропиленовыми трубками для осуществления регулярных температурных замеров. В процессе бурения отбирались пробы грунта для определения физических свойств и химического состава. Для изучения особенностей распределения основных ионов и засоленности дисперсных отложений использовался анализ водной вытяжки, который дает сведения о составе и количестве легкорастворимых веществ в грунтах, а также позволяет установить степень и характер их засоления. Не менее важным является количество влаги в грунте (естественная влажность), его размерность (гранулометрический состав), а так же температурный режим грунтов. От этих факторов зависит способность солей адсорбироваться и мигрировать по литологическому разрезу в процессе промерзания-протаивания пород. Для статистической выборки использовались 10 скважин, расположенных в наиболее древней части города, где мощность культурного слоя максимальна. Для выявления степени однородности засоления песков, супесей и суглинков рассчитывался коэффициент вариации, при значении которого ниже 33% среда считается однородной. По классификации ГОСТ 25-100-2011, засоленными считаются пески с содержанием солей >0,10%, супеси – >0,15%, суглинки – >0,2% [1].

Результаты. В наиболее древней части города, где продолжительность техногенеза превышает 300 лет, выделяется два интервала с максимальным засолением: в грунтах деятельного слоя на глубине 2-3 м и грунтах кровли многолетнемерзлой толщи на глубине 4-6. Содержание солей в отложениях сезонного слоя составляет: в песках 0,07-0,44 %, при среднем значении 0,18%; супесях 0,11-0,25%, при среднем значении 0,17%; суглинках 0,11-0,65%, что позволяет отнести их к засоленным по ГОСТ-25-100-2011 [1]. По данным анализов водных вытяжек, в солевом составе грунтов преобладают хлориды и сульфаты натрия. По площади картина распределения засоленности грунтов деятельного слоя весьма контрастна: коэффициент вариации засоленности песков составляет 70%, суглинков - 60%. Сравнительно однородно содержание солей в супесей, для которых коэффициент вариации засоленности равен 31%. Встречаются горизонты заторфованных супесей и суглинков мощностью 1-2 м, которые имеют высокие содержания солей, а так же прослой ледогрунта с влажностью до 180%. В среднем суммарная влажность в грунтах распределяется следующим образом: пески – 27%, супеси – 38%, суглинки – 61%. Как известно, суглинки лучше удерживают в себе влагу и обладают высокой адсорбционной способностью, т.о. являются своего рода экраном для скопления растворенных солей.

В кровле многолетнемерзлой толщи пески чаще не засолены (0,02-0,25%, при среднем значении 0,08%), в отличие от супесей (0,10-0,97%, при среднем 0,43%) и суглинков (0,29-0,79% при среднем значении 0,48%). Коэффициенты вариации засоленности грунтов, слагающих кровлю многолетнемерзлой толщи, заметно выше, чем для отложений деятельного слоя и составляют для песков 106%, супесей - 64%, суглинков - 65%. В среднем суммарная влажность песков равна 29%, супесей – 40%, суглинков – 50%.

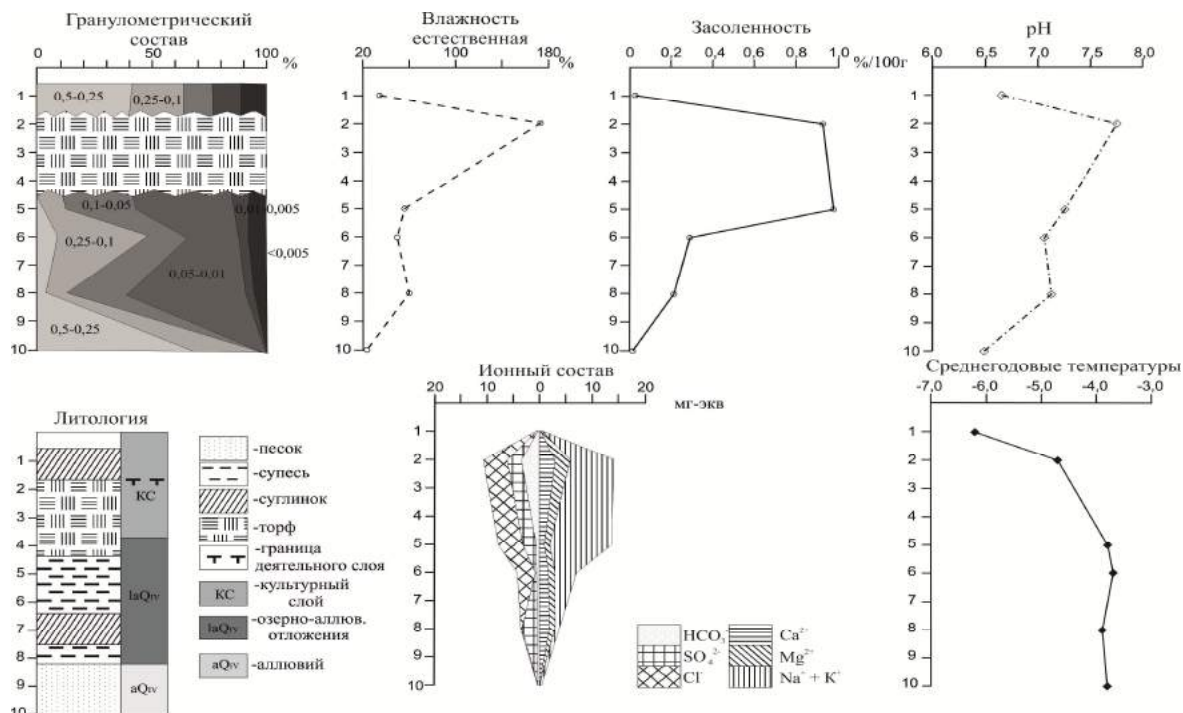


Рис.1 Разрез скважины 9. Гранулометрический состав, естественная влажность, pH, литология, ионный состав, среднегодовая температура грунта

В качестве примера была выбрана скважина 9, расположенная неподалеку от исторического центра города. Глубина скважины составляет 10 м, литологический разрез можно разделить на 3 части. Сверху залегает культурный слой мощностью 3,6 м, он представлен заторфованным суглинком с остатками древесины и кирпича. Его подстилают озерно-аллювиальные отложения мощностью 4 м, состоящие из торфа и переслаивающимися супесями и суглинками. Глубже залегают аллювиальные песчаные отложения. Сезонное протаивание грунтов на этом участке составляет около 2 м. Максимальная засоленность грунтов отмечается на глубине 2 м – 0,92 %/100 г., и 5 м – 0,97 %/100 г. В их солевом составе преобладают соли, обладающие хорошей подвижностью, – хлориды и сульфаты натрия.

Выводы. В историческом центре города, где засоленные грунты имеют значительное распространение, толщина культурного слоя нередко превышает мощность деятельного слоя. В разрезе выделяется два интервала с максимальным засолением антропогенных и аллювиальных отложений. Образование первого уровня (2-3 м) связано с многолетним режимом промерзания-протаивания и климатическими особенностями. Второй уровень (4-6 м), вероятно, образовался вследствие пленочной миграции легкорастворимых ионов. В целом, для г. Якутска выявлена значительная неоднородность распределения солей в грунтах.

Литература

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
2. Данзанова М.В. Влияние прокладки дорог на гидрохимическую обстановку города Якутска // Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. Том 1. – 2013. – С. 424–425.
3. Курчатова, А.Н. Влияние техногенных наледей на засоленность литогенной основы городских ландшафтов Якутии / А.Н. Курчатова // Криолитозона и подземных вод Сибири. – Якутск, 1996. – Ч.2. – С. 95–105.
4. Макаров В.Н. Засоленность грунтов на территории города Якутска. – Проблемы инженерного мерзлотоведения: Мат. IX Международного симпозиума. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН-2011. – С. 455-458.
5. Павлова Н.А., Данзанова М.В., Сериков С.И. Оценка техногенного влияния на обводненность и гидрохимическую обстановку г. Якутска // Геоэкология. 2014. № 3. – С.207–214.
6. Торговкин Н.В., Макаров В.Н. Агрессивность сезоннотальных и мерзлых грунтов Якутска // Наука и образование. 2014. № 1 (73). – С. 85–89.
7. Шац М.М., Сериков С.И. Современное обводнение территории г. Якутска // Наука и образование. 2009. № 4. – С.76–80.

КАРСТ Г.УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН И МЕТОДЫ ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**А.И. Фазлыева, А.С. Петрук**

Научный руководитель профессор А.В. Сиднев

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Термином «карст» называют природные и техногенные процессы и созданные ими формы наземного и подземного рельефа, обязанные своим происхождением растворяющему действию воды на горные породы. К таким относятся известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, каменная и калийная соли, мергели, известковые загипсованные песчаники и др.

Территория Республики Башкортостан известна широким распространением и разнообразием карста в равнинно-платформенной и горно-складчатой областях. Наибольшее развитие он имеет в Башкирском Предуралье и на западном склоне Южного Урала. Карстующиеся карбонатные и сульфатные отложения пермского, каменноугольного и девонского возраста здесь во многих местах выходят на поверхность, либо залегают близко от нее, создавая характерные формы наземного и подземного карстового рельефа в виде различных округлых или протяженных понижений — западин, блюдцев, воронок и озер, оврагов, суходолов, провалов, пещер и др.

Карстовый процесс является функцией нескольких основных условий, включающих наличие растворимых водопроницаемых карбонатных и сульфатных пород, а также движущихся подземных вод, агрессивных к этим породам. Эти условия зависят от ряда факторов, определяющих питание карстовых вод, их движение и разгрузку, и в конечном итоге — активность и скорость развития карстового процесса. К первой группе относятся климатические факторы (атмосферные осадки, их состав, дефицит влажности воздуха, испарение, конденсация и др.), ко второй — геологическое строение и геоморфологические условия (состав пород, их трещиноватость и пр.), рельеф, степень его расчлененности, и к третьей группе — гидрогеологические условия (динамика, химический состав и режим подземных вод).

В пределах территории г. Уфы и в ее окрестностях имеются четыре условия для активного развития карстового и карстово-суффозионного процессов, а именно:

повсеместное участие в геологическом разрезе растворимых в воде пород (гипсы, ангидриты, известняки, доломиты и мергели);

их хорошая водопроницаемость (все перечисленные породы трещиноваты, участками сильно кавернозны);

наличие движущихся подземных вод (почти повсеместно к ним приурочены подземные воды, разгружающиеся в долины рек Белой и Уфы);

высокая агрессивность инфильтрационных вод к водовмещающим сульфатным и карбонатным породам.

Кроме того, интенсивность карстового процесса зависит также от таких факторов: степень покрытости карстующихся пород некарстующимися, положения карстующихся пород по отношению к базису эрозии, вертикального градиента фильтрации, коэффициента фильтрации, агрессивности вод, поступающих из вышележащих пород, хозяйственная деятельность человека и др.

Карст на территории г. Уфы и в ее окрестностях главным образом связан с кунгурскими гипсами и гипсоносными породами соликамского и шешминского горизонтов и, в значительно меньшей степени, — с карбонатными соликамскими и шешминскими породами.

Карстовые провалы, являющиеся показателем современной активности карста, происходят довольно часто на междуречье, реже в пределах Забелья и Зауфимья (в долинах). В общей сложности примерно за 100 лет на всей этой территории зафиксировано 318 карстовых провалов, то есть в среднем 3 провала в год. Обычно они образуются весной после снеготаяния и осенью в период длительных дождей. 209 Многолетними исследованиями установлено закономерное увеличение частоты провалов во времени. При этом подавляющее большинство карстовых провалов (254) образовалось на склонах, во много раз меньше (47) в долинах и незначительное количество (12) в присклоновых условиях и на междуречье.

В пределах г. Уфы развиты три класса карста: сульфатный, карбонатный и карбонатно-сульфатный. По степени защищенности сверху некарстующимися породами преобладают два подкласса — перекрытый (камский) в пределах долин Белой и Уфы и закрытый (русский) на междуречье. Наряду с закрытым, на междуречье имеются участки перекрытого, покрытого и голого карста. В связи с этим дальнейшая характеристика карста ведется по этим двум крупным геоморфологическим элементам: междуречью и долинам.

Карстомониторинг на объектном уровне широко используется на площадках жилых домов и некоторых промышленных объектов в пределах г. Уфы. Исследования Ю.В. Казанцева и других показали, что за последние 25 лет произошла резкая активизация карстово-суффозионного процесса под влиянием техногенных и микросейсмических факторов

Хозяйственная деятельность человека препятствует развитию карста. Это ликвидация поверхностных карстопроявлений, увеличение мощности водозащитного покрова над карстующимися отложениями, создание искусственных водозащитных покрытий на улицах и территории промышленных предприятий (асфальтирование, бетонирование и др.), упорядочение стока атмосферных вод путем создания ливневых коллекторов, проведение целенаправленных инженерных противокарстовых мероприятий профилактического плана и ликвидационного тампонажа глубинных форм карста, содержание в порядке подземных коммуникаций и т.п. [1].

Нефть, газ, уголь, хозяйственно-питьевые, минеральные лечебные и промышленные воды — главные полезные ископаемые карстовенных коллекторов Башкортостана. Некоторые другие полезные ископаемые карста, имеющие важное промышленно-экономическое значение - бокситы, фосфориты, железные и марганцевые руды, огнеупорные глины, маршаллит, кварцевые пески.

Одним из удивительных проявлений карста являются пещеры, которые представляют собой большую научную и практическую ценность как природные лаборатории по изучению геодинамических, геохимических, геотектонических и других процессов в карстовых массивах, они интересны как памятники природы и уникальные археологические памятники, как объекты спелеотуризма и экскурсий.

Отрицательные стороны карста очевидны и должны учитываться в народнохозяйственной деятельности и при любых видах строительства на закарстованных территориях. Особую опасность представляют карстовые и суффозионно-карстовые процессы в гипсах, ведущие к образованию карстовых провалов и, как следствие — к деформации жилых и промышленных объектов.

В последние годы, благодаря совершенствованию методов инженерно-геологических изысканий, широкому привлечению различных видов исследований (геофизических, 3D-моделирования и др.), к разработке строительных норм и критериев опасности закарстованных территорий, появилась возможность более объективной оценки степени их устойчивости, обоснованного прогноза местоположения, частоты и размеров провалов. Это позволяет теперь вести строительство даже на территориях недостаточно устойчивых с применением конструктивных мер противокарстовой защиты, а в отдельных случаях осваивать и неустойчивые территории после ликвидации обнаруженных карстовых полостей. Примером может быть активное строительство по периферии Уфимского пространства огромного жилищного комплекса «Уфимский кремль» с многоэтажными (20 этажей) зданиями. В связи с вышеизложенным, на современном этапе изучения карста весьма актуальным является продолжение карстового мониторинга различного уровня и целевого назначения, который позволяет дать научно обоснованный анализ размещения карста, прогнозировать его развитие для решения практических задач в области жилищного строительства на закарстованных территориях. Очень жаль, что геологический разрез г.Уфы не соответствует требованиям СНИПа по устойчивости грунтов, что Уфа принадлежит к числу немногих городов России, сильно страдающих от карста. С давних времен она стала широко известной своими катастрофическими провалами, вызывающими у человека постоянную тревогу, а нередко и причиняющими немалый ущерб, также исключает возможность строительства подземных станций и трассы «Метро».

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. – 199 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТОРФОВ ЭНТЕЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ МАМОНТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.П. Хорощко

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель работы: изучение прочностных свойств торфов и их классификация для обустройства Энтельской площади Мамонтовского месторождения.

Задачи: изучение инженерно-геологических условий территории; обработка результатов испытания торфа на сопротивление вращательному срезу сдвигомером-крыльчаткой; выявление взаимосвязей между характеристиками; классификация торфа по показателям прочностных свойств.

Заболоченность в северных и северо-западных регионах России составляет 14-25%, но иногда достигает 80%. К одному из особенно заболоченных районов относится Тюменская область, где ведется транспортное, промышленное, гражданское, гидротехническое строительство, прокладка магистральных газопроводов и нефтепроводов. В настоящее время возрастают темпы обустройства нефтепромыслов, что вызывает необходимость изучения прочностных свойств торфов [2].

В статье приведены результаты инженерно-геологических изысканий для обустройства Энтельской площади Мамонтовского нефтяного месторождения в Тюменской области, Сургутском районе. Данные предоставлены компанией ООО «ЮганскНИПИ» г. Нефтеюганск, где была пройдена научно-производственная практика.

Климат данного района резко континентальный. Отмечаются резкие колебания температуры в течение года и даже суток. В геоморфологическом отношении объекты изысканий находятся на надпойменной террасе р. Оби. Рельеф поверхности слаборасчлененный, местами пологоволнистый. В тектоническом отношении район исследований расположен в центральной части Западно-Сибирской плиты [1].

В инженерно-геологическом строении территории принимают участие верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения, представленные суглинками от тугопластичной до текучепластичной консистенции и песком пылеватым средней плотности, водонасыщенным, частично перекрытые сверху современными болотными отложениями. Болотные отложения представлены торфом слабо- средне- и сильноразложившимся. Они приурочены к ложбинам стока, местным аномальным понижениям рельефа. По режиму питания и местоположению болота относятся к верховому типу.

Гидрогеологические условия района изысканий характеризуются наличием подземных вод, приуроченных к болотным и озерно-аллювиальным отложениям, гидравлически связанных между собой. Подземные воды вскрыты на период изысканий (июль 2014г.) на глубине 0,2-8,5 м. Коррозионная агрессивность грунта по лабораторным данным, согласно ГОСТ 9.602-2005, к углеродистой и низколегированной стали: торф слаборазложившийся - низкая ($R_{г.л} = 141-172 \text{ Ом}\cdot\text{м}$), торф среднеразложившийся – низкая ($R_{г.л} = 137-151 \text{ Ом}\cdot\text{м}$), торф сильноразложившийся – низкая ($R_{г.л} = 138-143 \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

На заболоченных участках проводилось испытание торфа на сопротивление вращательному срезу сдвигомером-крыльчаткой через 0,5 м на всю мощность торфа в соответствии с ГОСТ 20276-2012. Проведено 90 испытаний на различных объектах изысканий, в результате которых определено максимальное $c_{u \max}$ и установившееся $c_{u \text{уст}}$ сопротивление торфа недренированному сдвигу. Рассчитан показатель структурной прочности грунта при срезе $P_{\text{стр}}$. Угол внутреннего трения φ практически равен нулю [3].

В программе STATISTICA обработаны результаты испытания торфа на сопротивление вращательному срезу. Выявленные максимальные, средние и минимальные значения показателей прочностных свойств торфов на соответствующих объектах строительства указаны в таблице.

Таблица

Результаты обработки данных в программе STATISTICA

Объект (количество испытаний)	Среднее значение $c_{u \max}$, кПа		Среднее значение $c_{u \text{уст}}$, кПа		Среднее значение $P_{\text{стр}}$	
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
Автодорога, водовод, нефтегазосборные сети (19)	5,7		1,6		3,8	
	2,6	9,1	0,7	3,0	2,8	4,7
ВЛ 6кВ двухцепная (8)	7,0		2,3		3,2	
	5,6	8,1	1,3	3,3	2,4	4,4
Площадка куста №14 (28)	5,7		1,8		3,5	
	2,9	9,3	0,5	3,7	2,3	6,0
ВОЛС (35)	7,6		2,7		3,1	
	1,9	13,4	0,8	5,3	1,7	4,2

В среднем наибольшей недренированной прочностью и установившимся сопротивлением срезу обладает торф на участке строительства ВОЛС, максимальные значения также характерны для данного участка. Максимальные значения показателя структурной прочности отмечены на участке строительства Автодороги, водовода, нефтегазосборных сетей; в среднем разброс значений показателя структурной прочности не значителен на всей изучаемой территории.

Также с помощью программы STATISTICA построены графики зависимости показателей прочностных свойств торфов от глубины h и выявлены следующие зависимости:

- $P_{\text{стр}} = 3,7672 - 1,361 \cdot \log_{10}(h)$;
- $c_{u \max} = 2,0739 + 2,1044 \cdot h - 0,0866 \cdot h^2$;
- $c_{u \text{уст}} = 0,2769 + 0,8289 \cdot h - 0,0223 \cdot h^2$.

Проведена классификация торфов по показателю структурной прочности при срезе $P_{\text{стр}}$, повсеместно распространены торфа средней структурной прочности. В соответствии с ВСН 51-3-85 определены типы торфяных оснований в зависимости от максимального сопротивления грунта недренированному сдвигу $c_{u \max}$. На Энтельской площади Мамонтовского месторождения наиболее распространены торфяные основания типа Б - $c_{u \max} = 5-10 \text{ кПа}$, торф можно использовать как несущее основание для трубопроводов. Наиболее надежным основанием для трубопроводов будет служить торф на участке строительства ВОЛС, где выделяются торфяные основания типа А - $c_{u \max} = 10 \text{ кПа}$. Но следует учесть, что повсеместно распространены участки с торфяным основанием типа В - $c_{u \max} = 5 \text{ кПа}$, на которых торф нельзя использовать как основание трубопровода [4].

В результате проделанной работы были оценены прочностные свойства торфов Энтельской площади Мамонтовского месторождения. Выявлены зависимости показателей прочностных свойств торфов от глубины залегания, что может использоваться для оценки торфов в качестве оснований.

Литература

1. Инженерная геология СССР. Том 2. Западная Сибирь / Под ред. Е.М.Сергеева. – М.: Издательство Московского университета, 1976. – 498 с.
2. Стекланникова Н.И. Сопротивление торфа сдвигу при консолидации и устойчивости торфяных оснований: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2007г. – 22 с.
3. ГОСТ 20276-2012 Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости
4. ВСН 51-3-85 Нормы проектирования промышленных стальных трубопроводов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ НА ЗОЛОТОРУДНОМ
МЕСТОРОЖДЕНИИ «БЕЛАЯ ГОРА»**

А.В. Царева

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Месторождение «Белая Гора» расположено в левобережье Нижнего Амура в Николаевском районе Хабаровского края. Запасы месторождения отрабатываются открытым способом по рудным залежам «Пологая» и «Штокверк». В статье представлены материалы производственной практики, которая проходила на золоторудном предприятии АО «Многовершинное» месторождение «Белая Гора».

В районе месторождения «Белая Гора» выделяются следующие гидрогеологические подразделения: голоценовый техногенный водоносный горизонт ($2tQ_{IV}$); четвертичный аллювиальный водоносный горизонт ($2aQ$); четвертичный полигенетический относительно-водоупорный горизонт ($3Q$); эоцен-нижнеплейстоценовый водоносный вулканогенный комплекс ($8P_2-Q_1$).

Голоценовый техногенный водоносный горизонт распространен в долинах ручьев Покровка, Заячий, Павловский и реки Колчанки, где он приурочен к переотложенным в процессе разработки золоторудных россыпей голоценовым и верхнеплейстоценово-голоценовым аллювиальным и голоценовым аллювиально-пролювиальным отложениям. В пределах этих участков водоносный горизонт залегает первым от поверхности земли. Мощность водоносного горизонта изменяется от 1,2 м до 17,0 м. Подземные воды могут быть как напорными, так и безнапорными. По химическому составу подземные воды данного водоносного горизонта близки поверхностным водам. Обладают минерализацией, изменяющейся от 0,27 до 0,58 г/дм³, и относятся к типу гидрокарбонатных вод со смешанным катионным составом. Подземные воды голоценового техногенного водоносного горизонта железистые. Кроме железа, для этих вод характерно высокое содержание марганца.

Четвертичный аллювиальный водоносный горизонт распространен на изученной территории ограниченно, включает в себя подземные воды, распространенные в голоценовых и верхнеплейстоценово-голоценовых аллювиальных отложениях, а за пределами изученного участка, и проницаемую часть разреза верхнеплейстоценовых аллювиальных отложений. На территории, прилегающей к месторождению «Белая гора», в долинах рек Мырчан, Коль и Колчанка четвертичный аллювиальный водоносный горизонт практически не изучен. Литологический состав отложений неоднороден в плане и разрезе. В пределах изученного участка он представлен слабо окатанными галечниками, часто с большой примесью глинистого материала, включающими линзы песков и супесей с небольшой примесью обломочного материала.

Четвертичный полигенетический относительно водоупорный горизонт на территории непосредственно прилегающей к месторождению «Белая гора» имеет широкое распространение. Данное гидрогеологическое подразделение залегает первым от поверхности на склонах гор и у их подножий. К данному водоносному подразделению отнесены отложения, делювиального, пролювиально-делювиального и аллювиально-пролювиального генезиса, а также породы коры выветривания. Мощность относительно водоупорного горизонта может изменяться от нескольких метров до 24 м. Подземные воды пресные, минерализация обычно не превышает 0,11 г/дм³, по химическому составу воды гидрокарбонатные со смешанным катионным составом.

Эоцен-нижнеплейстоценовый водоносный вулканогенный комплекс есть основное гидрогеологическое подразделение, распространенное на площади всего изученного участка и является основным источником обводнения карьера. Водовмещающие породы представлены базальтами, андезитобазальтами, туфами базальтов, дацитами, липарито-дацитами, трахитами, брекчиевыми лавами базальтов. Палеогеновые вулканы разделены разрывными нарушениями на многочисленные блоки. Проницаемость зон тектонических нарушений в вертикальном разрезе неоднородна. По химическому составу подземные воды эоцен-нижнеплейстоценового водоносного вулканогенного комплекса гидрокарбонатные, реже хлоридно-гидрокарбонатные. На участках развития сульфидной минерализации они могут приобретать сульфатно-гидрокарбонатный состав. Минерализация воды изменяется от 0,06 до 0,38 г/дм³. В подземных водах отмечается постоянное присутствие в повышенных концентрациях кремния, а в отдельных скважинах – железа, марганца, бериллия и кадмия. Питание водоносного комплекса осуществляется за счет атмосферных осадков в пределах площади его развития.

С учетом неоднозначности данных о гидрогеологической роли тектонических нарушений, для расчетов выбрана схема безграничного пласта. В результате сооружения карьера из всех зон трещиноватости происходит свободный гравитационный отток подземных вод, что позволяет при расчетах относить эти подземные воды к типу безнапорных.

Проектные параметры карьера месторождения «Белая Гора» в предельном положении после отработки залежей «Пологая» и «Штокверк» (соответственно):

- длина по поверхности 473 м и 812 м;
- ширина по поверхности 429 м и 808 м;
- максимальная глубина карьера 250 м.

Граница карьера находится на расстоянии 1000-1500 м от русел ближайших водотоков. Наличие в разрезе глинистой коры выветривания мощностью от нескольких метров до нескольких десятков метров, на которой залегают заглинизированные рыхлые четвертичные отложения мощностью от первых метров до 10-15 м, существенно затрудняют или полностью исключают гидравлическую связь между поверхностными водами и подземными водами эоцен-нижнеплейстоценового водоносного вулканогенного комплекса. Среднее значение коэффициента фильтрации вулканогенных пород составляет 1,06 м/сут.

Для осушения участка необходимо сдренировать обводненные горизонты в толще вулканогенных пород мощностью 145 м. Часть водоносного комплекса, которая залегает непосредственно под Белой горой выше местного базиса дренирования, мощностью около 65 м, будет практически полностью осушена в процессе проходки карьера и не будет участвовать в его обводнении при дальнейшем углублении до проектной отметки. Мощность этой части разреза составляет 80 м.

Суммарный водоприток в карьер рассчитан гидродинамическим методом, по формулам «большого колодца» [3]. Расчетные параметры приведены в таблице 1.

Расчетный радиус «большого колодца» [2]:

$$r_k = \eta \frac{L+b}{4},$$

где η – коэффициент, определяемый в зависимости от отношения ширины карьера, к его длине, по таблицам; L – длина карьера; b – ширина карьера.

Радиус влияния R «большого колодца» [2]: $R = 2L$.

Общий водоприток в карьер [3]:

$$Q = \frac{1,36kH^2}{\lg \frac{R}{r_k}}$$

где k – коэффициент фильтрации пород; H – мощность водоносного слоя; R – радиус влияния карьера; r_k – приведенный радиус карьера.

Среднее значение дебитов скважин, вскрывших эоцен-нижнеплейстоценовый водоносный вулканогенный комплекс, составляет 15,7 л/с = 1356,5 м³/сут.

Для осушения карьера по рудной залежи «Пологая» необходимо шесть скважин, «Штокверк» – восемь скважин.

Целесообразно провести осушение участка открытых горных работ месторождения «Белая Гора» в два этапа. На первом этапе осушения необходимо пробурить 5 скважин в районе карьера по рудной залежи «Штокверк» и провести в этих скважинах наблюдения режимом подземных вод, в течение 3-х лет.

Расстояние между скважинами принимается с учетом радиуса влияния – 90 м. В качестве обобщенной системы принята линейная система скважин длиной 360 м. Суммарное понижение в скважине определяется методом фильтрационных сопротивлений [1]:

$$S = S_{об} + \Delta S_{вн},$$

где: $S_{об}$ – понижение уровня, обусловленное действием обобщенной системы; $\Delta S_{вн}$ – дополнительное понижение уровня, учитывающее реальную схему расположения скважины и характер ее гидродинамического несовершенства.

$$S_{об} = H_{ср} - \sqrt{H_{ср}^2 - \frac{Q_{сум}}{2\pi k} \ln \frac{2,25at}{r_{пр}^2}},$$

где: $Q_{сум}$ – суммарный расход всех скважин; a – коэффициент урвнеспроводности; t – время работы системы; $r_{пр}$ – приведенный радиус обобщенной системы скважин.

$$\Delta S_{вн} = H_{ср} - \sqrt{H_{ср}^2 - \frac{Q_{скв}}{2\pi k} \ln \frac{r_{системы}}{r_{скв}^2}},$$

где: $Q_{скв}$ – дебит скважины; $r_{системы}$ – приведенный некоторой условной области влияния скважины в системе; $r_{скв}$ – радиус скважины.

Таблица 1

Расчетные параметры

Параметр	Величина
Коэффициент фильтрации	1,06 м/сут
Мощность водоносного слоя	80 м
Водоприток в карьер рудной залежи «Пологая»	8 151 м ³ /сут
Водоприток в карьер рудной залежи «Штокверк»	10343 м ³ /сут
Радиус скважины	100 мм
Дебит скважины	1356,5 м ³ /сут
Коэффициент урвнеспроводности	10 ³ м ² /сут
Суммарное понижение в скважине	81,8 м

Понижение в дренажной скважине составило 81,8 м при необходимой величине 80 м.

Литература

1. Гавич И. К. Гидрогеодинамика: Учебник для вузов. – Москва: Недра, 1988. – 349 с.
2. Мироненко В. А. Динамика подземных вод. – Москва: Недра, 2005. – 254 с.
3. Плотников Н. И. Гидрогеология рудных месторождений. – Москва: Недра, 1987. – 287 с.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

Л.Н. Чилингер

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Под экологизацией подразумевается выбор способов рационального использования природных ресурсов, при которых задаваемые геологической среде социально-экономические функции соответствуют ее потенциалу.

Экологизация земель в настоящее время является важнейшей и актуальной проблемой. В связи с ростом городов, повышением численности населения, увеличиваются и потребляемые ресурсы, такие как вода, земля, лесные участки и насаждения. Проблема рационального использования территории касается каждого населенного пункта и прослеживается по всей территории России [1].

Основные принципы при решении проблем, использованные в ходе научных исследований:

- системность и комплексность взаимоотношений между антропогенными факторами и природными компонентами окружающей среды различного ранга с учетом возможных парагенетических связей;
- соответствие разнообразных видов природопользования возможностям естественного ландшафта и интересам проживающего населения;
- сохранение и воссоздание ландшафтно-экологического разнообразия на оптимизируемой территории геологической среды [2,3].

Главной задачей экологизации кадастровой оценки, в том числе урбанизированных территорий, должна являться комплексная оценка земель, включающая не только земельные, но и экономические, экологические и технологические аспекты.

Предложенную задачу можно рассмотреть на примере территории Томского подземного водозабора. Воронка депрессии за 43 года эксплуатации подземных вод Томского водозабора захватила земли г. Томска, г. Северска, Томского и Шегарского районов [1].

Обь-Томское междуречье по экологическим, физико-географическим и гидрогеологическим условиям является районом, благоприятным для формирования и сохранности вод хозяйственно-питьевого назначения. Но в то же время экологическая составляющая данной территории ухудшается из-за увеличивающейся антропогенной нагрузки. Примером данного влияния является нарушение технологических регламентов на расположенных здесь промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, вырубка лесов и развитие деятельности садовых кооперативов [2,3].

Помимо перечисленных негативных факторов воздействия на окружающую природную среду можно отнести близость объектов Сибирского химического комбината г. Северска, выполняющих переработку и утилизацию радиоактивных веществ. Данное расположение усугубляется закачкой жидких радиоактивных отходов в водоносные горизонты меловых отложения на глубину от 280 до 400 м, которая может негативно сказаться на жизнеобеспечении населения при несоблюдении условий использования природных вод. Это вызвано тем, что 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 (более 290 тыс. м³/сут. воды) и частично меловых отложений [2,3].

На рисунке 1 представлена схематическая карта условий эксплуатации подземных вод в зоне влияния Томского водозабора подземных вод.

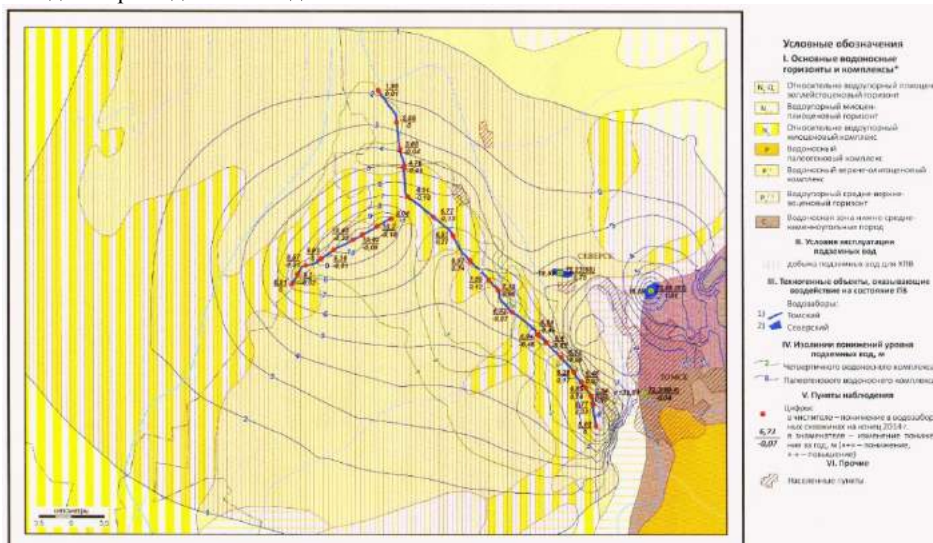


Рис.1 Схематическая карта условий эксплуатации подземных вод в зоне влияния Томского водозабора подземных вод (ООО «Томскводоканал») в 2014 г. [4]

Помимо прочего, данная территория используется для эксплуатации мелиоративных систем и выполняет разгрузку загрязненных вод с территории городов Томска, Северска, и других урбанизированных территорий.

На сегодняшний день кадастровая оценка земельных участков включает классификацию земель по целевому назначению и виду функционального использования [5].

Порядок проведения государственной кадастровой оценки установлен Федеральным законом от 29.07.1998 № 135-ФЗ и включает совокупность следующих действий:

- принятие решения о проведении государственной кадастровой оценки;
- формирование перечня объектов недвижимости, подлежащих государственной кадастровой оценке;
- отбор исполнителя работ по определению кадастровой стоимости и заключение с ним договора на проведение оценки;
- определение кадастровой стоимости и составление отчета об определении кадастровой стоимости (в том числе процедуру ознакомления с проектом отчета об определении кадастровой стоимости);
- экспертизу отчета об определении кадастровой стоимости;
- утверждение результатов определения кадастровой стоимости;
- внесение результатов определения кадастровой стоимости в государственный кадастр недвижимости [5].

В результате научно проведенных исследований, основной приоритет экологизации кадастровой оценки – территориальное планирование территории.

В соответствии со статьей 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации территориальное планирование направлено на определение в документах территориального планирования назначения территорий исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территории, развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, обеспечения учета интересов граждан и их объединений, Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований [7].

В научных исследованиях использована схема территориального планирования Томской области, утвержденная Постановлением Администрации Томской области от 8 июля 2011 года № 204а.

Помимо целевого и функционального использования, совокупность данных факторов, должно определять кадастровую стоимость земель урбанизированной территории.

Для исправления создавшейся ситуации необходимо принять меры, обеспечивающие производство и распространение культуры, знаний, технологий для сохранения экологического потенциала, инновационного и научного обеспечения экологизации землепользования.

Переход к экологизированным способам управления использованием водных, земельных ресурсов позволяет систематизировать мероприятия для более эффективного использования природно-ресурсного потенциала методами экологизированного землепользования на урбанизированных территориях бассейна реки Томи [4].

Проблемы подземных водозаборов расположенных на урбанизированной территории нижнего течения реки Томи уже давно вышли за рамки пассивных рассуждений. Необходимо принятие решений по урегулированию таких проблем, но данный вопрос осложняется отсутствием единого управленческого органа, который бы в значительной степени разрешил данную ситуацию [1].

Литература

1. Попов В.К., Козина М.В., Левак Ю.Ю. / экологизация водно-земельных имущественных отношений на территории нижнего течения реки томи, Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. Томск, 2015. – с. 754–758.
2. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. – 138 с.
3. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарева, Ю.Ю. Галямов. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
4. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского Федерального округа в 2014 году : информационный бюллетень / Департ. по недропользованию по Сиб. федер. округу (СИБНЕДРА), Сиб. регион. центр гос. мониторинга состояния недр, ОАО "Томскгеомониторинг" ; [гл. ред. В. А. Льготин]. — Томск. - 2015. - 244 с
5. Постановление Правительства РФ от 08.04.2000 № 316 "Об утверждении правил проведения государственной кадастровой оценки земель", п. 2-4)
6. Федеральным законом от 29.07.1998 № 135-ФЗ
7. Градостроительный кодекс РФ

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕРЕНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЧЕШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

К.О. Шилова

Научный руководитель доцент Н.К. Рыжакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Введение

Установлено, что наиболее значимым источником радиоактивного излучения является радон и его дочерние продукты распада, создающие более половины дозы от всех природных источников. В связи с этим в настоящее время при производстве инженерных изысканий участков застройки проводятся радиационно-экологические исследования, составной частью которых является оценка радоноопасности территории. В России при оценке радоноопасности измеряют плотность потока радона методом накопительных камер [3]. Основным недостатком этого метода является большая вариабельность результатов измерения, что ставит под сомнение объективность получаемых оценок. В странах Европы в качестве критерия радоноопасности в основном использовалась объемная активность радона в подпочвенном воздухе (далее поровая активность радона), измеренная на глубине 0.8...1м. Однако данная величина не позволяет достоверно определить количество радона, выходящего на поверхность грунтов. Поэтому за рубежом в последние годы для оценки радоноопасности территорий используют категориально-численную величину – радоновый индекс. Однако, не выработано единого мнения о методологии и методах определения данной величины. В частности, в разных странах для определения радонового индекса используют различные входные параметры – поровую активность, концентрацию радия, газопроницаемость грунтов, особенности геологического строения подстилающих пород [2,4]. Так, например, в Чехии определение радонового индекса места застройки основано на расчете численного показателя – радонового потенциала, входными параметрами для которого является третий квартиль набора данных поровой активности радона и третий квартиль данных газопроницаемости грунта, измеренных на глубине 0.8м [4]. В Германии для определения радонового индекса используют максимальные значения этих же величин, измеренных на глубине 1м [2]. Во Франции за индикатор принимают значения газопроницаемости грунтов, а также учитывают геологическую структуру подстилающих пород [1]. Целью данной работы является измерение и анализ величин, используемых при оценке радоноопасности территорий застройки в Российской Федерации (РФ) и Чешской Республике (ЧР).

Методы оценки радоноопасности

В Российской Федерации территория считается безопасной, если плотность потока радона не превышает $80 \text{ мБкм}^{-2}\text{с}^{-1}$. В работе для определения плотности потока радона использован метод «двух глубин», основанный на измерении поровой активности на двух небольших, отличающихся в два раза, глубинах. В соответствии с диффузионной моделью переноса радона через однородные почвогрунты получено следующее выражение для расчета плотности потока радона [5]:

$$ППП = \frac{\lambda \cdot h_1 \cdot OA_1 \cdot \eta}{(2 - \frac{OA_2}{OA_1}) \cdot \ln(\frac{OA_2}{OA_1} - 1)}, \quad (1)$$

где $ППП$ – плотность потока радона; OA_1, OA_2 – поровая активность радона, измеренная на глубинах h_1 и $h_2 = 2h_1$, η – пористость грунта; λ – постоянная распада радона. Одно из основных достоинств метода «двух глубин» состоит в том, что вариабельность поровой активности значительно меньше, чем плотности потока радона.

В Чешской Республике определение радонового индекса места застройки основано на измерении поровой активности и газопроницаемости на глубине 0.8 м. По результатам измерений рассчитывается радоновый потенциал RP , входными параметрами для которого являются третий квартиль набора данных поровой активности радона (OA_3) и третий квартиль набора данных газопроницаемости грунтов (k_3):

$$RP = \frac{OA_3 - OA_{min}}{-\log k_3 - 10}, \quad (2)$$

где OA_{min} – минимальное значение поровой активности, которое принимают равным 1 кБкм^{-3} . Если $OA_3 < OA_{min}$, то территория с точки зрения радонового риска считается безопасной. В противном случае по формуле 2 рассчитывается радоновый потенциал, и по классификационной таблице 1 определяется радоновый индекс RI .

Таблица 1

Классификационная таблица для оценки радонового индекса (RI) по значениям радонового потенциала

Радоновый потенциал (RP)	Радоновый индекс (RI)
$RP < 10$	Низкий
$10 < RP < 35$	Средний
$RP > 35$	Высокий

Методы измерения

Измерения поровой активности радона в РФ проводили в летний сухой период с 05.08.14 г по 29.08.14г. на площадке г. Томска, предназначенной для строительства жилого дома. На участке были выбраны контрольные точки, расположенные на расстоянии 10 м друг от друга. В каждой точке с помощью ручного бура пробуривали по два шпура глубиной 0.4 м и 0.8 м, расстояние между которыми не превышало 50 см. В каждой точке проводили по два – три измерения поровой активности радона на двух глубинах; всего проведено 30

измерений. Для измерения поровой активности использовали радиометр PPA-01M-03 и пробоотборники, входящие в комплект пробоотборного устройства ПОУ-04. Помимо этого, методом режущего кольца определяли плотность и пористость грунта. Удельную активность радия-226 измеряли в геометрии сосуда Маринелли с объемом 1л с помощью γ -спектрометра на основе полупроводникового германиевого детектора GEM-76.

Измерения поровой активности и газопроницаемости в Чешской Республике проводили в летний период 2014г. на площадке размерами 9 м × 30 м в 30-ти контрольных точках, расположенных на расстоянии 3 м друг от друга. В измерениях поровой активности радона использовали систему RM-2, которая включала в себя полые стержни, заостренные наконечники, шприц, два типа детекторов (ионизационные камеры и камеры Лукаса) и считыватель ERM-3. Для измерения поровой активности стальной полый стержень с закрепленным наконечником вбивали на глубину 0.8 м. На полый стержень устанавливали фильтр; для отбора проб почвенного воздуха использовали шприц объемом 150 мл. Измерения газопроницаемости проводили прибором RADON JOK.

Результаты измерений

Средние значения удельной активности радия, пористости и плотности сухого грунта составили 26.5 Бк·кг⁻¹; 0.4 отн.ед; 1.4 г·см⁻³. Дисперсии выборок равны 2.3Бк·кг⁻¹; 0.03 отн.ед; 0.07 г·см⁻³; коэффициенты вариации удельной активности радия, пористости и плотности равны соответственно 8.8%, 7.3% и 5.6%, т.е. грунт на изучаемом участке достаточно однороден по своим физическим свойствам. Значения поровой активности радона, измеренные в Российской Федерации на глубинах 0.4 м и 0.8 м, находятся в интервалах 0.52...2.88 кБк·м⁻³ и 0.86...3.76 кБк·м⁻³. Средние значения для данных выборок составили 1.74 кБк·м⁻³ и 2.25 кБк·м⁻³; дисперсии выборок равны 0.5 кБк·м⁻³ и 0.6 кБк·м⁻³; коэффициенты вариации поровой активности на глубинах 0.4 м и 0.8 м составили 28 % и 27%. Значения плотности потока радона, рассчитанные по формуле 1, находятся в интервале 0.2...2.3 мБк·м⁻²·с⁻¹, следовательно, обследованная площадка не является радоноопасной. Среднее значение и дисперсия плотности потока радона равны 0.87 мБк·м⁻²·с⁻¹ и 0.52 мБк·м⁻²·с⁻¹; коэффициент вариации составил 60%.

Значения поровой активности, измеренные в Чешской Республике камерами Лукаса и ионизационными камерами, лежат в интервале 77...370 кБк·м⁻³ и 85...377 кБк·м⁻³. Средние значения для ионизационных камер и камер Лукаса практически совпадают и составляют 153 кБк·м⁻³, что свидетельствует о высокой достоверности полученных результатов. Дисперсии выборок поровой активности, измеренной камерами Лукаса и ионизационными камерами, равны 68 кБк·м⁻³ и 65 кБк·м⁻³; коэффициенты вариации составили 45% и 43%. Значения газопроницаемости лежат в интервале 0.0052...18 м²·с⁻¹, откуда видно, что максимальное значение газопроницаемости более чем на три порядка больше минимального. Среднее значение и дисперсия газопроницаемости составили 6.6 м²·с⁻¹ и 7.47 м²·с⁻¹; коэффициент вариации этой величины равен 113%. Для определения категории радоноопасности территории определены третий квартиль набора данных поровой активности радона (185 кБк·м⁻³) и третий квартиль данных по газопроницаемости грунтов (18 м²·с⁻¹), после чего проведен расчет радонового потенциала территории по формуле 2, значение которого равняется 21. В соответствии с классификационной таблицей 1 данной территории присваивается средняя категория радоноопасности.

Выводы

Используемые для оценок радоноопасности величины плотности потока радона (РФ) и газопроницаемости грунтов (ЧР) имеют общий и существенный недостаток - для них характерен высокий разброс значений, достигающий 100% и более. Это обстоятельство ставит под сомнение объективность получаемых оценок. Очевидно, наиболее объективным показателем радоноопасности является усредненная за достаточно продолжительный временной интервал плотность потока радона (например, за сутки и более). В данном исследовании при определении плотности потока радона использован новый метод, основанный на измерении поровой активности на двух небольших, отличающихся в два раза глубинах (0.4...0.6м и 0.8...1.2м). Использование в проведенном исследовании метода «двух глубин» позволило уменьшить вариабельность плотности потока до 60%. Можно надеяться, что совершенствование методов и методик измерения поровой активности радона, а также использование интегральных детекторов для измерения этой величины, позволит дополнительно снизить вариабельность плотности потока радона, определяемой с помощью метода «двух глубин».

Литература

1. Ielsch G., Cushing M.E, Combes Ph. Cuney., M, Mapping of the geogenic radon potential in France to improve radon risk management: methodology and first application to region Bourgogne, Journal of Environmental Radioactivity 101 (2010), P. 813-820.
2. Kemski J, Siehl A, Stegemann R, Valdivia-Manchego M., MAPPING THE GEOGENIC RADON POTENTIAL IN GERMANY. The Science of the Total Environment 272,2001.P.217-230.
3. Livingston, G.P., Hutchinson, G.L., Spartalian, K., Diffusion theory improves chamber-based measurements of trace gas emission. J. Geophys. Res. Lett. 32,L24817, doi:10.1029/2005GL024744.
4. Neznal M., Neznal M., 2004 The new method for Assessing the Radon Risk of Building Sites (Czech Geological Survey Special Papers vol 16) (Prague: Czech Geological Survey) (www.radon-vos.cz/pdf/meto-dika.pdf)
5. Ryzhakova Nadezhda K., Criteria of radon risk of territories and methods for their determination // J. of Elsevier Editorial System(tm) for Applied Radiation and Isotopes. 2014. V.91.P.161-164.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПО ДАННЫМ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ИХ УРОВНЕМ

Л.Ф. Яцко

Научный руководитель профессор К.Е. Морару

Институт геологии и сейсмологии, Академия наук Молдовы, г. Кишинев, Молдова

В настоящее время существует целый ряд признанных методов определения инфильтрационного питания подземных вод, в том числе грунтовых водоносных горизонтов. Наиболее обоснованными являются методы оценки инфильтрационного питания с использованием данных режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод [1, 3, 4, 5]. В связи с этим, целью настоящей работы является использование метода Министерства геологии США (USGS) для определения инфильтрационного питания грунтовых вод и предложений по его оптимизации.

Методология исследования

Из геологических архивов собраны данные государственного мониторинга подземных вод, в том числе грунтовых. Эти данные переведены в специальную систему данных «Грунтовые воды» в формате Microsoft Office 2013, Excel. В зависимости от положения уровня грунтовых вод (УГВ) выделены три группы режимных скважин: 1) 0 - 3 м: 191 скважина; 2) 3 - 5 м: 84 скважины; 3) > 5 м: 200 скважин. Все скважины расположены равномерно по территории Республики Молдова. Подготовлены карты их местоположения при помощи SURFER 14. Для дальнейшей обработки данные мониторинга уровней грунтовых вод приняты как статистические временные ряды.

Метод Министерства геологии США для определения питания грунтовых вод WTF (WTF – water table fluctuation method) численно выражается формулой [8]:

$$R(t_j) = S_y \Delta H(t_j),$$

где $R(t_j)$ - питание во время t_0 и t_j , см; S_y – удельная водоотдача, безразмерная; $\Delta H(t_j)$ – максимальное значение УГВ, связанное с питанием водоносного горизонта, мм.

Результаты исследований

Полученные данные относятся к временным рядам УГВ интервала залегания 0.0 - 3.0 м, 3 - 5 м и больше 5 м. Для определения величины $\Delta H(t_j)$ существуют два метода: а) метод графической экстраполяции [6] и метод эталонной кривой [7]. В настоящей работе приведены результаты применения метода эталонной кривой. В отличие от автора [7], нами предлагается использование полиномиальной функции третьего порядка в качестве эталонной кривой УГВ. По существу, эта кривая представляет аппроксимированную кривую природного состояния УГВ. В результате численного вычисления данных режима УГВ из данных эталонной кривой формируется новый временной ряд данных содержащий значение $\Delta H(t_j)_i$. Геостатистический анализ величин $\Delta H(t_j)_i$ показывает, что ряд содержит величины со знаком (+) и со знаком (-). Отрицательные значения расположены ниже эталонной кривой, не связаны с инфильтрационным питанием водоносного горизонта. В связи с этим такие значения исключаются из дальнейшего анализа. Положительные значения обрабатываются статистическими методами (проверка закона распределения, дескриптивные параметры и выявление функций полинома третьей степени). С использованием новой формулы полиномиальной функции строится график положительных значений $\Delta H(t_j)_i$ и сравнивается с нормальным (природным) графиком УГВ в тех же координатах. Визуальный анализ графиков позволяет принять решение о соответствии максимумов УГВ и $\Delta H(t_j)_i$. Далее по всему временному ряду определяется среднее значение $\Delta H(t_j)_{cp}$ и его доверительные интервалы.

Величина S_y [2] определена как удельная водоотдача. Смысловое значение величины S_y в международной гидрогеологии весьма не одинаковое. По Мейнцеру [2] (впервые предложившему эту величину, как specific yield) эта величина определяется формулой:

$$S_y = v/V,$$

где v – объем воды, вытекающий после насыщения пород или почв водой и V – объем породы или почвы. Единицы измерения S_y – безмерные единицы в интервале от 0.0 до 1.0.

Автор [2] отмечает, что величина S_y имеет преимущественно агрономическое понимание.

По сути дела, рассчитанное значение $\Delta H(t_j)_{cp}$ – это то конечное количество воды, которое уже достигло УГВ и является статистически достоверным. Умножение на величину S_y приводит к асимптотическому снижению величины $\Delta H(t_j)_{cp}$, что не соответствует природным условиям.

Расчеты по репрезентативным режимным скважинам приведены в таблице.

Таблица

Результаты определения инфильтрационного питания грунтовых вод по формуле $R(t_j) = S_y \Delta H(t_j)$

№	Номер скважины	Глубина залегания УГВ, м	$\Delta H(t_j)_{cp}$, мм	$R(t_j)$, мм
1	71-4	0.56	63.35	63.35
2	64-354	3.97	42.40	42.40
3	4-362	5.99	19.88	19.88

Примечание: состав зоны аэрации – почвенный слой, суглинки.

Основные выводы:

- 1) Определение инфильтрационного питания грунтовых вод методом WTF (США) с использованием полиномиальной эталонной кривой УГВ позволяет получить данные статистически приближенные к природным условиям.

- 2) Использование параметра S_y (удельная водоотдача) не оправдано механизмом формирования инфильтрационного питания УГВ. При этом конечная формула расчета имеет вид $R(t_j) = \Delta H(t_j)_{\text{ср}}$.
- 3) При дальнейшей обработке данных мониторинга УГВ необходимо использовать и метод графической экстраполяции данных на примере репрезентативных максимумов временных рядов УГВ с дальнейшей комплексной интерпретацией полученных результатов.

Литература

1. Лебедев А.В. Оценка баланса подземных вод. – М.: Недра, 1989. – 172 с.
2. Мейцер О.Э. Гидрогеологические понятия, определения и термины. – Л.: Государственное геологоразведочное издательство, 1933. – 119 с.
3. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 368 с.
4. Delin G. et al. Comparison of local-to regional-scale estimates of ground-water recharge in Minnesota, USA// *Jornal of Hadrology, USA*, 2007. – vol. 334, № 1-2. – P.231-249
5. Fetter C.W. *Applied hydrogeology*. – USA: Prentice-Hall, 2001. – 598 p.
6. Freeze R., Cherry J. *Groundwater*. – USA: Prentice-Hall, 1979. – 604 p.
7. Heppner C., Nimmo J. A computer program for predicting recharge with master recession curve//U.S/Geological Survey Scientific Investigation Report, 2005. – 5172. – 8 p.
8. <http://water.usgs.gov/oqwgwrp/methods/wtf/>

Секция 7

ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

ВОДА КАК ОСНОВНАЯ СРЕДА ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЖНОСТЕЙ

С.Л. Шварцев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Окружающий мир непрерывно усложняется, возникают новые минеральные и органические соединения, дополнительные связи между молекулами, изменяется структура и состав новых образований, их морфология, консистенция, строение, образуются новые организмы, виды растений и животных, меняется их поведение, биосфера переходит в ноосферу – сферу разума и т.д. Но до сих пор наука не знает: почему это происходит, какие механизмы определяют эволюцию всего мира, какова природа движущих сил всех происходящих изменений, где истоки эволюции и когда она началась? К этой же серии относится и проблема жизни: где и как она началась?

Один из главных вопросов в этой проблематике – как образуются сложности? Как у целого возникают новые свойства, усложняющие его состав и структуру, которыми не обладают его части? Над этой проблемой бьются уже в течение тысячелетий не только все науки естествознания, но и философия. Среди существующих взглядов, которые наиболее полно отражают современный уровень науки, можно назвать естественный отбор Ч.Дарвина, который Р. Докинз считает единственным из известных нам способов получения сложного из простого. Напомню, что *естественный отбор – это неслучайное сохранение случайных изменений в живом организме.*

Другой подход предлагает синергетика, которая доказывает, что диссипативные структуры, развивающиеся в сильно неравновесных условиях и активно взаимодействуют с внешней средой с получением энергии, под действием тех или иных факторов (колебательных, рассеивающих, температурных, воздействия внешних полей и т.д.) рано или поздно распадаются на отдельные части, каждая из которых в нелинейных средах начинает развиваться в направлении усложнения, создания более сложных форм и структур путем интеграции различных частей структуры, развивающихся до этого в разном темпе. При этом для построения более сложной структуры необходимо когерентно соединить подструктуры внутри нее и синхронизировать темп их эволюции. Только в этом случае, в условиях развития одним темпом, структуры начинают «жить» по-новому. Любопытно, что для этого нужен хаос, который выступает в качестве «клея», как бы связывающего части в одно целое. Как видим и биология, и синергетика связывают рождение сложного со случайными событиями и хаосом. В то же время физическая сущность процессов усложнения остается загадкой. Трудно согласиться с таким подходом.

По нашему мнению причина сложившегося положения в современной науке определяется игнорированием роли воды в усложнении и эволюции окружающего мира. Всем известно, что жизнь создана водой, но механизм этого уникального и грандиозного явления не изучается ни геологией, ни биологией. В последние годы нами показано, что система вода - горная порода обладает свойствами диссипативных структур и способна к геологически длительной эволюции, поскольку вода всегда неравновесна с магматическими минералами, которые она непрерывно растворяет, и равновесна с теми вторичными минералами, которые она образует. Важно также, что в природе имеются минералы, с которыми установление равновесия в принципе невозможно. Оказалось, что к таким минералам относятся силикаты и алюмосиликаты Ca, Mg и Fe - основные минералы базальтов, изначально образовавшие нашу планету.

Важно подчеркнуть, что формируемые вторичные минералы по основным своим параметрам - составу, структуре, консистенции, твердости, удельному весу и т.д. - принципиально отличаются от минералов, растворимых водой. Они являются продуктом эволюции раствора, т. е. сформированы водой из элементов, которые поступили в раствор из различных минералов магматического генезиса по механизму гидролиза. Следовательно, вода выступает местом «свиданий» химических элементов из разных минералов. По мере изменения состава раствора все большее количество катионов находит себе противоположный по знаку анион, объединяясь с которым, образуют новые и новые вторичные минералы. При этом именно состав раствора контролирует время, место образования и состав каждого нового зародыша.

С появлением воды на Земле в неживой природе началась строго направленная абиогенная эволюция, которая, в конечном счете, привела к созданию земной коры, тысяч новых твердых минералов, новых типов горных пород и формаций, новых геохимических типов или «минералов воды». При этом эта абиогенная эволюция по многим параметрам похожа на биологическую. В частности, их объединяет геологическая длительность эволюции, непрерывность взаимодействия, неравновесность, развитие в открытых стационарных системах, единство механизмов получения вещества и энергии их внешних источников, усложнение во времени, нелинейность процессов и т.д.

Главным же фактором, объединяющим живую и косную материю, выступает вода, распространенная повсюду в верхней части земной коры. Вода – не инертная масса, а активное химическое соединение, которое также активно, как и минералы растворяет и синтезирует органические соединения в живых организмах. Водный

раствор – это такое же место встречи растворенных органических молекул, как и ионов. Именно с водным раствором связана ключевая стадия эволюции, где происходит рождение новых органических соединений. Прежде чем образоваться новый продукт, его элементы должны переплыть «реку раствора». Это общее правило для всех процессов, протекающих по механизму гидролиза (минеральных, органических и др.).

Для перевода химических элементов в раствор в живых организмах разработана целая система. В этом плане наиболее «мудрыми» оказались растения, которые питаются подземной водой. Из этого водного раствора и органических соединений, формируемых в процессе фотосинтеза, и образуются все разновидности более сложных органических образований (корни, кора, листья, цветы, древесина и т.д.).

Животные, в отличие от растений, питаются не только водой, но и растительной и мясной пищей, которая неравновесна со средой живого организма. Для ее перевода в раствор у животных имеется желудочно-кишечный тракт. Только в растворенном состоянии ионы и молекулы поступают непосредственно в организм, у теплокровных животных – в кровь. Образующиеся в крови соединения равновесны с ее составом, т.е. со средой и поэтому являются устойчивыми.

Следовательно, во всех главных системах (царствах) мира – минеральной, растительной, животной и человека – действуют одни и те же принципы эволюции, обусловленные одними причинами и механизмами. Эти системы развиваются только в водной среде при химическом участии молекул воды в равновесно неравновесных внутренних противоречивых условиях, далёких от равновесия. Вода всегда растворяет одни исходные соединения (горные породы, органические вещества растений и животных, газы) и формирует новые, включая такие которых на планете ранее не было. Так в воде постоянно образуются простые и сверхсложные соединения. Подробнее об этом можно прочитать в нашей статье (Вестнике РАН, 2014, №7, С.618-628).

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ООО «МЕЖЕНИНОВСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА» (Г. ТОМСК)

Е.С. Антонова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Обеспечение водой промышленных предприятий является одной из важных хозяйственных задач. В большинстве отраслей промышленности вода используется в технологических процессах производства. Требования к количеству и качеству подаваемой воды определяются характером технологического процесса. Выполнение этих требований системой водоснабжения обеспечивает нормальную работу предприятия и надлежащее качество выпускаемой продукции. Неудовлетворительное выполнение системой водоснабжения поставленных задач может привести не только к ухудшению качества продукции или удорожанию производства, но и в ряде случаев к порче оборудования и даже к опасным авариям.

Целью работы является изучение использования водных ресурсов на предприятии ООО «Межениновская птицефабрика».

Район расположения ООО «Межениновская птицефабрика» находится на территории Томь-Яйского междуречья и в геологическом отношении приурочен к области сопряжения Томь-Кольванской складчатой зоны и юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты, которая имеет древний складчатый фундамент и молодой платформенный чехол, сложенный рыхлыми кайнозойскими отложениями.

В исследуемом районе основное значение для хозяйственно-питьевого водоснабжения имеют воды, заключенные в отложениях палеозойского возраста.

В геоморфологическом отношении территория исследуемого района расположена в пределах водораздельного пространства рек Бол. Киргизка – Мал. Ушайка и представляет собой эрозионно-аккумулятивную равнину с холмисто-увалистым рельефом, густой сетью логов и глубоко врезанных речных долин. Речная сеть в районе работ представлена правыми притоками р. Томи: рек Бол. Киргизка, Мал. Киргизка и Мал. Ушайка. Реки имеют корытообразные, хорошо разработанные долины, которые довольно глубоко врезаны и местами вскрывают породы палеозоя. Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой (среднегодовая температура января минус 18,6°С) и коротким теплым летом (среднегодовая температура июля +17,7°С).

ООО «Межениновская птицефабрика» – один из крупнейших производителей мяса цыплят-бройлеров в Западной Сибири. Главной целью предприятия является выпуск высококачественной конкурентоспособной продукции. Объем выпускаемых цыплят-бройлеров составляет 14,805 млн. бройлеров. В собственности компании ООО «Межениновская птицефабрика» с 1978 года начал функционировать подземный водозабор с пятнадцатью скважинами, одиннадцать из которых находятся непосредственно возле предприятия, и еще три около села Корнилово.

Артезианские воды из скважин обеспечивают не только все нужды фабрики, но и пос. Светлый [1]. В соответствии [2] на всех водозаборах подземных вод организованы зоны санитарной охраны (ЗСО), в рамках которых устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, препятствующих проникновению загрязнения в водоносный горизонт [3].

Водозабором ООО «Межениновская птицефабрика» эксплуатируются подземные воды Родионовского месторождения. Подсчитанные запасы пресных подземных вод трещиноватой зоны палеозойских образований составляют 5,4 тыс. м³/сут. [3]. Водозабор состоит из двух участков (Северный и Южный), расположенных в Томском районе Томской области. Северный участок расположен в 5 км к северо-востоку от г. Томска, Южный – в с. Корнилово.

В настоящее время на Северном участке эксплуатируются восемь скважин. На Южном линейном водозаборном участке, в работе находятся 3 скважины. Для осуществления водоснабжения предприятия используются скважины, находящиеся на Северном участке.

Добыча подземных вод осуществляется на основании лицензии ТОМ 00635. Защита подземных вод от истощения и загрязнения осуществляется посредством проведения комплекса мероприятий, рекомендуемых [4]. Забор воды на водозаборе предусматривается в объемах, не превышающих принятые к сведению запасы подземных вод в количестве 4,85 тыс. м³/год. Годовая добыча подземных вод водозабором в количестве 4,57 тыс. м³/год в настоящее время обеспечивает потребность предприятия в воде хозяйственно-питьевого и технологического назначения.

По химическому составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, нейтральные - слабощелочные (величина рН от 7,08 до 7,69), пресные с сухим остатком от 301,5 до 382,5 мг/л, жесткие (средняя величина общей жесткости 6,4 мг-экв/л). Хлориды и сульфаты присутствуют в воде в незначительных количествах.

Качественный состав трещинно-жильных подземных вод палеозойского фундамента по подавляющему перечню компонентов соответствует нормативным значениям [5, 6], за исключением повышенного содержания железа, марганца, кремния и мутности.

Перед использованием подземных вод для производственных и хозяйственно - питьевых нужд предприятия проводится их предварительная водоподготовка. Из скважин вода по четырем водоводам поступает на станцию водоподготовки, где содержание химических элементов доводится до ПДК [5]. Режим работы станции круглосуточный. Производительность станции 5400 м³/сутки.

Обезжелезивание воды осуществляется методом аэрации с последующим фильтрованием на скорых фильтрах открытого типа. После обезжелезивания проводится текущий контроль над эффективностью обработки воды. Общее железо определяется 2 раза в сутки в ведомственной лаборатории, до очистки и после.

В результате водоочистки химический состав воды доводится до требований санитарных норм. Содержание железа уменьшается до <0,1 мг/л, марганца до <0,014 мг/л, и показатель мутности до <0,58 мг/л. С целью обеззараживания на водозаборе проводится хлорирование воды.

Результаты лабораторных исследований качества подземных вод по Северному участку эксплуатационной скважины №11-128/1 до и после водоподготовки приведены в таблице.

Таблица

*Химический состав подземных вод Северного участка эксплуатационной скважины № 11-128/1
(данные предоставлены ООО «Межениновская птицефабрика»)*

Стадии водоподготовки	Дата отбора пробы	Нитраты (по NO ₃), мг/л	Нитриты (по NO ₂), мг/л	Аммиак (по N), мг/л	Железо (Fe), мг/л	Кремний (Si), мг/л	Марганец (Mn), мг/л	Мутность, мг/л
Вода до водоподготовки	29.11.2011	<0,5	<0,2	0,17	0,85	9,39	0,28	1,59
	07.06.2012	<0,44	0,016	0,050	0,92	10,9	0,014	4,06
	08.05.2013	<0,2	<0,2	<0,039	1,17	11,1	0,12	1,87
	12.09.2014	<0,2	<0,2	<0,5	0,97	-	0,17	0,96
Вода после водоподготовки	29.11.2011	<0,5	<0,2	0,18	<0,1	9,43	<0,1	0,69
	07.06.2012	1,27	0,007	0,040	<0,1	11	0,014	<0,58
	08.05.2013	0,88	<0,2	<0,039	<0,1	10,9	-	<0,58
	12.09.2014	<0,2	<0,2	<0,5	<0,1	-	0,015	<0,58
ПДК [5]		45	3	2,0	0,3	10	0,1	1,5

Нормативное водопотребление предприятия составляет 756,65 тыс. м³/год. Воды используются помимо собственных нужд предприятия для сторонних потребителей в п. Светлый – 505,98 тыс. м³/год и прочих организаций – 24,43 тыс. м³/год. Наибольший суточный объем воды 2,05 тыс. м³/сут используется для хозяйственно - бытовых нужд птицефабрики.

После использования природных вод на предприятии ООО «Межениновская птицефабрика» образуются сточные воды, которые самотеком поступают на локальные очистные сооружения с механическим методом очистки. Очистные сооружения на предприятии представлены решетками и отстойниками. Сточные воды передаются в ООО «ВВК» п. Светлый. Учёт стоков ведётся на границе балансовой принадлежности по счётчику. С очистных сооружений воды поступают в ручей, впадающий в реку Киргизку. Для промывки фильтров применяется очищенная вода, соответствующая [5]. Водоотведение осуществляется в объеме 428,45 м³/год. Лабораторный контроль над химическим составом сбрасываемых сточных и поверхностных вод проводится ведомственной лабораторией АО «Томскгеомониторинг».

Система водоснабжения предприятия эксплуатирует воды палеозойского возраста. Химический состав по большинству компонентов соответствует нормативным значениям [5, 6], за исключением содержания железа, марганца, кремния и мутности. После очистки в воде уменьшается содержание железа, марганца и показателя мутности. Содержание кремния в питьевой воде достаточно высокое, и в некоторых пробах отмечено превышение относительно ПДК (табл. 1). Система комплексной очистки сточных вод на локальных очистных

сооружениях достигает 98 % и более, что полностью соответствует существующим санитарным нормам, сточные воды поступают в реку Киргизку. В целом система водоснабжения и водоотведения на предприятии отвечает предъявляемым требованиям.

Литература:

1. Официальный сайт ООО «Межениновская птицефабрика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://межениновская-птицефабрика.рф/about>
2. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». - М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.
3. Рабочая программа производственного контроля качества воды в системах питьевого водоснабжения «ООО Межениновская птицефабрика»
4. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды централизованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». - М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г 19 с.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».
6. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРА ИЛЬМЕНСКОЕ

Е.В. Артюков, В.Ю. Щелканова

Научные руководители доцент Т.Г. Крупнова, доцент И.В. Машкова
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Ильменский государственный заповедник расположен в центральной части Челябинской области около города Миасс. На территории заповедника находятся 30 озер. Заповедные озера, не испытывающие антропогенной нагрузки, могут рассматриваться как эталонные при оценке состояния антропогенно нарушенных озер. Отметим, что для эколого-геохимической оценки состояния водных объектов и степени их трансформации в результате техногенеза необходимо изучение химического состава не только самой водной среды и донных отложений, но и состава биосубстратов гидробионтов [1]. Биота испытывает на себе комплексное воздействие факторов природной среды, каждый организм адаптируется к ряду как природных, так и антропогенных факторов. Цель данной работы – изучить химический состав брюхоногих моллюсков, макрофитов и донных отложений заповедного озера Ильменское.

В предыдущих работах нами были изучены популяции фито- и зоопланктона, видовой состав макрофитов и моллюсков, а также физико-химические показатели качества воды [2]. Также была начата работа по изучению химического состава раковин и мягких тканей брюхоногих моллюсков [3].

Отбор проб и биологического материала осуществляли согласно стандартным методикам, подробно описанных в работах [2, 3] в июле 2014 года в ходе полевой практики на научной базе Ильменского государственного заповедника. В качестве объектов исследования были выбраны наиболее распространенные в южно-уральских пресных озерах виды: брюхоногий моллюск *Contectiana listeri* и макрофит *Potamogeton lucens* L. Для отбора проб было выбрано семь станций по периметру озера в пределах береговой линии. Изучали оксидный состав зольного остатка раковин и мягких тканей моллюсков, макрофитов, донных отложений с использованием рентгенофлуоресцентного метода анализа в лаборатории Центра нанотехнологий Южно-Уральского государственного университета (аналитик Учаев Д.А.). Озоление проб проводилось при температуре 500 °С в течение 5 часов.

Озеро по типу минерализации является пресными водоемом (солесодержание составляет 110–120 мг/л) гидрокарбонатного типа $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg}$. Донные отложения в двух станциях имели песчаный характер (зольность – 5,1%, содержание SiO_2 – 58,5–70,1 %, Al_2O_3 – 9,9–11,4%), в оставшихся пяти – илистый (зольность 40,6%, SiO_2 – 0,4–1,8 %, Al_2O_3 – 0,2–0,6 %. Зольность раковин моллюсков составила 6,3 %, мягких тканей – 89,8 %, рдеста блестящего – 30,5 %. Проведено сравнение усредненного элементного состава макрофитов, раковин моллюсков, мягких тканей моллюсков, илистых отложений и песчаного осадка с кларковыми концентрациями элементов в верхней континентальной коре [7] с предварительным нормированием по алюминию, как наименее подвижному и абиогенному элементу в системе «озерная вода – осадок – гидробионт», согласно выражению [6]

$$EF = \frac{(x_i / x_{\text{Al}})_{\text{образец}}}{(x_i / x_{\text{Al}})_{\text{ВКК}}},$$

где $x_{\text{образец}}$ – содержание i -го химического элемента в объекте исследования; $x_{\text{Al образец}}$ – содержание алюминия в объекте исследования; $x_{\text{ВКК}}$ – содержание i -го химического элемента в верхней континентальной коре; $x_{\text{Al образец}}$ – содержание алюминия в верхней континентальной коре.

Коэффициенты обогащения различных объектов исследования представлены на рисунке.

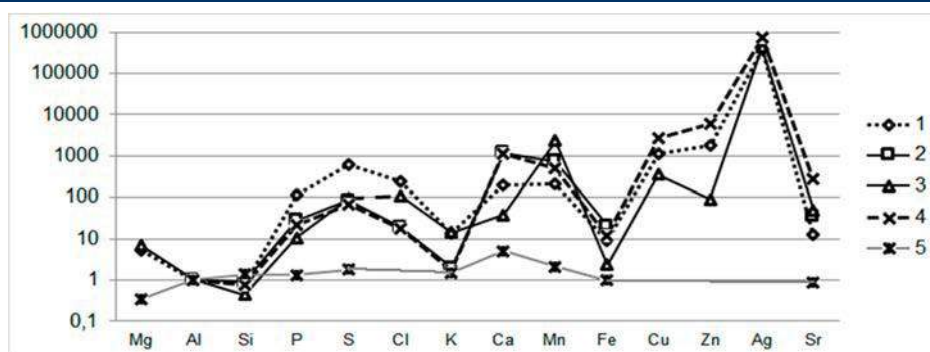


Рис. 1 Коэффициенты обогащения (EF) химическими элементами: 1 – мягкие ткани моллюсков; 2 – раковины моллюсков; 3 – макрофиты; 4 – ил; 5 – песчаный грунт оз. Ильменское. Нормирование проведено по Al и кларкам верхней континентальной коры [7]

Илистый грунт существенно обогащен микроэлементами по сравнению с песками, коэффициенты обогащения (EF) которых близки к единице.

Магний обнаружен в мягких тканях моллюсков (в раковинах он не накапливается) и в макрофитах, так он входит в состав пигмента хлорофилла. Обогащенность магнием гидробионтов на порядок выше, чем песков. В иловых отложениях магний не накапливается.

Наблюдается весьма высокое обогащение ила и организма брюхоногих моллюсков медью, цинком и серебром. Обогащение связано со значительными концентрациями меди и цинка в воде озера [5]. Что касается серебра, то исследований содержания серебра в водах озера не проводилось, однако рядом с озером Ильменское находится скважина, из которой с глубины 80 м разливают артезианскую воду, обогащенную серебром. По-видимому, серебро поступает в озерную воду из подземных источников. Гидробионты являются геохимическими резервуарами данных элементов, что согласуется с литературными данными. Так согласно Чернышевой [8] брюхоногие моллюски *Viviparus* активно накапливают серебро, медь, цинк, что, вероятно, связано с их типом питания. Брюхоногие – безвыборочные собиратели-детритофаги, источники пищи которых, в большей степени, связаны с иловыми растворами.

Наибольшее количество меди накапливается в иле и мягких тканях *Contectiana listeri*, поскольку медь входит в состав дыхательного пигмента брюхоногих моллюсков. Цинк является активатором ферментов в организме гидробионтов. Таким образом, накопление меди и цинка – это отражение физиологических процессов в живых организмах.

Сера, фосфор и хлориды преобладают в мягких тканях моллюсков и в иле, в котором имеют автохтонное происхождение, то есть накапливаются при жизни растениями, а при отмирании поступают в ил.

Высок коэффициент накопления марганца, при этом наибольшее его количество накапливается в растениях. На берегу озера заложена копь на жиле амазонитового пегматита, характерной особенностью которой является большое количество гельвина с содержанием марганца до 35 масс. % [4]. За счет этого вода озера Ильменское обогащается марганцем, который и накапливают гидробионты.

Кальций накапливается раковинами моллюсков, растениями и илом. Железом наиболее обогащены организмы моллюсков, при отмирании которых железо накапливается в иловых массах. Калий преимущественно накапливается растениями и в мягких тканях моллюсков.

Коэффициенты обогащения всех объектов кремнием близки к единице, этот факт позволяет производить сравнение содержания различных элементов по отношению не только к алюминию, но и к кремнию как это было сделано нами в предыдущей работе [3].

Особенно следует остановиться на таком элементе как стронций, который накапливается в иле, а также в раковинах моллюсков и в рдесте блестящем. Известно, что стабильный стронций имеет незначительное значение в жизнедеятельности животных и растений, но всегда присутствует в них как неизменный спутник кальция частично замещая собой последний. В организме гидробионтов Ильменского заповедника стронций накапливается, скорее всего, из воды и ила, в котором его коэффициент накопления наибольший. Происхождение стронция остается пока неясным. Этот вопрос требует дальнейшей проработки.

Полученные данные будут в дальнейшем использованы в качестве фоновых для биоиндикационных исследований состояния озер Южного Урала.

Литература

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. Krupnova T.G., Mashkova I.V., Kostryukova A.M., Uchaev D.A. Environmental and biological controls on elemental ratios in shells and muscles of freshwater gastropod *Contectiana listeri* of South Ural // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15. – Albena, 2015. – V. 1(3). – P. 261 – 268.
3. Krupnova T.G., Kostryukova A.M., Mashkova I.V., Artemyev N.E. Study on hydrobiology and physico-chemical parameters of lake Ilmenskoe, Ilmensky Reserve, Russia// International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14. – Albena, 2014. – V. 1(3). – P. 671 – 678.

4. Рассомахин М. А. Гипергенная марганцевая минерализация в амзонитовых пегматитах Ильменских гор // Проблемы и перспективы современной минералогии (Юшкинские чтения – 2014) = Problems and perspectives of modern mineralogy (Yushkin Memorial Seminar – 2014): Материалы минералогического семинара с междунар. участием. – Сыктывкар, 2014. - С. 141 – 142.
5. Рогозин А.Г., Гаврилкина С.В., Пересококов А.В., Снитыко Л.В. Картирование акваторий водоемов как метод экологического мониторинга // Известия Челябинского научного центра. – 2003. – № 2 (19) – С. 100 – 104
6. Shotyk W., Cheburkin A.K., Appleby P.G., Fankhauser A., KramersYa.D. Two thousand years of atmospheric arsenic, antimony and lead deposition in an ombrotrophic bog profile, Jura Mountains, Switzerland // Earth and Planetary Science Letter – 1996. – V. 145. – P. 1 – 7.
7. Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1995. – V. 59(7). – P. 1217 – 1232.
8. Чернышева И. В. Функциональное значение моллюсков в миграции тяжелых металлов: Автореферат. Дис. канд. биол. наук. – Москва, 1992г. – 28 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

А.А. Балобаненко

Научный руководитель Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом научного исследования являются подземные воды четвертичных, неогеновых, палеогеновых и меловых отложений в пределах территории юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна (в пределах административных границ Алтайского края, Новосибирской, Омской и Томской областей), наиболее активно используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Подземные воды в пределах территории юга Западной Сибири являются основным источником централизованного и децентрализованного водоснабжения [1, 2, 3, 4]. В целом, эта территория относится к обеспеченной как поверхностными, так и подземными питьевыми источниками, однако население части Омской и Новосибирской областей вынуждено употреблять некондиционную питьевую воду из р. Иртыша, Новосибирского водохранилища или солоноватую подземную воду.

Практически все питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение и в значительной степени технологическое обеспечение водой объектов промышленности основано на использовании подземных вод, за исключением крупных населенных пунктов Омской и Новосибирской областей, где для водоснабжения используются поверхностные воды [4]. Добыча подземных вод осуществляется 4 446 водозаборами и составляет 859,32 тыс. м³/сут. Наиболее крупные водозаборы подземных вод сосредоточены в областных центрах и крупных населенных пунктах. Доля подземных вод в балансе ХПВ составляет 4 % – Омская область, 39,2 % – Новосибирская область, 69,4 % – Алтайский край, 100 % – Томская область, причем в Омской и Новосибирской областях водоснабжение крупных населенных пунктов (с населением свыше 100 тыс. чел.) обеспечивается практически полностью из поверхностных источников – 95,2 % (Новосибирская область) – 100 % (Омская область). Водоснабжение мелких населенных пунктов обеспечивается, практически, полностью за счет подземных вод, зачастую разрозненными одиночными водозаборами и колодцами и только в Омской области доля подземных вод составляет 41,2 %.

Основными источниками подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, являются водоносные комплексы четвертичных, неогеновых, палеогеновых и, на отдельных территориях, меловых отложений. Используемые для водоснабжения подземные воды преимущественно распространены в пределах зоны свободного водообмена.

На формирование состава подземных вод существенное влияние оказывают геологические, и гидрогеологические и физико-географические факторы (климат, дренирующее воздействие эрозионной и речной сети). В верхней части гидрогеологического разреза активное влияние на формирование подземных вод оказывает деятельность человека. Климатические особенности территории приводят к ярко выраженной широтной зональности химического состава подземных вод, выражающемся в закономерном их изменении от пресных гидрокарбонатных магниево-кальциевых вод в северной части территории до солоноватых гидрокарбонатных натриевых вод в южной части и хлоридных натриевых – в юго-западной.

Оценка качества питьевых подземных вод региона приведена в таблице. В пределах рассматриваемой территории подземные воды, химический состав которых полностью удовлетворяет действующим нормативам, имеют ограниченное распространение в меловых отложениях в краевой зоне артезианского бассейна на территориях Алтайского края и Томской области.

Под влиянием природных факторов на территории юго-восточной части Западно-Сибирского сложного артезианского бассейна сформировались региональные гидрогеохимические провинции подземных вод. Основными компонентами природного происхождения, содержания которых в подземных водах основных эксплуатационных комплексов исследуемой территории превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), являются, общая жесткость, железо, марганец, кремний, бор. На отдельных участках отмечаются превышения норм ПДК по бром, фтору, стронцию. С возрастанием минерализации и зональной смены типов вод, связанной с пластовой и вертикальной гидрогеохимической зональностью, наблюдается увеличение концентраций хлоридов, сульфатов, магния, натрия.

Таблица 1

Характеристика химического состава подземных вод юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна

Показатели	Диапазон содержаний (встречаемость водопунктов, с показателями превышающими ПДК, %)			
	Водоносные комплексы			
	Q	N	P	K
Обобщенные показатели				
Минерализация, г/л	0,03-4,3 (20,2)	0,07-4,9 (41,6)	0,06-5,0 (42,9)	0,12-4,77 (53,3)
Общая жесткость, мг-экв/л	0,2-74,6 (50,2)	0,1-64,3 (57,8)	0,3-59,9 (45,3)	0,03-23,25 (4,0)
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	0,2-19,5 (1,9)	0,1-22 (35,1)	0,01-39 (5,6)	0,1-26,9 (15,2)
Нефтепродукты, мг/л	0-0,14 (10,4)	0-1,39 (12,7)	0-1,77 (5,6)	0-2,78 (47,1)
АПАВ, мг/л	0,012-0,87 (4,4)	0,025-0,47 (-)	0,01-0,09 (-)	0,013-0,19 (-)
Фенольный индекс	0-0,2 (-)	0-0,5 (1,2)	0-0,06 (-)	0-0,11 (-)
Фенолы, мг/л	0-1 (43,8)	0-0,001 (25,0)	0-4,4 (53,8)	0-2 (81,1)
Макрокомпоненты				
Хлориды (Cl ⁻), г/л	0-2,61 (9,5)	0-2,7 (24,4)	0-2,9 (31,5)	0-2,87 (20,7)
Сульфаты (SO ₄ ⁻²), г/л	0-2,32 (6,6)	0-2,4 (10,3)	0-2,2 (7,4)	0-0,94 (1,1)
Магний (Mg ²⁺), мг/л	0,1-492 (35,9)	0,3-720 (48,9)	0,28-441 (38,2)	0-177 (3,0)
Натрий (Na ⁺), мг/л	0,23-1616 (20,8)	0,23-1624 (47,3)	0,2-1730 (49,5)	4,8-1810 (77,5)
Аммоний (NH ₄ ⁺), мг/л	0-37,3 (3,0)	0-9,49 (16,6)	0-12,6 (4,6)	0-30 (22,4)
Нитраты (NO ₃ ⁻), мг/л	0-6,8 (0,1)	0-5,91 (0,6)	0-15,95 (0,2)	0-10,1 (6,5)
Нитриты (NO ₂ ⁻), мг/л	0-85,6 (0,6)	0-90,5 (0,2)	0-494 (-)	0-32 (0,3)
Микрокомпоненты				
Алюминий (Al), мг/л	0-7,28 (2,5)	0-0,95 (4,5)	0-0,59 (0,6)	0-0,2(-)
Барий (Ba), мг/л	0-0,67 (-)	0-0,46 (-)	0-4 (0,7)	0-2,0 (11,8)
Бериллий (Be), мкг/л	0,02-0,19 (-)	0,005-1,5 (1,6)	0-200 (8,1)	0-2,35 (52,4)
Бор (B), мг/л	0-2,56 (5,2)	0-1,22 (9,6)	0-1,42 (6,8)	0-48,8 (70,8)
Железо общее (Fe), мг/л	0-50,6 (22,1)	0-31,4 (52,3)	0-52,4 (14,5)	0-12,5 (53,8)
Кадмий (Cd), мг/л	0-0,007 (1,7)	0-0,001 (3,7)	0-0,01 (8,8)	0-0,003 (20,1)
Кремний (Si), мг/л	0,14-12,86 (3,7)	0,24-19 (12,8)	0,2-35,9 (24,3)	0,32-24,5 (37,3)
Литий (Li), мг/л	0-2,52 (31,5)	0-13 (7,1)	0-0,08 (2,1)	0-0,058 (3,7)
Марганец (Mn), мг/л	0-0,9 (-)	0-4,86 (46,0)	0-2,45 (31,2)	0-1,75 (20,9)
Медь (Cu), мг/л	0-0,18 (-)	0-1,8 (0,6)	0-0,92 (-)	0-0,2 (1,3)
Мышьяк (As), мг/л	0-0,098 (1,4)	0-0,056 (0,7)	0-0,06 (0,5)	0-0,02 (1,2)
Никель (Ni), мг/л	0-0,09 (-)	0-0,033 (-)	0-0,08 (-)	0-0,048 (1,0)
Полифосфаты (PO ₄), мг/л	0-2,5 (-)	0-3,03 (-)	0-3,49 (-)	0-6 (1,7)
Ртуть (Hg), мкг/л	0,005-0,3 (-)	0,008-0,03(-)	0-6 (0,7)	0-3 (14,1)
Свинец (Pb), мкг/л	0,02-2,5 (0,5)	0-0,02 (-)	0-250 (0,7)	0-0,05 (7,9)
Селен (Se), мкг/л	0,015-6,4 (-)	0-0,005 (-)	0-10 (-)	0-0,01 (0,5)
Фториды (F ⁻), мг/л	0-2 (0,4)	0-1,33 (-)	0-1,4 (-)	0-6,4 (12,8)
Хром (Cr), мг/л	0-0,06 (0,3)	0-0,04 (-)	0-0,04 (-)	0-0,24 (2,3)
Радиологические				
Общая α-радио-активность, Бк/л	0-0,17 (-)	0-0,08 (-)	0-0,16 (-)	0-0,25 (4,3)
Общая β-радио-активность, Бк/л	0-0,8 (-)	0-0,8 (-)	0-0,9 (-)	0-1 (1,6)
Число значений	2475	1886	4168	809

Воздействие техногенных факторов приводит к ухудшению качества питьевых подземных вод основных эксплуатационных водоносных комплексов, имеющему в основном точечный или локальный характер. Очаги загрязнения подземных вод обычно связаны с воздействием техногенных объектов: нефтебаз, нефтеперерабатывающих предприятий, нефтепромыслов, полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, городских очистных сооружений, предприятий теплоэнергетики и др. Кроме того, на площадях некоторых разведанных месторождений подземных вод со времени утверждения их запасов изменилась эколого-экономическая ситуация, водохозяйственная обстановка, изменялся статус земель. Вследствие этого, в связи с последующей застройкой территорий, некоторые водозаборы оказались в пределах селитебных территорий населенных пунктов (или в промзонах).

На участках интенсивного техногенного воздействия горизонтальная гидрогеохимическая зональность осложняется распространением азональных типов подземных вод, а вертикальная гидрогеохимическая зональность приобретает модифицированный характер. В региональном плане влияние антропогенного воздействия на подземные воды не проявляется, локализуясь на отдельных участках вблизи непосредственных источников техногенного воздействия.

Таким образом, при использовании подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо в подавляющем большинстве случаев применять методы улучшения их качеств. Кроме этого, на действующих водозаборах необходимо выполнять регулярный мониторинг качества добываемых вод [1, 4].

Литература

1. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М. Качество природных питьевых вод и технологии водоподготовки в условиях юга Сибирского региона: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТГАСУ, 2006. – 96 с.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Балобаненко А.А., Покровский В.Д., Рехтин А.Ф. Гидрогеоэкологические условия водоснабжения населения юга Сибирского региона // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 384. – С. 189-197.
3. Рогов Г.М., Покровский Д.С., Дутова Е.М. Некоторые проблемы водоподготовки на водозаборах из подземных источников//Изв. вузов. Строительство. – 1993. – N 9. – С. 98-102.
4. Состояние недр территории Сибирского федерального округа. Информационный бюллетень за 2014 год. – Вып. 11 – Томск: Территориальный центр «Томскгеомониторинг», 2014.

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РОДНИКА «БОЖЬЯ РОСА» (Г. ТОМСК)

М.О. Баркова

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

К родниковой воде у людей было всегда особое доверие. Она считалась самой чистой и по составу химических компонентов, и по отсутствию каких-либо микробов. В городе Томске, несмотря на наличие подземного централизованного водоснабжения, родники, как источники питьевого водоснабжения, пользуются большой популярностью. В то же время возрастающая техногенная нагрузка на территории города создает условия их экологического неблагополучия из-за возможного микробного и химического загрязнения. Поэтому особую актуальность приобретает мониторинг качества родниковой воды: настолько ли полезна и безопасна родниковая вода в настоящее время.

Цель данной работы - изучение химического и микробиологического состава воды одного из популярных у населения города Томска родника «Божья Роса». Микробиологический анализ состоял в выявлении микробов, осуществляющих минерализацию органических веществ и индикаторных на загрязнение аллохтонной микрофлорой [3].

Родник известен жителям города с далекого прошлого. Отличался он необыкновенно чистой и вкусной водой. С течением времени ситуация менялась. Территория, где происходит разгрузка родника, застраивалась жилыми и хозяйственно-бытовыми зданиями, гаражами, захламлялась бытовым мусором. Рядом расположенные дома частного сектора не были обустроены канализацией. Летом 2002 г сотрудниками кафедры ГИГЭ было проведено единичное химическое и микробиологическое опробование воды родника (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав и микрофлора родника «Божья Роса» в 2002 г.

Компоненты химического состава	Концентрация	Физиологические группы бактерий	Количество, кл/мл
Минерализация, г/л	698,2	Общее количество бактерий	27440
pH. Единицы pH	6,8	Олиготрофы	10200
CO ₂ мг/л	101,2	Гетеротрофы	3300
Перманганат окисл., мгО ₂ /л	5,1	Мезофильные сапрофиты	120
HCO ₃ ⁻ мг/л	500	Психрофильные сапрофиты	540
SO ₄ ⁻² мг/л	88	Споровые сапрофиты	400
Cl ⁻ мг/л	67,5	Аммонифицирующие	2000
NO ₂ ⁻ мг/л	0,5	Уробактерии	170
NO ₃ ⁻ мг/л	72,5	Нефтеокисляющие	510
NH ₄ ⁺ мг/л	4,5	Денитрифицирующие	100
Ca ²⁺ мг/л	180	Нитрифицирующие	10000
Mg ²⁺ мг/л	9,8	Сульфатредуцирующие	0
Na ⁺ мг/л	42	Тионовые	0
K ⁺ мг/л	3,7	Целлюлозоразрушающие	100
Общая жесткость, мг экв/л	10	Аллохтонные микроорганизмы	Протей, плесневые грибы

Результаты анализа, представленные в таблице 1, показывают, что вода является пресной, гидрокарбонатной кальциевой магниевой, около нейтральной реакции, жесткой. В составе химических компонентов в значительном количестве в ней присутствуют сульфаты, хлор. Содержание азотистых соединений превышает ПДК для питьевых вод. В составе микрофлоры родника выявлены в большом количестве

гетеротрофные, аммонифицирующие бактерии, мезофильные сапрофиты, а также нитрифицирующие бактерий. Количество и состав бактериоценоза родника указывает на его микробное загрязнение (рис 1) [2, 1].



Рис. 1 Микробный пейзаж родника «Божья Роса» в 2002 году [2].

Микробный пейзаж родника, представленный на рисунке 1, отражает многочисленность микробов различных физиологических групп, характерных для микробного загрязнения.

В 2003 году муниципальными службами города было произведено обустройство родника и его окрестностей. В настоящее время родник заключен в железобетонную трубу, от поверхностного загрязнения его защищает плотно подогнанная крышка. Представлялось интересным выяснить, повлияло ли каптажное обустройство родника на химический и микробиологический состав воды в нем. Для этого автором зимой 2015 г было проведено единичное опробование воды родника на химический и микробиологический состав. Результаты опробования приведены в таблице 2.

Анализ полученных результатов химического состава родника показал наличие повышенных концентраций сульфатов, хлора, нитратов, натрия и кальция. В целом, по химическому составу современное состояние родника в ноябре 2015 г. незначительно отличается от прежних лет (таб. 1). В настоящее время в воде незначительно снизилось количество органического вещества, но увеличилась жесткость.

Таблица 2

Химический состав и микрофлора воды родника «Божья Роса» зимой 2015 года

Компоненты химического состава	Концентрация	Физиологические группы бактерий	Количество, кл/мл
pH, единицы pH	6,98	Мезофильные сапрофиты	0
CO ₂ , мг/л	62	Психрофильные сапрофиты	70
Перманганат окисл., мгO ₂ /л	0,8	Олиготрофы	120
HCO ₃ ⁻ мг/л	573	Энтеробактерии	0
SO ₄ ²⁻ мг/л	74,6	Споровые сапрофиты	0
Cl ⁻ мг/л	64,5	Аммонифицирующие	0
NO ₂ ⁻ мг/л	<0,02	Нефтеокисляющие	0
NO ₃ ⁻ мг/л	81,79	Потенциальная способность к окислению нефти, %	-
NH ₄ ⁺ мг/л	0,1	Денитрифицирующие	0
Ca ²⁺ мг/л	205	Нитрифицирующие	0
Mg ²⁺ мг/л	28,1	Сульфатредуцирующие	0
Na ⁺ мг/л	60,2	Тионовые	0
K ⁺ мг/л	4,14	Железобактерии	20
Общая жесткость, мг экв/л	12,3	Аллохтонные микроорганизмы	Плесневые грибы

По микробиологическому составу вода родника в ноябре 2015 г резко отличается от микробного состава в 2002 году. В настоящее время вода родника почти стерильна. В ней присутствуют психрофильные сапрофиты, количество которых характеризует воду как очень чистую [1, 2], и небольшое количество олиготрофов.



Рис. 2 Микробный пейзаж родника «Божья Роса» в 2015 году (фото автора)

Таким образом, полученные результаты сравнительного анализа микрофлоры и химического состава воды родника 2002 и 2015 годов показали, что каптажное обустройство родника предохраняет его от микробного заражения, но не влияет на химический состав. Очевидно, что микробиологический состав воды родника формируется в области разгрузки и решающим образом зависит от наличия каптажного устройства. В то же время, химический состав родника преимущественно формируется в области питания и транзита.

Литература

1. Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. ГОСТ18963 – 73. – М., 1973
2. Наливайко Н.Г. /Микробиология воды. Учебное пособие. Изд-во ТПУ, 2009г. – 139 с.
3. Практикум по микробиологии./под ред. А.И. Нетрусова. – М.: АСАДЕМА, 2005. – 604 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ (Г. ГУСИНООЗЕРСК, РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Э.М. Батуева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гусиноозерск - единственный из бурятских городов зависит от поверхностных вод. Источником его водоснабжения является озеро Гусиное, которое подвержено значительному антропогенному воздействию, в результате которого вода по качеству не соответствует нормативам питьевого водоснабжения. В районе Гусиноозерского промышленного узла выделены следующие типы источников техногенного воздействия на геологическую среду: сельскохозяйственный, промышленный, энергетический, горнодобывающий, транспортный, городской. Основные объекты-загрязнители в районе: Гусиноозерская ГРЭС, угольные разрезы, автомобильные и железные дороги, склады ГСМ и муниципальные предприятия [2].

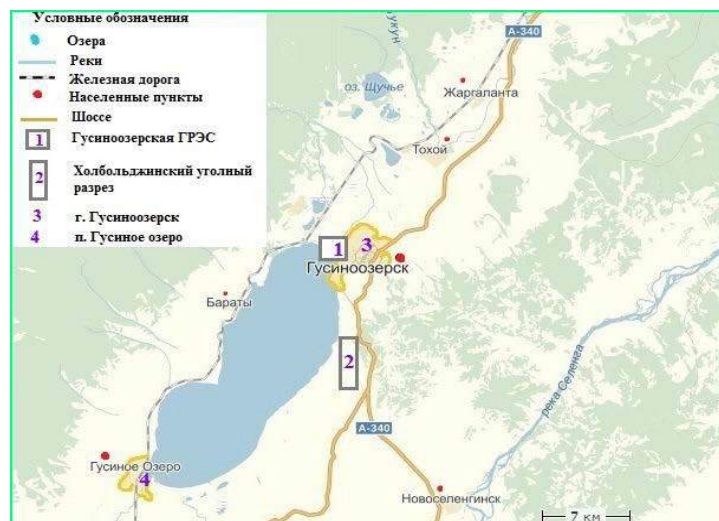


Рис. 1 Карта-схема Гусиноозерского промышленного узла

Актуальной является проблема поиска альтернативных источников водоснабжения. Наиболее реальное решение этой проблемы – использование подземных вод. Целью данной работы было установление наличия влияния различных источников техногенной нагрузки на качество подземных вод.

Проблема водоснабжения г. Гусиноозерск качественной питьевой водой за счет подземных источников существует уже более 40 лет. Первые попытки ее решения были предприняты в 60-х годах прошлого столетия, когда поисково-разведочными работами для оценки перспективных участков локализации пресных подземных вод в окрестностях города была охвачена площадь более 200 км. М.Х. Булычевой (1961) оценен инфильтрационный водозабор с расходом горизонтальной дрены (длина дрены 200 м) 7,2 тыс. м³/сут., заложенной в озерно-аллювиальных водоносных галечниках в пойме оз. Гусиного. Участок водозабора расположен на северо-западном побережье озера на расстоянии 8-9 км от г. Гусиноозерск. А.Т. Афанасьевым (1967) разведаны эксплуатационные запасы подземных вод (ЭЗПВ) 3,3 тыс. м³/сут, локализованные на ограниченной площади в пределах распространения мелового водоносного комплекса в юго-восточном борту Гусиноозерского бассейна (участок «Каменный карьер», Моностойское месторождение пресных подземных вод). Но эти запасы не были вовлечены в промышленную эксплуатацию по ряду причин гидрогеологического, экономического и экологического плана. Главные критерии, по которым определяется возможность использования подземных вод для питьевого водоснабжения - это количество их эксплуатационных запасов и защищенность от загрязнения с поверхности. Основными характеристиками при оценке ЭЗПВ являются естественные запасы и ресурсы продуктивного водоносного горизонта - привлекаемые ресурсы. Последние формируются непосредственно в процессе эксплуатации месторождения пресных подземных вод (МППВ) за счет усиления фильтрации из поверхностных источников, перетекания подземных вод из смежных водоносных горизонтов, поступления из соседних более водообильных блоков или водоносных зон [1, 3, 5]. Основными показателями защищенности подземных вод являются мощность и строение зоны аэрации, продуктивного водоносного горизонта, водоупорных слоев. Как показали исследования, наименее защищенными на данной территории являются грунтовые воды. Маломощный (мощностью 5-10м) озерно-аллювиальный водоносный горизонт при глубине залегания уровня грунтовых вод 2-3м незащищен от проникновения загрязняющих веществ с поверхности, поэтому велика опасность его загрязнения не только химического, но и бактериального. Моностойское МППВ характеризуется достаточно высокой защищенностью, подземные воды отвечают кондиции и могли бы использоваться без предварительной водоподготовки, но запасы и ресурсы их на этом участке ограничены.

В северо-западной части Гусиноозерского бассейна находятся два месторождения подземных вод, связанные с меловым водоносным комплексом и локализованные на участках речных долин Загустая и Ельника. Но качество подземных вод водоносных комплексов долины Загустая не соответствует нормативам из-за высокого содержания фтора и железа. Источниками загрязнения этих подземных вод являются промплощадка ГРЭС, золоотвалы, подсобное хозяйство ГРЭС, угольный карьер.

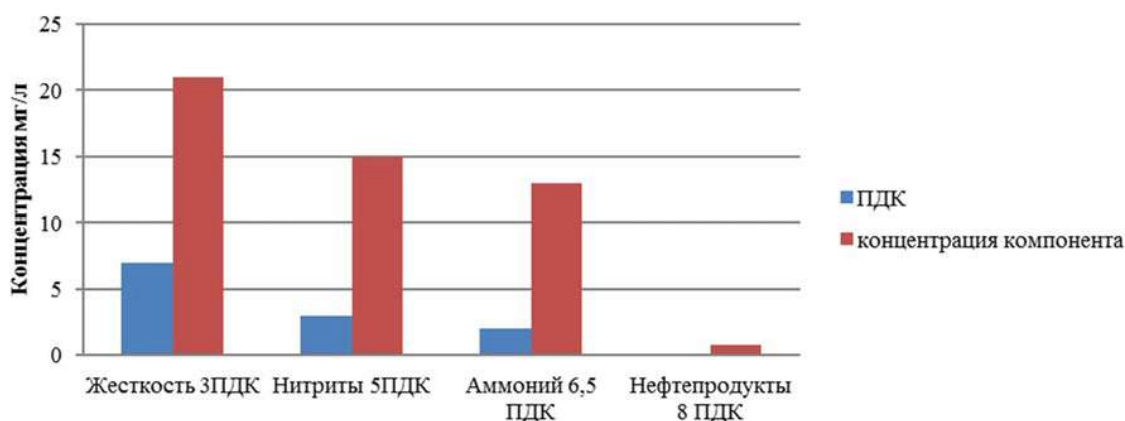


Рис. 2 Загрязняющие компоненты в подземных водах территории ГРЭС

Подземные воды в районе этих объектов загрязнены нефтепродуктами (3-8 ПДК), имеют повышенную жесткость (до 3 ПДК) и минерализацию (до 2 ПДК). В химическом составе вод преобладают хлориды и натрий. В районе подсобного хозяйства подземные воды имеют высокую окисляемость и загрязнены азотистыми соединениями. Концентрация нитритов достигает 15 мг/л (ПДК - 3 мг/л) и аммония -13 мг/л (ПДК - 2 мг/л). [4]. Перспективным участком для организации питьевого водозабора может быть признано месторождение подземных вод «Ельник», характеризующееся более благоприятными гидрогеологическими и санитарно-экологическими условиями, чем Загустайское МППВ.

Однако проблема негативного влияния хозяйственной деятельности на подземные воды остается. Основными причинами, которые могут вызывать загрязнение подземных вод, является несоблюдение природопользователями режимов водоохраных мер на территории размещения водозаборных скважин, несанкционированное размещение отходов производства и потребления, неудовлетворительная эксплуатация водоохраных сооружений, ветхое санитарно-техническое состояние водопроводных и канализационных сетей и

отсутствие средств на их модернизацию по внедрению усовершенствованных методов очистки. Большое значение для охраны подземных вод имеет уменьшение влияния антропогенной нагрузки на Гусиное озеро, из-за его гидродинамической взаимосвязи с подземными водоносными горизонтами. Требуется быстрое экологическое оздоровление территории и принятие мер, сводящих к минимуму вредные воздействия окружающей среды на здоровье населения. Учитывая тенденцию нарастания загрязнения пресных природных поверхностных и подземных вод, необходим поиск путей снижения темпов техногенной нагрузки на пресноводные экосистемы. Для обеспечения требований экологической безопасности, ресурсосбережения и рационального природопользования необходимо совершенствование существующих технологий переработки производственных и хозяйственно-бытовых отходов Гусиноозерской ГРЭС и предприятий, отводящих свои сточные воды в сети канализации МУП ЖЭУ Гусиноозерского промышленного узла и прочие отходы, оказывающие отрицательное воздействие на подземные воды и окружающую среду. Необходимо внедрение принципиально новых способов создания экологически безопасных технологий, учитывающих не только эффективность, энергоёмкость, рентабельность производств, но и такое понятие, как природоёмкость.

Литература

1. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра.
2. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М: Недра, 1984. – 262 с.
3. Кулаков В.В. Формирование месторождений пресных подземных вод Приамурья. Автореф. докт. дисс. Иркутск, 1992. – 41 с.
4. Материалы с Министерства природных ресурсов РБ.
5. Плотников Н.И. Поиски разведка пресных подземных вод. – М.: Недра, 1985. – 367 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Безгубова, Е.Е. Белозерцева

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Изменчивость температурного поля обусловлена рядом факторов, важнейшим из которых является приземная циркуляция атмосферы, а также ее продолжительность, вызывающая колебания температуры воздуха в данном районе. Современные изменения глобального термического режима также связаны с циркуляцией атмосферного слоя Земли. Актуальность изучения приземной циркуляции в атмосфере поможет понять причины изменения погодного режима и формирования климата на севере Западной Сибири.

Целью работы является изучение изменений скорости за многолетний период, а также повторяемости направлений ветра.

Материалом исследований послужили специализированные массивы срочных наблюдений (через каждые 3 часа) за направлением и скоростью ветра метеостанций Маррессаля в период с 1977 по 2014 гг. и Салехард за период с 1966 по 2014. Изначально авторами создана программа в Microsoft Excel, с помощью которой обработано свыше 140 тысяч данных по каждой из метеостанций. Согласно [5] были рассчитаны временные ряды данных скорости ветра в среднем за каждый месяц и за год по каждому направлению и временные ряды повторяемости направлений ветра по 8 румбам за каждый месяц за исследуемый период.

Затем был проведен статистический анализ данных полученных временных рядов характеристик приземного ветра. Методика статистических исследований заключалась в анализе многолетних изменений метеорологических данных, который включал в себя проверку однородности рядов наблюдений и наличия тренда. Все ряды данных были проверены на однородность с помощью теста Аббе [6], а проверка на наличие тренда производилась с помощью критерия инверсий [1] при уровне значимости $\alpha=0,05$.

Район, в котором расположены данные метеостанции, находится на Западно-Сибирской равнине и характеризуется ярко выраженным континентальным климатом с продолжительной холодной зимой и коротким, сравнительно жарким летом [4]. Так как территория, на которой располагаются метеостанции, находится на побережье равнины, то она испытывает влияние океана в большей степени. Район расположен в зоне тундры. Ландшафты тундровой области представляют собой сочетание кустарниковых, лишайниковых и моховых тундр с лиственничными редколесьями. На плоских междуречьях располагается большое количество болот и озер.

Среднегодовая температура воздуха около 10°C ниже нуля. Наиболее холодными месяцами являются январь и февраль (в это время среднемесячная температура составляет -25°C), а наиболее теплыми – июль и август со средней температурой воздуха + 4-5°C. Циркуляция атмосферы носит муссонный характер [4]. Количество атмосферных осадков по данным многолетних наблюдений колеблется от 200 до 450 мм. Из них около 75 % приходится на лето. Реки рассматриваемого региона целиком относятся к бассейну Карского моря. Область характеризуется избыточным увлажнением и является самой переувлажненной частью территории России. Здесь наблюдается большое скопление поверхностных вод, значительная заболоченность [4]. С запада и востока территория ограничена двумя крупнейшими реками России – Обью и Енисеем, площадь водосбора которых составляет 2990 тыс. км² и 2580 тыс. км². Так же в районе исследования протекают реки Таз, Пур, Надым и Ныда. Питание рек преимущественно снеговое с весенним половодьем, устойчивой и прерывистой летне-осенней меженью с эпизодическими паводками, устойчивой зимней меженью. По данным за 1970 год

станция Марресалья находится на побережье Карского моря, из этого следует, что климат здесь более холодный и ветра более сильные, их скорость достигает зимой 8-9 м/с, а летом 5-6 м/с. Штормовые ветра редко достигают 9 баллов, но их продолжительность более суток. В южной части моря наблюдается бора, при которой скорость ветра достигает 40 м/с. На станции Салехард средняя максимальная скорость ветра достигает 13-14 м/с, а среднемесячная - 3,5-7 м/с [3].

В результате обработки данных (рис.1) можно сказать, что на метеостанции Салехард максимальная скорость ветра в годовом ходе наблюдается в июне (4 м/с), а минимальная в феврале (2,7 м/с). На метеостанции Марресалья максимальная скорость ветра наблюдается в феврале (7,5 м/с), а минимальная в июле (5,3 м/с). Однако стоит отметить, что среднегодовая скорость на метеостанции Марресалья выше, чем на метеостанции Салехард. На Метеостанции Марресалья среднегодовая скорость выше в зимний период, а на Салехарде максимумы наблюдаются в летний период.

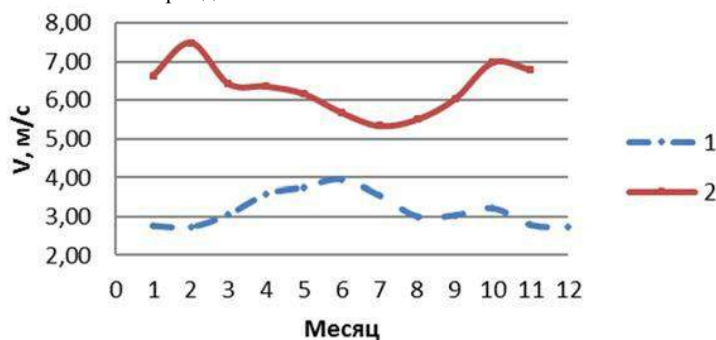


Рис.1 Годовой ход скорости ветра для метеостанции Салехард (1) и для метеостанции Марресалья (2)

В результате обработки исследуемого массива данных установлено, что на станции Марресалья в зимний период преобладает юго-восточный и юго-западный ветра, а в летнее время - северное и северо-западное направления ветра (рис.2), количество штилей зимой составляет 4%, а летом - 17%. На станции Салехард в зимний период преобладают северо-восточные ветра, а в летний - южные, количество штилей зимой составляет 16%, а летом - 8%.

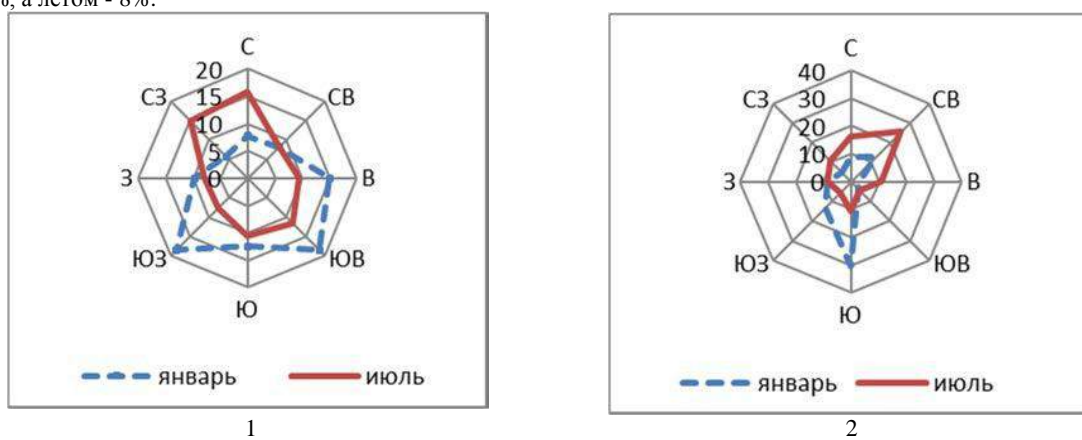


Рис.2 Розы ветров метеостанций Марресалья(1) и Салехард(2)

На станциях преобладают различные направления ветра, так как это зависит от особенностей приземной циркуляции атмосферы в разных районах (станции находятся под различным влиянием океана), а также от времени года и атмосферного давления.

При исследовании однородности метеостанции Марресалья 67% рядов средней скорости ветра и 25% повторяемости направлений не однородны. А для метеостанции Салехард неоднородны 92% рядов средней скорости и 67% повторяемости направлений ветра.

В ходе работы выявлены тренды среднегодовой скорости ветра и данных повторяемости направлений ветра по 8 румбам для каждого месяца. На станции Салехард для направления ветра выявлены в основном положительные тренды для юго-западных, юго-восточных и северо-западных ветров. На станции Марресалья для направления ветра выявлены положительные тренды повторяемости для северных и южных ветров, а также штилей. Также наблюдаются отрицательные тренды повторяемости для юго-западных, южных и юго-восточных ветров. Для данных двух станций средней скорости тренд статистически доказан и отрицательный, т.е. направлен на уменьшение практически по всем месяцам (таблица 1).

Таблица 1

Величина изменения средней скорости для метеостанций (м/с за 10 лет)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Маррессаля	-0,14	-0,05	-0,02	+0,06	-0,26	-0,15	-0,14	-0,05	-0,13	-0,01	+0,12	+0,08
Салехард	-0,37	-0,33	-0,27	-0,31	-0,43	-0,44	-0,34	-0,25	-0,26	-0,27	-0,31	-0,30

Примечания: «+» – положительный тренд «-» – отрицательный тренд «0» – отсутствие тренда

Проведенный анализ, основанный на инструментальных данных за последние 48 лет на станции Салехард и за последние 38 лет на станции Маррессаля, позволил выявить изменения метеорологических характеристик (средней скорости и направления ветра) в районе метеостанций, являющиеся немаловажными для понимания причины изменения погоды и условия формирования климата. Сравнивая обработанные данные двух метеостанций, наблюдаются отрицательные тренды общей средней скорости, то есть её уменьшение. Скорость ветра на метеостанции Маррессаля, выше, чем на метеостанции Салехард.

Литература:

1. Дж. Бендат, А. Пирсол «Прикладной анализ случайных данных» 1989 г. – 546с.
2. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., и др., Климатология – Ленинград: Гидрометеиздат – 1989г – 568 с.
3. Гидрогеология СССР. Т. XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) под ред. А.В. Сидаренко М.: Недра, 1970. – 368с.
4. Российский гидрометеорологический портал. [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteo.ru/>
5. Национальный атлас России, Экология и природа. Т. 2. [Электронный ресурс]. – URL: <http://национальныйатлас.рф/>
6. J. Rapp, Ch.-D. Schönwiese Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990 // Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten: Serie B Meteorologie und Geophysik. – Frankfurt a. M., 1996. – Band 5. 255 s

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ИОНООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ

П.А. Белкин

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

Результаты изучения химического состава подземных вод зоны активного водообмена на территории шахтного поля действующего калийного рудоуправления в пределах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС) показали наличие вод нетипичного для данной территории хлоридного магниево-кальциевого и кальциево-натриевого состава.

С целью установления процессов формирования состава хлоридных вод в лабораторных условиях было произведено экспериментальное изучение процессов ионного обмена между насыщенными рассолами и слагающими разрез породами.

Закономерности процессов формирования подземных вод и рассолов в регионах эксплуатации соляных месторождений подробно описаны в научной литературе [1-8]. Формирование природных вод, содержащих высокие концентрации хлорида кальция (хотя в природе это соединение в твердом состоянии отсутствует), объясняется исследователями процессами ионного обмена между природными рассолами, содержащими хлориды калия и натрия, и алюмосиликатами, как наиболее распространенными породами земной коры.

Программа исследований включала отбор проб терригенных пород из необводненных и незасоленных слоёв (алевролиты и песчаники с глинисто-карбонатным цементом), а также отбор проб техногенных рассолов, концентрированно разгружающихся у подножья солеотвала. Пробы горных пород были подвергнуты анализу минерального (дифрактометрия) и химического (рентгенофлуоресцентный анализ) состава.

Для установления максимального количества кальция, способного участвовать в ионном обмене, были выполнены исследования водной и кислотной вытяжек исследуемых образцов пород на содержание кальция.

Количественный химический анализ техногенных рассолов показал, что они представляют собой сверхкрепкий рассол, в химическом составе которого доминируют ионы Cl^- , Na^+ и K^+ , минерализация составила более 400 г/дм^3 . Следует отметить, что согласно существующим методикам, выполнение химического анализа рассолов подобной концентрации производится посредством их разбавления, что повышает возможность ошибки. Как правило, предельная концентрация рассолов $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ состава в приповерхностных условиях достигает $300\text{-}320 \text{ г/дм}^3$. Для исключения влияния погрешностей химического анализа совместно с отобраным техногенным рассолом при проведении исследований обменных процессов в системе "грунт-рассол" в фильтрационных колонках использовался модельный водный раствор хлоридов натрия и калия, изготовленный в лабораторных условиях.

Эксперимент по исследованию катионного обмена в системе «рассол↔порода» выполнялся в стеклянных колонках (внутренний диаметр – 65 мм, высота рабочей зоны – 500 мм), заполненных породой, в которую сверху после предварительного смачивания рассолом (в течение 12 часов) контролируемо со скоростью не более 20 мл/час подавался модельный раствор хлорида натрия, соответствующий по концентрации солей рассолам, разгружающимся в основании солеотвала, в другую группу колонок – реальный рассол, отобранный в основании солеотвала. В колонки помещались породы (2-2,5 кг), предварительно измельченные до дресвяно-щебнистого размера по аналогии с обводненными разностями геологического разреза (дисперсность 0,1–10 мм). Вытекающий рассол (фильтрат) периодически анализировался на содержание кальция (РД 52.24.403-2007), в первые 2-3 дня анализ проводили каждые 12 часов, в дальнейшем – каждые 24 часа.

Полученный после взаимодействия с породой раствор анализировался на содержание ионов кальция, магния, натрия и калия. Срок проведения эксперимента – до завершения процесса ионного обмена. После проведения экспериментов произведено повторное исследование вещественного состава разновидностей грунта с применением рентгенофлуоресцентного анализа.

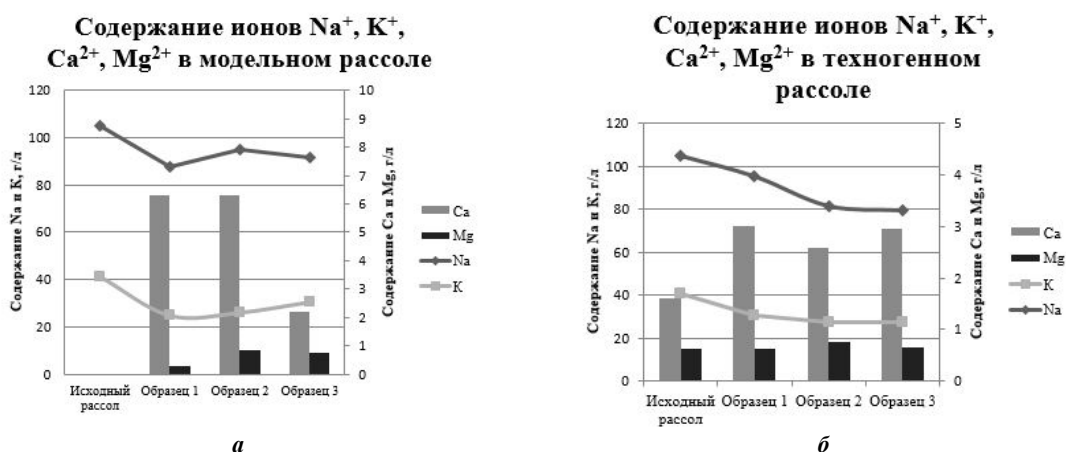


Рис.1 Результаты эксперимента с модельным и техногенным рассолами

Результаты эксперимента по фильтрации модельного рассола в колонках, заполненных образцами пород, показали снижение концентраций ионов щелочных металлов (калия и натрия) и закономерный рост концентраций ионов щелочноземельных металлов (кальция и магния) (рис. 1, а).

Эксперимент по фильтрации техногенного рассола в целом подтвердил результаты, полученные в опыте с модельным рассолом. Анализ фильтрата после эксперимента показал снижение концентраций ионов калия и натрия и соответственный рост содержания ионов кальция (рис. 1, б).

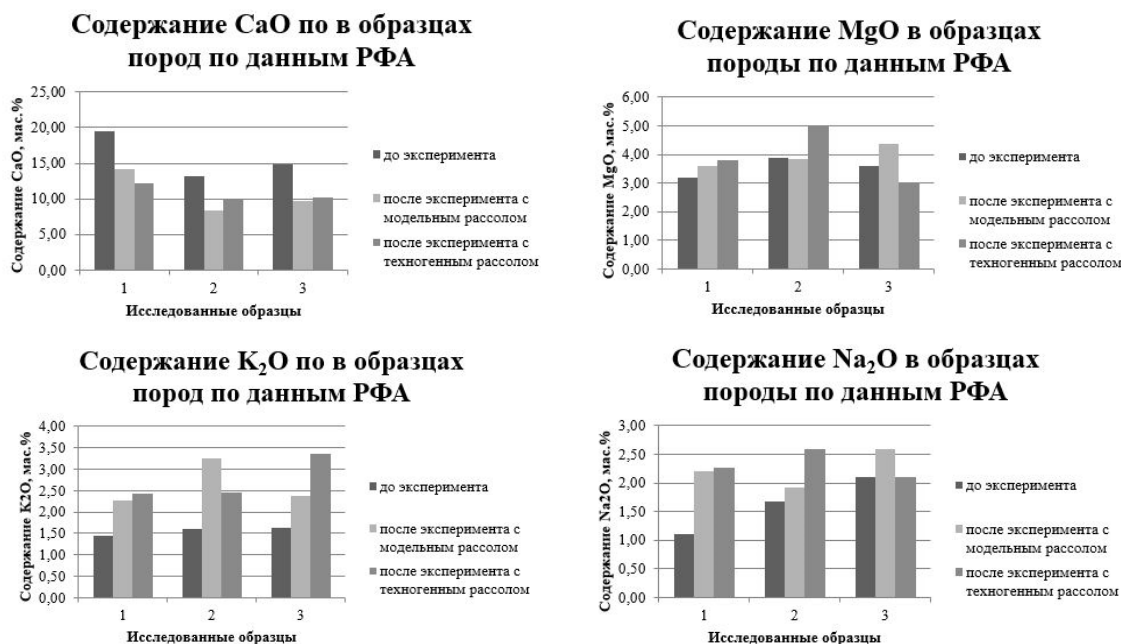


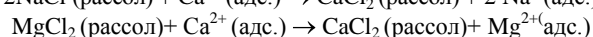
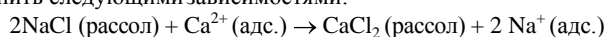
Рис. 2 Результаты рентгенофлуоресцентного анализа образцов породы

Содержание магния в техногенном рассоле после взаимодействия с образцами пород существенного изменения не претерпело, что, по-видимому, связано с низкой концентрацией указанных ионов в исследованных образцах грунтов.

Изучение изменений химического состава твердой фазы (образцов пород) рентгенофлуоресцентным анализом позволило установить обратные изменения концентраций щелочных и щелочноземельных металлов по сравнению с жидкой фазой (рассолами) (рис. 2). Содержание калия (охарактеризовано по оксиду K_2O) и натрия (по Na_2O) в образцах породы после эксперимента выросло, а содержание кальция (по CaO) – закономерно снизилось. Содержание магния (по MgO) в твердой фазе после экспериментов как с модельным, так и с техногенным рассолом существенно не изменилось.

Таким образом, результаты экспериментов позволяют сделать вывод о протекании ионообменных процессов между твердой фазой пород и жидкой фазой рассола. В состав насыщенных рассолов переходят магний и, в особенности, кальций, при дальнейшем разбавлении формирующие подземные воды нетипичного для данной территории хлоридного магниево-кальциевого и кальциево-натриевого состава, обменные натрий и калий входят в состав грунтов.

С точки зрения ионообменных процессов, появление высоких концентраций хлорида кальция в подземных водах, можно объяснить следующими зависимостями:



Результаты выполненных в рамках данного исследования опытов соответствуют теоретическим положениям и экспериментальным данным, полученным на искусственных катионообменниках [3] и соответствуют данным исследований, произведенным на территории ВКМКС в 80-х гг. XX в. [4].

Литература

1. Гедройц К.К. Избранные научные труды. – М.: Наука, 1975. – 637 с.
2. Капченко Л.Н. Роль ионообменной адсорбции в формировании состава глубокозалегающих подземных вод // Литология и полез. ископаемые. – 1972. – № 6. – С. 95–177.
3. Кузнецов В.А. Роль ионного обмена в формировании природных вод и рассолов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра. хим. наук (02.00.01) / Кузнецов Валерий Александрович; Новгородский гос. ун-т. – Новгород, 1997. – 53 с.
4. Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах. – Л.: Недра, 1988. – 279 с.
5. Попов В.Г. Литолого-гидрогеохимические последствия ионообменных процессов в седиментационных бассейнах (на примере Волго-Уральского бассейна) // Литология и полезные ископаемые. – 2004. – № 1. – С. 48–59.
6. Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф. Ионообменная концепция в генетической гидрогеохимии / Под ред. д-ра г.-м.н., проф., акад. РАН В.Г. Попова. – Уфа: Гилем, Башкирская энциклопедия. – 2013. – 356 с.
7. Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф., Тугуши И.И. Обменно-адсорбционные процессы в подземной гидросфере / БНЦ УрО РАН. – Уфа, 1992. – 156 с.
8. Посохов Е.В. Формирование хлоридных вод гидросферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 247 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

В.Е. Борисова

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г.Новочеркасск, Россия

Длительное функционирование в Восточном Донбассе угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов, массовая ликвидация угольных шахт привели к многочисленным негативным последствиям в состоянии окружающей среды. Отмечен широкий комплекс негативных явлений: интенсивное загрязнение подземных и поверхностных вод и воздуха; изменение режима и баланса подземных вод; формирование высокоминерализованных шахтных вод; рост дефицита питьевых и технических вод; заиливание водотоков и водоемов; гибель зоо- и фитопланктона; подтопление территорий населенных пунктов; проседание земной поверхности; деформация и разрушение зданий, сооружений и коммуникаций; выделение «мертвого воздуха» и многие другие [2, 4, 5].

В настоящей работе проанализированы изменения химического состава подземных вод после завершения процесса ликвидации угольных шахт (2010г.). Как главный способ анализа закономерностей применен оригинальный G-метод классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей - таксонов), основанный на критерии Z-квадрат (Гавришина), детальное описание которого можно найти в ряде публикаций [2, 3, 4].

G-метод реализован в виде компьютерной технологии AGAT-2 и широко использован для построения классификаций и описания пространственно-временных закономерностей формирования объектов и систем на Земле, Луне, Марсе, Сатурне, астероидах и в дальнем космосе [3, 4]. G-метод характеризуется следующими наиболее важными свойствами: построение классификации многомерных наблюдений при отсутствии априорных сведений о таксономической структуре наблюдений (задача без учителя); использование зависимых признаков; выделение таксонов различного уровня детальности; оценка сходства-различия между однородными

таксонами; определение информативности признаков. По компьютерной технологии АГАТ-2 выполнено выделение однородных видов наблюдений (табл.1) [3].

При анализе данных использованы названия типов природных вод по классификации О. А. Алекина. В название вод по химическому составу включаются компоненты с содержанием $\geq 25\%$ -моль, располагаются в порядке возрастания содержаний.

Таблица 1

Состав однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод Восточного Донбасса за 2010 г.

Вариант	Кол-во	Вид	pH	Компонент (мг/л)						
				HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	58	1,01	7,15	346	407	220	175	51,2	175	1350
				36	42	22	44	13	43	
2	64	1,02	7,14	490	1000	428	241	124	446	2680
				26	52	22	30	15	55	
	51	1,03	7,3	433	1230	356	272	127	446	2820
				22	61	17	32	15	53	
	3	2,01	7,06	438	2310	539	580	181	634	4780
				13	71	16	42	13	45	
	6	4,01	7,14	703	3260	207	425	311	912	5920
				17	78	5	26	19	55	
6	3,01	7,02	364	1820	1310	389	210	1050	5120	
			10	52	38	24	13	63		
3	3	5,01	9,5	293	241	649	29,4	48,6	542	1670
				25	20	55	5	8	87	

Первый вариант, в который вошел один гидрогеохимический вид (табл.1) закономерных изменений химического состава подземных вод отражает природный процесс преобразования химического состава вод под влиянием многочисленных естественных факторов (климат, рельеф, интенсивность водообмена и т.д.) В нем преобладают воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые.

Далее следует гидрогеохимический вариант 2, для которого характерна наибольшая минерализация и содержания сульфат-иона, что свидетельствует об интенсивном влиянии сульфатных шахтных вод. Вариант два содержит большинство всех наблюдений. Вариант три (табл.1,2) отражает слабо сохранившееся влияние обратной вертикальной гидрогеохимической зональности состава подземных вод, по которой формируются оригинальные содовые воды [1,2, 4]. Этот вариант содержит всего 3 пробы.

Анализ среднего состава однородных гидрогеохимических видов (табл.2) позволил выделить два основных типа вертикальной гидрогеохимической зональности, которые аналогичны для вод каменноугольных и меловых отложений. Первая гидрогеохимическая закономерность является типичным представителем прямой вертикальной гидрогеохимической зональности и характеризуется классической схемой преобразования состава вод от сульфатно-гидрокарбонатных кальциевых к хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатным смешанного катионного состава и далее к сульфатно-хлоридным и хлоридным натриевым.

Таблица 2

Средний состав однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод Восточного Донбасса (2010 г)

Вариант	Кол-во	Вид	pH	Компонент (мг/л)						
				HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	58	1,01	7,15	346	407	220	175	51,2	175	1350
				36	42	22	44	13	43	
2	130	3,01	7,13	485,6	1924	568	381,4	190,6	698	4264
				17,6	62,8	19,6	30,8	15	54,2	
3	3	5,01	9,5	293	241	649	29,4	48,6	542	1670
				25	20	55	5	8	87	

Вторая геохимическая закономерность (табл.2), проявляется в формировании на значительных глубинах маломинерализованных вод содового типа. Первоначальное увеличение концентраций компонентов с глубиной сменяется уменьшением. Такая обстановка как раз и характеризуется как обратная вертикальная геохимическая зональность. Объемы и дебиты содовых вод с низкой минерализацией настолько значительны, что они

существенно преобразуют состав водоотливов шахт и выявлены как самостоятельное, четвертое направление в изменении состава шахтных вод.

Наиболее популярными гипотезами формирования содовых вод являются инфильтрационная, ювенильная, дегидратационная и испарительно – конденсационная. Критический анализ указанных гипотез позволил обоснованно принять испарительно-конденсационную гипотезу и высказать предположение о возможном обнаружении в регионе нефтегазовых скоплений [1,2,4].

Литература

1. Гавришин А.И. О генезисе маломинерализованных содовых вод Донбасса. // ДАН РФ. 2005. Т. 404. № 5. – С. 668-670. – 187 с.
2. Гавришин А.И. Количественный анализ природных и техногенных гидрогеохимических закономерностей. // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 2012, №2. – С.37-42.
3. Гавришин А.И., Корадини А. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных объектов. – М.: Недра. 1994. – 92с.
4. Гавришин А.И. Корадини А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных и шахтных вод в Восточном Донбассе. // Водные ресурсы, 2009, Т. 36, № 5. – С. 564-574.
5. Гавришин А.И., Корадини А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 187 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КОЖЕВНИКОВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Брюшко

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Во все времена, особенно в настоящее время, вопрос о качестве питьевой воды сохраняет свою актуальность. Академик В.И. Вернадский в свое время совершенно справедливо сказал: «Вода – это первоисточник всего». Она, как ни что другое, влияет на здоровье всего живого, что подчеркивает важность вопроса качества питьевой воды. Для нормальной жизнедеятельности человеку необходимо употреблять только проверенную хорошую и качественную питьевую воду, что зачастую в наше время, к сожалению, не всегда возможно.

В малонаселенных пунктах Томской области подготовка воды, как правило, элементарна: она часто состоит только из стадии отстаивания [5]. Использование природных вод для питьевых и других целей без обработки и подготовки создает угрозу для населения, провоцируя различные заболевания, поэтому водообеспечение граждан Томской области качественной питьевой водой является актуальной проблемой. В исследуемом районе население периодически жалуется на плохое качество воды. Большая часть водопроводов в Кожевникове проложена из стальных и чугунных труб. Трубы забиты ржавчиной и отложениями, которые снижают качество воды.

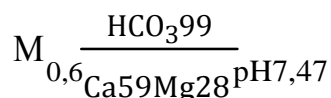
В связи с этим целью настоящего исследования является изучение качества подземных вод в Томской области Кожевниковского района в деревне Успенка.

В деревне Новоуспенка Кожевниковского района Томской области были взяты две пробы. Одна проба была получена из скважины (рис., точка 1), вторая – из водопроводного крана по адресу Новоуспенка ул. Иркутская 54/2 (рис., точка 2). В данном районе вода поступает из скважины в водонапорную башню. Далее самотеком расходится по водопроводу, поступая в водопроводные краны.



Рис. Деревня Новоуспенка. Карта отбора проб

Пробы были отданы на экспертизу в научно-образовательный центр «Вода» ТПУ ИПр. Результаты представлены в таблице. Исследуемые воды пресные, умеренно жесткие, слабощелочные. По химическому типу – гидрокарбонатная кальциево-магниевая. Формула Курлова выглядит следующим образом:



Водопродовная вода по составу несколько отличается от воды, отобранной в скважине. Вода также пресная, но по величине pH – нейтральная, концентрация HCO_3^- более низкая почти в 2 раза. В то же время, содержание SO_4^{2-} и Cl^- увеличивается почти в 5 раз, тогда как общая жесткость, наоборот, уменьшается в 2 раза. Концентрации азот- и фосфорсодержащих компонентов, таких как NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} уменьшаются, а NO_3^- , наоборот, увеличивается в 4 раза. В целом так же после отстаивания в водонапорной башне меняется солевой состав водопродовной воды: значение минерализации уменьшается почти в 2 раза. Также в небольших превышениях норм в воде скважины наблюдается барий, однако после отстаивания его концентрация уменьшается до нормируемых значений.

Вместе с тем, в водопродовной воде присутствует значительное количество железа, которое превышает ПДК в 25 раз и марганец, превышающий нормы в 7 раз. Подобная ситуация не удивительная для нашей железомарганцевой провинции, однако данные компоненты в такой высокой кратности превышения находятся в питьевой воде, которую потребляют жители Новоуспенки, не должны. Присутствие высоких концентраций данных компонентов приводит к появлению железистого вкуса воды, а также выпадает рыжий хлопьевидный осадок.

Таблица

Исследование природной воды с.Новоуспенка Кожевниковский район, мг/л

Компонент	Скважина	Водопродовный кран	ПДК по СанПиН 2.1.4.10749-01
pH	7.47	7.28	6.5-9
HCO_3^-	439	244	–
CO_2	31.7	22.9	–
CO_3^{2-}	<3	<3	–
SO_4^{2-}	0.01	5.06	500
Cl^-	0.76	5.7	350
Об.ж., мг-э/л	6.73	3.97	7
Ca^{2+}	91	65	–
Mg^{2+}	26.6	8.2	–
Na^+	10.2	8	200
K^+	0.96	2.22	–
$Fe_{\text{общ}}$	0.47	7.5	0.3(1)
Мин.	568.02	340.79	1000(1500)
NH_4^+	1.23	0.23	2
NO_2^-	1.4	<0.05	3
NO_3^-	0.03	4	45
PO_4^{3-}	0.23	0.05	3.5
Si	9.26	8.06	10
F ⁻	0.35	0.18	1.2
Сорг.	7.1	6.8	–
Zn	0.013	0.0071	1
Cd	<0.0002	<0.0002	0.001
Pb	0.00044	0.00037	0.03
Mn	0.24	0.73	0.1
Cu	0.0032	0.0027	1
I	0.019	0.0084	–
Ba	0.12	0.07	0.1
Al	<0.02	0.01	0.5
As	<0.005	0.0039	0.05
Ni	<0.01	<0.01	0.1

Таким образом, в водопродовной воде Кожевниковского района, добываемой из скважины, по пути поступления воды к потребителю происходит увеличение железа, марганца, нитратов и др. через в водопродовные трубы. Это, вероятно, связано с возможными процессами микробной деятельности, происходящими по ходу движения подземной воды к потребителю (денитрификация и нитрификация). Данное

предположение возможно подтвердить дополнительным микробиологическим анализом воды. Появление компонента хлор-иона на выходе из крана можно объяснить вероятным его поступлением с поверхности.

В качестве рекомендации самым оптимальным, простым и дешевым, является метод очистки воды через природные сорбенты [2]. Будущий перспективный фильтровальный материал для повышения качества воды является природный цеолит, который обладает уникальным спектром физико-химических, адсорбционных и ионообменных свойств. Именно поэтому они находят широкое применение в практике очистки сточных вод [3]. Также жителям рекомендуется применение специального фильтра по очистке от повышенных концентраций железа.

Литература

1. Вернадский В.И. История природных вод / Вернадский В.И.; отв. ред., Шварцев С.Л., Яншина Ф.Т. – М.: Наука, 2003. – 750 с.
2. Ильнин А.П., Милушкин В.М., Назаренко О.Б., Смирнов В.В. Разработка новых методов очистки воды от растворимых примесей тяжелых металлов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т.317. – №3. – 40-44 с.
3. Тараскевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
4. Удодов П.А., Паршин П.Н., Левашов Б.М. Гидрогеохимические исследования Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск, 1971. – 284 с.
5. Шварцев С.Л., Букаты М.Б. Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология. – Томск, 2005. – 385с.
6. СанПиН 2.1.4.10749-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ ГОРОДА ТОМСКА

А.Ю. Волжена

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Жители г. Томска обеспечиваются водой из двух источников: поверхностного водозабора (р. Томь) и подземного водозабора (водоносного горизонта палеогеновых отложений). Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения города является подземный водозабор, эксплуатирующийся с 1973 года [1]. Проблема чистой питьевой воды - одна из главнейших глобальных проблем нашего времени, поэтому актуальность данного исследования определяется потребностью обеспечения населения г. Томска воды удовлетворительного качества.

В задачу данного исследования входило изучение химического и микробиологического составов питьевой воды в водопроводящих системах городской территории и оценка ее качества.

Для изучения качественного состава водопроводной воды проводился отбор проб из уличных водозаборных колонок на наиболее возвышенных и тупиковых участках распределительной сети, а также из кранов внутренних водопроводных сетей зданий, с учетом их этажности, возраста, материалов исполнения, давности ремонта и смены водопроводной системы, а также с учетом равномерности распределения точек опробования по территории различных районов города. Пробы воды отбирались без их консервации и хранения на химический и микробиологический анализы в зимний и весенний периоды. По всем точкам определялись компоненты химического состава воды, рекомендуемые СанПиН 2.1.4.1074-01 [3].

В этих же пробах определялись мезофильные сапрофиты, являющиеся показателями санитарно-гигиенического состояния водного объекта. В незагрязненной воде количество этих микробов должно быть менее 50 кл/мл. Также определялись экологические группы микроорганизмов: психрофильные сапрофиты, олиготрофы, нефтеокисляющие бактерии, гетеротрофные и миксотрофные железокисляющие бактерии, железовосстанавливающие и сульфатовосстанавливающие бактерии. Микроорганизмы этих групп безопасны для здоровья человека, их количество не нормируется. Эти микроорганизмы могут использоваться как индикаторы состояния экологического состояния водного объекта. Кроме прокариотных выявляли и учитывали также эукариотные микроорганизмы: актиномицеты и плесневые грибки.

Полученные результаты аналитических исследований химического состава воды, как отобранной из уличных водозаборных колонок, так и отобранной из кранов жилых и административных помещений,

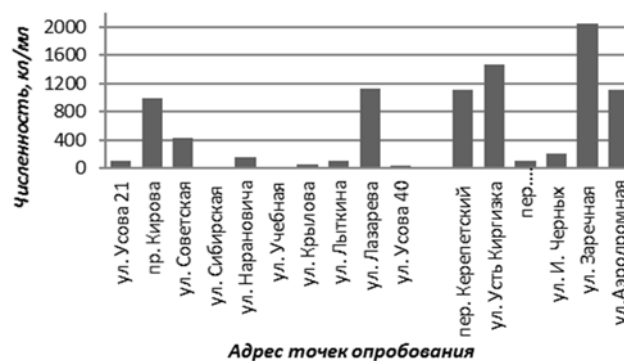


Рис.1 Суммарная численность микробов в водопроводной воде в зимний период

свидетельствуют, что качественный состав изучаемых подземных питьевых вод по большинству показателей постоянен и соответствует нормативным требованиям [3], за исключением содержания в подземных водах кремния. Повышенные значения содержания кремния 1,1 – 1,4 ПДК обусловлены природными гидрогеохимическими особенностями территории [2].

Что касается микробиологического состава, то здесь наблюдается высокая динамичность микробиологических показателей в зависимости от места и сезона опробования. В период с февраля по март в водопроводной воде отсутствовали полностью мезофильные сапрофиты. Менее чем в половине проб присутствовали одновременно в небольшом количестве психрофильные сапрофиты, олиготрофы, нефтеокисляющие и железокисляющие бактерии, плесневые грибы. В воде одного крана обнаружены сульфатовосстанавливающие бактерии. Почти везде обнаружены плесневые грибы, присутствие которых вероятнее всего обусловлено воздушным заражением воды при ее отборе. Вода, отобранная из колонок, содержала большее количество бактерий, чем вода из домашних кранов. Большим количеством микробов выделяется водопроводная вода из кранов домов по пр. Кирова и ул. Лазарева, из колонки - на ул. Заречной. Такое большое количество микробов обусловлено здесь преобладанием миксотрофных железобактерий (рис. 1).

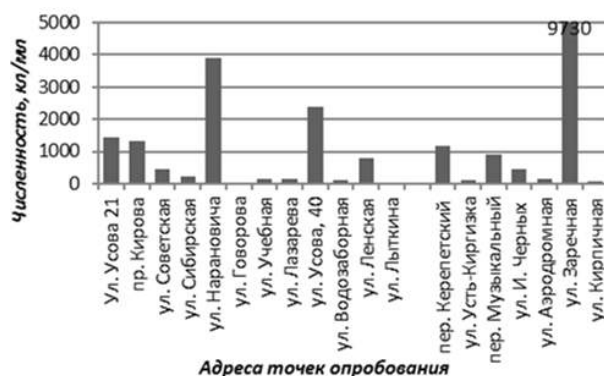


Рис. 2 Суммарная численность микробов в водопроводной воде в весенний период

В период половодья в водопроводной воде возросло количество психрофильных сапрофитов, нефтеокисляющих, железокисляющих, железовосстанавливающих бактерий, плесневых грибов. Мезофильные сапрофиты, которые являются показателями санитарно-гигиенического состояния воды и ее безопасности для здоровья человека, были обнаружены только в одной пробе – в воде крана на ул. Водозаборной, расположенной в районе подземного водозабора, но их количество соответствовало нормативу. Большим количеством бактерий отличалась вода из кранов домов по ул. Нарановича и ул. Усова 40, а также вода из колонки на ул. Заречной (рис.2).

Выявленное разнообразие микроорганизмов указывают на существование в водопроводных коммуникациях своеобразных микробных сообществ. Эти сообщества микробов образуют на стенках водопроводов микробный обrost или биологические обрастания. Все выявленные группы микроорганизмов содержатся не в поступающей в распределительную сеть очищенной воде, а размножаются непосредственно в водопроводящих сооружениях.

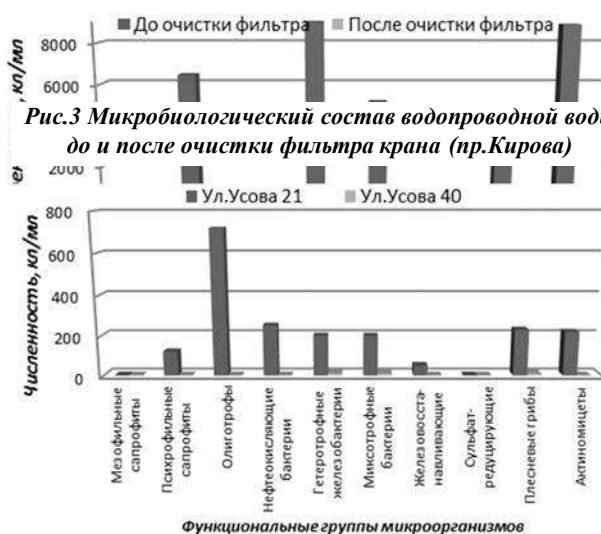


Рис.3 Микробиологический состав водопроводной воды до и после очистки фильтра крана (пр.Кирова)

Проведенные исследования воды из городского водопровода показали, что бактериальный обrost возникает и на фильтрах водопроводных кранов. Основу оброста чаще всего составляют железобактерии. Их массовое развитие может привести к тому, что из водопроводного крана вместо воды будут вытекать бурая слизистая жидкость или высыпаться пучки ржавых или седых нитей.

Был проведен эксперимент с промывкой фильтра. Результаты эксперимента показывали, что до промывки фильтра в воде водопровода присутствовала многочисленная микрофлора. После промывки фильтра микроорганизмы в воде обнаружены не были (рис. 3).

Рис.4 Сравнительный анализ микробиологического состава питьевой воды водопроводов различных сроков службы

Для полноты эксперимента был выполнен микробиологический анализ оброста. Результаты показали наличие в смыве оброста до нескольких миллионов клеток психрофильных сапрофитов и железобактерий в 1 мл воды.

Результаты проведенных исследований показывают, что чаще всего, в большем разнообразии и количестве микроорганизмы обнаруживаются в старых водопроводных трубах. В качестве такого примера можно привести результаты анализа воды из водопроводов двух домов по ул. Усова (рис. 4).

Оба дома старой постройки, одной этажности, но в одном доме меняли водопровод 5 лет назад, а в другом – больше 10 лет. Разница в бактериальном составе очевидна и отсюда следует вывод, чем больше срок

службы водопроводных труб, тем больше в них будет разнообразных бактерий, и в первую очередь – железобактерий.

Подводя итог вышесказанному, нужно отметить, что водопроводная вода г. Томска имеет постоянный химический состав для всех районов города вне зависимости от места опробования и типа водозаборного устройства. В воде отсутствуют загрязняющие химические и микробиологические компоненты, поэтому качество воды соответствует по всем показателям нормативным требованиям, что свидетельствует о ее безопасности для здоровья человека [3].

Присутствующие в водопроводящей системе иногда в значительных количествах микроорганизмы различных физиологических групп безопасны, но они являются индикаторами состояния водопроводных систем. Практически во всех точках опробования присутствуют железобактерии, которые являются показателями и инициаторами коррозии и участниками зарастания водопроводящих систем.

Литература:

1. Декларация ООО «Томскводоканал» о качестве питьевой воды, подаваемой системой хозяйственно-питьевого водоснабжения с 01 января по 31 декабря 2013г.
2. Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л. Химический состав подземных вод Томского водозабора. // Обский вестник. – Томск, 1999. – №3-4. – С. 71.
3. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РЕКИ ВАСЮГАН

А.Ю. Волженина

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Река Васюган протекает по территории Каргасокского района Томской области, расположена на юге Западно-Сибирской равнины. Река берет свое начало в болотах Обь-Иртышского водораздела, имеет равнинный характер, очень извилиста. Длина реки – 1082 км, площадь её водосборного бассейна – 61 800 км². Бассейн сильно заболочен, что оказывает существенное влияние на формирование химического состава поверхностных вод [2]. Болота обогащают поверхностные воды большим количеством органических соединений, вследствие чего формируются воды с высокой окисляемостью, цветностью и малым содержанием в них кислорода, который полностью расходуется на окисление органических веществ [1].

В настоящее время бассейн реки Васюган испытывает сильное воздействие со стороны предприятий нефтедобывающего комплекса. Ухудшение экологического состояния водных объектов рыбохозяйственного значения вследствие техногенного загрязнения требует проведения комплексных гидрохимических и микробиологических исследований. Цель данной работы заключалась в изучении пространственной изменчивости микробиологического и химического состава воды реки Васюган.

В качестве исходных данных использованы результаты химического и микробиологического анализа проб воды, отобранных по 7 пунктам, расположенных по течению реки Васюган вблизи впадения в нее основных притоков – Каттыльга, Махня, Варингъеган, Нюролька, Чижапка, Сильга (табл. 1, табл. 2)

По химическому составу воды реки Васюган ультрапресные (0,09 – 0,15 г/л), гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, нейтральные и слабокислые (рН от 6,06 до 7,36).

Таблица 1

Средний химический состав воды реки Васюган, мг/л

рН	НСО ₃	Сl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	F _{собщ.}	NH ₄ ⁺	Нефтепр.	Перм. ок-сть	Минерализация
6,93	136,8	3,1	42,2	30,36	8,87	23,52	2,24	1,4	8,08	38,62	126,43

Таблица 2

Микрофлора реки Васюган вблизи впадения ее основных притоков

Группы бактерий	р.Каттыльга	р.Махня	р.Варингъеган	р.Нюролька	р.Чижапка	р.Сильга	устье р.Васюган
Олиготрофные, кл/мл	11 900	22 000	69 300	23 300	94 800	91 400	313 100
Сапрофитные, кл/мл	9 000	13 500	6 850	3 900	6 000	3 300	8 100
Железоокисл-ие, кл/мл	1 100	7 000	1 250	2 700	5 920	400	1 300
Нефтеокисл-ие, кл/мл	3 770	3 430	2 650	2 420	5 350	2 030	3 160
Толуолокисл-ие, у.е.	500	430	0	0	0	0	500
Фенолокисл-ие, у.е.	440	500	350	230	440	420	360
Сульфатвосст-ие, кл/балл	0	0	1	1	1	1	100
Денитрифиц-ие, кл/мл	100	1 000	100	100	1000	10	10 000
Нитрифиц-ие, кл/мл	100	100	100	1 000	1000	1 000	1 000
Общее кол-во, кл/мл	596 000	1 130 000	327 400	8 030 000	5 101 000	4 437 000	13 720 000

По результатам химического анализа поверхностных вод можно сказать, что большинство определяемых компонентов находятся в пределах допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов [6]. Исключение составляют общее железо, нефтепродукты, азот аммонийный и органические вещества. Нефтепродукты содержатся в пределах 1,1 – 15,4 мг/л, при норме 0,05 мг/л для рыбохозяйственных водоемов. Такое высокое содержание может быть связано как с природными источниками поступления нефтепродуктов в воды – питание реки происходит преимущественно за счет болотных вод, так и с воздействием на водный объект антропогенных факторов – добыча нефти в бассейне реки Васюган. Уменьшение содержания нефтепродуктов вниз по течению объясняется способностью реки к самоочищению. Резкое возрастание содержания нефтепродуктов по течению реки Васюган обусловлено впадением правого притока – реки Чижалки, дренирующей территорию ряда нефтяных месторождений (рис.).

Микроорганизмы по своей физиолого-биохимической природе являются наиболее чувствительными индикаторами любого изменения химико-экологической обстановки окружающей среды. Бактериологические показатели регистрируют сравнительно небольшие источники загрязнения там, где по химическим показателям их не удастся обнаружить. По содержанию сапрофитных бактерий можно обнаружить загрязнение после разбавления загрязненной струи в десятки и сотни тысяч раз [3].

В воде исследуемой реки определялись различные физиологические группы микроорганизмов, принимающие участие в превращении органических и минеральных веществ (табл. 2).

По средним данным основную часть исследуемой микрофлоры – 73% составляют олиготрофные бактерии, способные развиваться в условиях среды, обедненной питательными веществами. Можно считать, что олиготрофные бактерии характеризуют общее количество микроорганизмов присутствующих в воде реки. Количество олиготрофов отражает степень адаптации всех микроорганизмов к среде. []

Число сапрофитных бактерий во много раз меньше, чем олиготрофных и составляет 13%. По количеству сапрофитных бактерий (3300 – 13500 кл/мл) воды реки Васюган характеризуется как загрязненные и грязные [5]. Тем не менее, индекс олиготрофности, представляющий отношение числа олиготрофных бактерий к числу сапрофитных, больше единицы, что свидетельствует об активной минерализации органического вещества и способности экосистемы реки Васюган к самоочищению.

Нефтеоокисляющие бактерии считаются основными деструкторами нефти и ее дериватов. Всего 6% от общего числа изученных микроорганизмов адаптированы к окислению нефти. Несмотря на такую маленькую долю в общем числе микроорганизмов, нефтеоокисляющие бактерии эффективно минерализуют нефть – потенциальная способность к окислению нефти составляет 52 – 90 %. По аналогии с пространственной динамикой содержания нефтепродуктов количество нефтеоокисляющих бактерий вниз по течению реки Васюган уменьшается, что также подтверждает способность реки к самоочищению. Корреляционный анализ показал высокую положительную взаимосвязь численности нефтеоокисляющих микроорганизмов с количеством нефтепродуктов (рис.1).

Гетеротрофные железобактерии, способные окислять двухвалентное железо до трехвалентного, составляют 5%. Остальные выявленные группы микроорганизмов, среди которых толуолокисляющие, фенолоокисляющие, сульфатовосстанавливающие, нитрифицирующие и денитрифицирующие, в сумме составляют 3%.

Величина перманганатной окисляемости, которая является косвенным показателем присутствия органических веществ, в исследуемых водах изменяется по течению реки незначительно от 28,45 до 46,2 мгО₂/л. Хотя данный показатель не нормируется для рыбохозяйственных водоемов, он является очень удобным комплексным параметром, позволяющим оценить общее загрязнение воды органическими веществами. Для сравнения вода равнинных рек, как правило, имеет окисляемость 5-12 мгО₂/л. Концентрация в десятки миллиграммов на литр характерна для рек с болотным питанием [4].

По общему числу микроорганизмов и индексу олиготрофности, также можно судить, насколько среда богата органическим веществом. Однако корреляционный анализ по этим показателям не выявил устойчивой зависимости. Общее количество микроорганизмов не имеет выраженной тенденции изменения численности вниз по течению реки, но в целом к устью численность возрастает. Вместе с тем возрастает и индекс олиготрофности, что дает основание говорить об активном превращении органического вещества микробным сообществом. Об обеднении водной среды органическими веществами говорит также динамика уменьшения численности сапрофитных бактерий вниз по течению реки, и увеличения численности олиготрофных, приспособленных к более бедным условиям питания.

Таким образом, на изученном участке реки численность различных микроорганизмов неодинакова. Исследуемые различные физиологические группы микроорганизмов по-разному минерализуют органические и минеральные вещества. В целом, разнообразная микрофлора реки Васюган активно принимает участие в

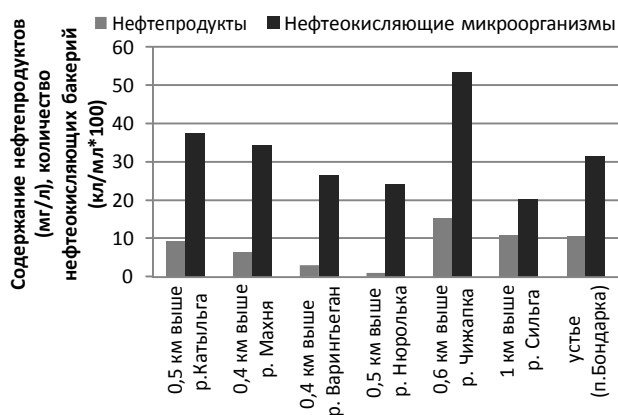


Рис. Содержание нефтепродуктов и нефтеоокисляющих микроорганизмов вниз по течению реки Васюган

окислении органических соединений, тем самым происходит биологическое самоочищение реки за счет жизнедеятельности бактерий, о чем дают судить высокие значения индекса олиготрофности. Присутствие в воде лабильной органики и нефтепродуктов, количественно превышающих ПДКВ, обусловлено влиянием нефтедобывающего комплекса территории. По микробиологическим показателям вода реки является загрязненной и грязной, но не утратившей способности к самоочищению.

Литература:

1. Гаджиев И. М. Почвы бассейна реки Васюган. – Новосибирск: Наука, 1976. – 153 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1972 г.
3. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. – М.: Наука, 1964.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.
5. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды. – М.: Высшая школа, 1983. – 280 с.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения. (Утвержден Приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20)

ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ РАЙОНА ОЗЕРА ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Воробьева

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Мурманская область расположена на крайнем севере Европейской части России. Ее центральная часть (район озера Имандра) – территория с крупными горнодобывающими и металлургическими предприятиями. С геохимической точки зрения, этот участок, несомненно, интересен, так как многолетнее воздействие воздушных выбросов медно-никелевого комбината (г. Мончегорск) накладывает отпечаток на естественное развитие водных экосистем территории.

Целью наших исследований является исследование химического состава и форм миграции химических элементов в природных водах района с высокой антропогенной нагрузкой.

Гидрогеохимическое опробование на территории Мурманской области проведено в июле 2014 г. Точки опробования приурочены к западной и восточной частям водосбора озера Имандра (рисунок 1). Объектами исследования являлись поверхностные и подземные воды. На каждой точке гидрогеохимического опробования определены быстроизменяющиеся параметры, такие как температура, Eh и pH с использованием портативного мультипараметрового анализатора Water-Test. В каждой точке были отобраны 0,5 л воды для определения макрокомпонентного состава и две пробы по 50 мл в стерильные колбы для определения концентрации микрокомпонентов. Одна из проб отбиралась без пробоподготовки, вторая – фильтровалась в полевых условиях через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм с использованием шприца.

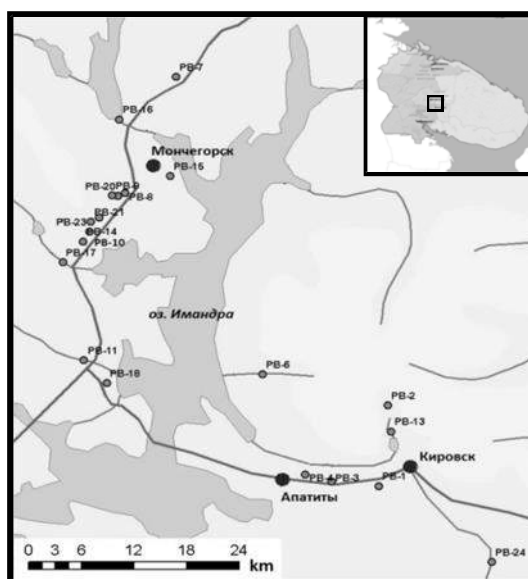


Рис.1 Карта точек гидрогеохимического опробования

В лабораторных условиях была проведена процедура равновесного диализа. Для этого диализный мешок с размером пор 0,001 мкм, заполненный деионизованной водой, помещался в предварительно промытый сосуд для диализа. Сосуд заполнялся исследуемой водой и плотно закрывался крышкой. Далее проба выдерживалась в течение 24 часов, после чего проводилось определение химического состава внутренней (вода внутри диализного мешка) и внешней (вода вне диализного мешка) среды. Проведение описанных полевых и лабораторных экспериментов позволило определить соотношение взвешенной (>0,45 мкм), коллоидной фракций (0,45–0,001 мкм), а также истинно растворенной формы (<0,001 мкм) химических элементов в природных водах.

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).

В пределах исследуемой территории распространены слабокислые и нейтральные воды, величина pH варьируется от 5,63 до 7,56. Воды ультрапресные с минерализацией 18,7-114,7 мг/л, за исключением вод родника «Поддорожного» (РВ-4), где минерализация составляет 201 мг/л. Здесь по сравнению с другими образцами выше содержание нитрат-иона и фтора (32,8 мг/кг и 0,55 мг/л соответственно). В ионном составе среди анионов преобладает гидрокарбонат-ион реже сульфат-ион. Среди катионов главенствует кальций или магний и кальций, реже натрий [1, 2].

Результаты химического анализа природных вод до и после процедуры фильтрации и равновесного диализа показывают, что в природных водах изучаемой территории растворенная форма миграции (совокупность коллоидной и истинно растворенной форм) преобладает над взвешенной фракцией. В растворенной форме в водах данной территории находятся Cu, Ni, Cs, Cr, K, Na, K, Mg, B, Re, U, Co, W, Zr, Li, Sb, Si, Tb, Ga, Tm, Ta, Se. Однако, взвешенная фракция для некоторых элементов становится преобладающей, например, для Th, Tl, La, Se, Sb, Dy.

Доминирующую роль среди растворенных фракций играет истинно растворенная форма. Миграция Na, Mg, Si, V, Cr, Ga, Ni происходит, преимущественно, в истинно растворенной форме. Однако для Y роль коллоидной фракции возрастает. Значительная доля Th в подземных водах мигрирует во взвешенной форме, а в поверхностных водах в растворенной (причем превалирует коллоидная фракция). Для U наоборот, в подземных водах преобладает растворенная форма, в поверхностных – взвешенная. Следует также отметить, что в водотоках РВ-21 и РВ-24 для никеля наблюдается одинаковое соотношение взвешенной и растворенной фракций, что также отмечено во многих пробах для фосфора.

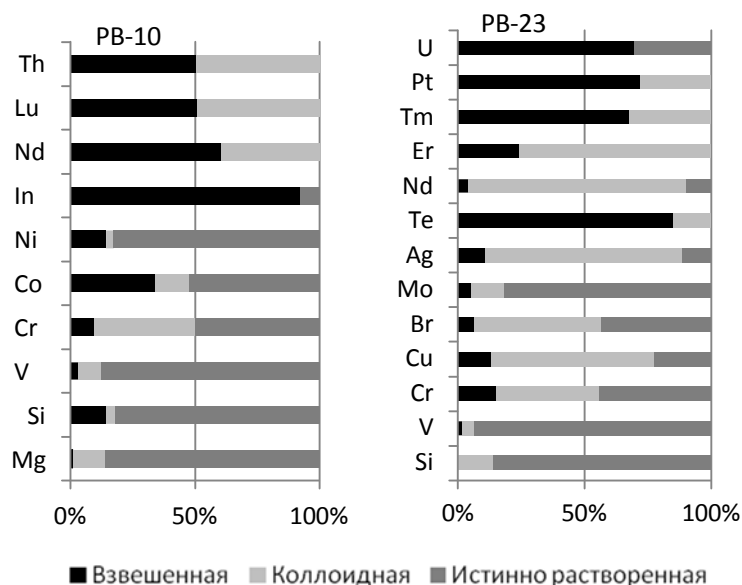


Рис.2 Процентное содержание различных фракций в пробах поверхностных (РВ-23) и подземных (РВ-10) вод

Таким образом, в природных водах в районе озера Имандра (Мурманской области) преобладает растворенная форма миграции химических элементов. Однако, появляется существенный ряд химических элементов, для которых взвешенная форма миграции становится преобладающей. Среди растворенных фракций преобладает истинно растворенная форма. Для никеля и фосфора в отдельных точках отмечается равное соотношение взвешенных и растворенных форм.

Литература

1. Воробьева Д.А. Особенности химического состава природных вод района озера Имандра (Кольский полуостров) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 1 – С. 411-413
2. Евтюгина З.А., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В., Мазурова И.С., Русинова (Мехович) Т.А., Воробьева 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. Харитоновна Н.А., Вах Е.А. Редкоземельные элементы в поверхностных водах Амурской области. Особенности накопления и фракционирования // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 396. – С. 232–244.
4. Vasyukova E., Pokrovsky O. S., Jerome V., Dupre B. New operational method of testing colloid complexation with metals in natural waters. *Applied Geochemistry* 27 (2012). – 1226–1237.
5. Iliina, S. M., Jérôme, V., Lapitsky, S. A., Sebastian, M., Vasileios, M., Jérôme, C., Pierre, B., Alekhin, Y. V., Hélène, I., and Pokrovsky, O. S. Stable (cu, mg) and radiogenic (sr, nd) isotope fractionation in colloids of boreal organic-rich waters. *Chemical Geology* 342 (2013), 63–75.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ШАДРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**Е.А. Ворожейкина, В.В. Дребот**

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Отнесение тех или иных подземных вод к минеральным, а также их использование для внутреннего применения осуществляется согласно национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 54316-2011.

Известно, что минеральные воды являются наиболее ценным природным ресурсом за счет особого газового и ионного состава, а также повышенного содержания биологически активных компонентов, оказывающих положительное воздействие на организм человека. Уникальным для территории Курганской области представителем углекислых минеральных вод является Шадринское месторождение, сосредоточенное в западной периферийной части Тобольского артезианского бассейна. Оно было разведано в 1970 г. при проведении геологоразведочных работ на пресные воды для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Шадринска.

Минеральные воды приурочены к верхнемеловому (камышловско-зайковскому) горизонту и выявлено только в этой водопроницаемой толще многопластовой водоносной системы района [1].

Согласно сравнительному анализу химического состава эксплуатационных скважин №№315 и 319 (табл.) приведенному в работе [2], минеральные воды Шадринского месторождения являются

*Таблица**Средний химический состав углекислых минеральных вод Шадринского месторождения, мг/л*

Компоненты	Скважина 319	Скважина 315
pH	$\frac{6,4 - 6,9}{6,8}$	$\frac{6,7 - 6,9}{6,8}$
CO ₂	$\frac{1091,2 - 2706}{1469,39}$	$\frac{1204 - 1837}{1517,98}$
HCO ₃ ⁻	$\frac{4039,3 - 4112,6}{4074,64}$	$\frac{4698,3 - 5125,5}{4916,49}$
Cl ⁻	$\frac{1294 - 1364,9}{1337,82}$	$\frac{1455,5 - 1524,5}{1501,18}$
SO ₄ ²⁻	0-2	$\frac{1,2 - 4,1}{2,6}$
Na ⁺	$\frac{1921,4 - 2163,8}{1989,97}$	$\frac{2125 - 2282,2}{2201,36}$
K ⁺	$\frac{14,5 - 56,5}{40,61}$	$\frac{10,6 - 45,2}{40,03}$
Ca ²⁺	$\frac{74,8 - 164,8}{150,77}$	$\frac{212,7 - 250,9}{225,19}$
Mg ²⁺	$\frac{53,7 - 118,4}{107,61}$	$\frac{153,5 - 189,4}{163,26}$
Минерализация	$\frac{7,7 - 7,8}{7,7}$	$\frac{8,8 - 9,3}{9,1}$

среднеминерализованными лечебно-столовыми, углекислыми, хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми. Минеральная вода «Шадринская» выводится на поверхность земли из скважины № 315 самоизливом с глубины

285 метров, что обуславливает экологическую чистоту продукта. Максимальный объем добычи вод – 207,5 куб. м в сутки. Именно столько имеют право добывать все недропользователи Шадринского месторождения [6].

Воды отличаются повышенной концентрацией кремниевой кислоты и низким или полным отсутствием сульфат-иона. В воде наблюдаются невысокие концентрации относительно установленных ГОСТом кондиций по бору 3,8-4,4 мг/л и йоду 0,8-1,9 мг/л.

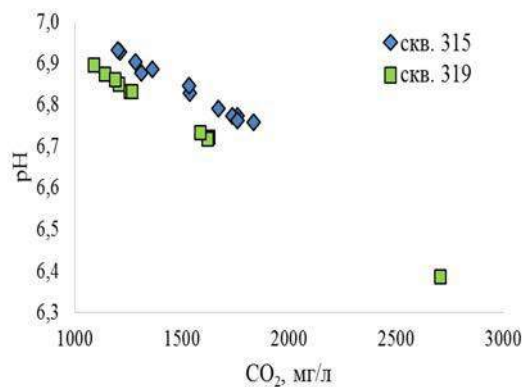


Рис. 1 Содержание pH и CO₂ в минеральных водах Шадринского месторождения

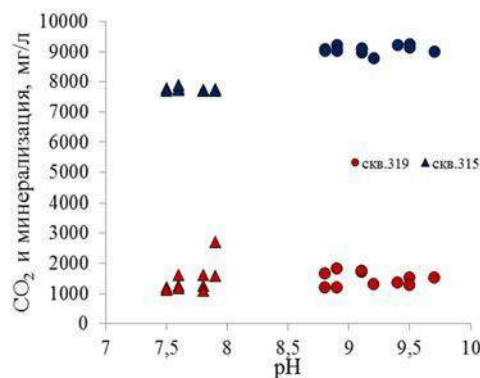


Рис.2 Содержание углекислого газа, pH и минерализации в минеральных водах Шадринского месторождения (красным обозначено содержание углекислого газа, синим – минерализация)

Как видно на рис. 1, показатели pH в изучаемых водах скв. 315 стабильно превышают показатели скважины 319, а также с увеличением количества содержания углекислого газа пропорционально уменьшается значения водородного показателя. Воды скв. №315 являются более минерализованными в отличие от скв. №319 (рис.2). Вероятнее всего, это связано с глубиной залегания водоносного горизонта минеральных вод. В обеих скважинах наблюдаются схожие концентрации углекислого газа, однако, pH раствора при этом разные [2].

Содержания лития и фтора, которые ГОСТом не регламентируются, варьируют в пределах 0,2-0,4 и 0,3-0,5 мг/л, соответственно. Надо отметить, что содержание последнего является невысоким по сравнению с термальными водами, например, Байкальской рифтовой зоны [4], где его содержание достигает 47 мг/л [2].

Концентрация метакремниевой кислоты в водах Шадринского месторождения в скважинах №315 и №319 достаточно схожи вне зависимости от уровня минерализации, распределение концентрации данной кислоты равномерно на пробуренных участках (рис. 3).

Согласно данным, приведенным в работе [2], наблюдается прямая зависимость концентрации кальция и магния от CO₂. На рис.4 видно, что с увеличением содержания углекислоты резко уменьшается количество магния и кальция. Таким образом, можно с уверенностью сказать о существовании прямой зависимости между этими компонентами и подчеркивает немаловажную роль углекислого газа в углекислотном выщелачивании химических элементов из горных пород.

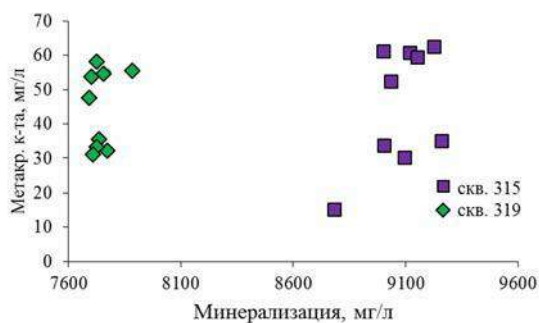


Рис. 3 Содержание метакремниевой кислоты и минерализации в минеральных водах Шадринского месторождения

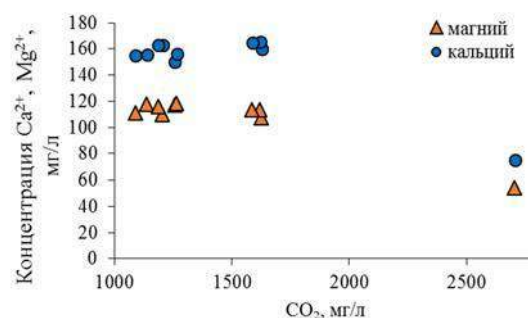


Рис. 4 Содержание кальция, магния и CO₂ в водах Шадринского месторождения (скв. 319)

Месторождение является удивительным еще и потому, что выделяется неоднородностью химического состава вод. Анализ данных указывает на то, что пробы со скважин на исследуемой территории различны. Уникально Шадринское месторождение минеральных вод тем, что на небольшой площади (около 60 кв. км.), которое занимает месторождение, выведены минеральные воды различных типов, аналогичные Боржому,

Ессентуки № 4, Ессентуки № 17. Согласно современному стандарту ГОСТ Р 54316-2011 выделяется Шадринский тип минеральных вод [1, 3].

Таким образом, были получены подробные данные о содержании химических компонентов вод Шадринского месторождения. Возможность добывать воды различного химического состава из одного водоносного горизонта – главная отличительная черта исследуемого участка. Следовательно, эксплуатация скважин данного месторождения является наиболее экономически обоснованной. В соответствии с Законом Российской Федерации "О недрах", установлено следующее: считать Шадринское месторождение минеральных вод особо охраняемым гидрогеологическим объектом, имеющим большое санитарно-оздоровительное и научное значение [7].

Литература

1. Вишняк А.И., Четверкин И.А., Новиков В.П., Плотникова Р.И. Гидрогеологическая модель Шадринского месторождения углекислых минеральных вод как основа оценки его запасов // Разведка и охрана недр. – 2011. – №. 11 – С. 35–43
2. Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Сравнительная характеристика химического состава минеральных вод Шадринского месторождения // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 679-683.
3. ГОСТ Р 54316-2011 Воды минеральные природные питьевые. – М.: Стандартинформ, 2011.
4. Плюснин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Чернявский М.К. Гидрогеохимические особенности состава азотных терм байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54 – №. 5. – С. 647–664.
5. <http://milk45.ru/product/mineralnaya-voda/shadrinskaya-319/data//2015/1022.html> (дата обращения: 22.10.2015).
6. <http://www.priroda.kurganobl.ru/3947.html/data//2015/1222.html> (дата обращения: 22.12.2015).
7. <http://docs.cntd.ru/document/469603312/data//2015/1226.html> (дата обращения: 26.12.2015).

ЙОД В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

О.О. Вторушина¹, В.Е. Кац¹

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова²

¹ОАО «Алтай-Гео», г. Горно-Алтайск, Россия

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

Химический состав подземных вод структур Горного Алтая для разнообразного спектра задач достаточно внимательно изучался многими исследователями [10-13].

Данная статья посвящена поведению йода в питьевых подземных водах, используемых для водоснабжения населения Республики Алтай. Йод это типичный рассеянный элемент в окружающей среде – кларк его составляет в литосфере $4 \cdot 10^{-5}\%$, в биосфере $5 \cdot 10^{-5}\%$, гидросфере $5 \cdot 10^{-6}\%$ [1].

Значимость элемента йода для живых организмов велика и неоднозначна. Недостаток йода в организме приводит к возникновению йододефицитных заболеваний, которые имеют разную степень клинических изменений - от снижения интеллектуального развития до крайнего степени поражения мозга (кретинизм) [8]. В настоящее время известно 42 вида йододефицитных заболеваний [4]. Основная функция йода в организме - поддержание работы щитовидной железы и выработки ее гормонов. Дефицит йода в биосфере является одной из главнейших проблем мирового масштаба. Территории 118 стран признаны йододефицитными. В последние годы установлена также кардиологическая недостаточность йода, симптоматика которой выражается аритмией и атеросклерозом сосудов. Избыток же йода в организме приводит к «базедовой болезни» – тяжелому расстройству организма.

Территория Республики Алтай имеет весьма сложное геологическое и тектоническое строение. Подземные воды приурочены к породам разного состава (терригенным, карбонатным, осадочно-вулканогенным, метаморфическим и интрузивным) и возраста (от мезозойского до протерозойского).

В целом Республика Алтай относится к провинциям с низким содержанием йода в питьевых водах. В рамках Государственного мониторинга подземных вод на территории Республики Алтай ОАО «Алтай-Гео» (ТЦ «Алтайгеомониторинг») осуществляет наблюдения за состоянием вод, в т.ч. за их качественным составом. С 2003 г. в пробах подземных вод в химической лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по РА» определяется йод. На рисунке отображено распределение концентраций йода в административных районах Республики Алтай в период 2008-2015 гг. Всего была проанализировано 5961 проба.

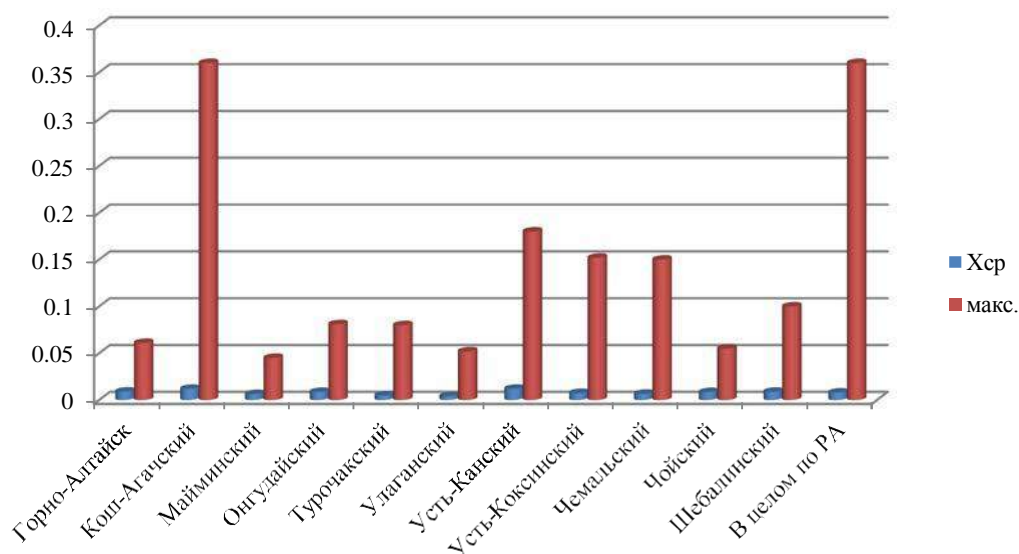


Рис. Распределение среднееголетних (2008-2015 гг.) концентраций йода в подземных водах административных районов Республики Алтай, мг/л (по материалам Алтай-Гео)

Нами проведен анализ концентраций йода в питьевых водах РА за прошедшие годы. Анализ материалов аналитических исследований показывает, что концентрации йода в питьевых водах Республики Алтай варьируют от 0,0001 мг/дм³ до 1,1 мг/дм³, при среднем содержании его в водах 0,0080 мг/дм³. Это почти в 2 раза выше (0,0049 мг/дм³), чем по [10]. Согласно нормативам СанПиН 2.1.4.1116-02 оптимальные концентрации йода в питьевых водах составляют 0,01-0,125 мг/л, а для вод высшей категории качества 0,04-0,06 мг/дм³. ПДК для йода составляет 0,125 мг/л [9]. Таким образом, средние концентрации йода в питьевых водах Республики Алтай в настоящий момент ниже **минимального физиологически необходимого** показателя.

Между содержанием йода в воде и почвах устанавливается тесная корреляционная связь. Содержание йода в почвах Республики Алтай изменяется от следов до 8,91 мг/кг, составляя в среднем 2 мг/кг [5]. На большей части территории Республики Алтай почвы имеют концентрации йода менее 2 мг/кг [6]. Фиксируется связь йода с селеном [2, 3].

Повышенными относительно средних (фоновых) показателей по содержанию йода по Республике Алтай характеризуются: неогеновый и палеогеновый водоносные комплексы в Чуйском артезианском бассейне (среднее 0,012 мг/дм³, Кош-Агачский район) и водоносные зоны ордовикских и силурийских образований в Усть-Канском районе (среднее 0,012 мг/дм³). Повышенные концентрации йода в подземных водах Кош-Агачского района объясняются приуроченностью водоносных комплексов к осадочным породам с наличием органики. В Усть-Канском районе концентрации йода, превышающие фоновые значения, сопровождаются повышенными содержаниями селена, который, как отмечалось выше, имеет метаболическую связь между с йодом. Практически в 2 раза ниже средних по Республике Алтай концентрации йода в подземных водах Улаганского (среднее 0,0041 мг/дм³) и Турочакского (0,005 мг/дм³) районах. Данный факт, вероятно, объясняется в первом случае высокими концентрациями в почвах района марганца. Как известно, дефициту йода способствует избыток марганца и недостаток меди и кобальта в почвах [7]. Во-втором - расположением площади района на гранитоидах Турочакского массива. Аномальные концентрации йода в количестве 0,047-1,1 мг/дм³ устанавливаются в минеральных водах Пыжинского угленосного бассейна в Турочакском районе.

Проведенные исследования показали, что по содержанию йода состав питьевых вод Республики Алтай не отвечает физиологически необходимому уровню.

Литература

1. Войткевич Г.В., Мирошников А.Е., Краткий справочник по геохимии. – М.: Недра, 1970.
2. Ермаков В.В., Алексеев С.А., Дегтярев А.П. и другие. Вопросы биохимии селена в связи с проявлением селено зависимых эндемических заболеваний человека и животных. Вторая Российская школа. Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы (материалы). – М.: Российская академия наук, 1999
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов, книга 3. – М.: Недра, 1996

4. Ковальский Л.А. Проблемы мониторинга природных комплексов. Материалы 3-й Российской биогеохимической школы. Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы. – Новосибирск, 2000
5. Мальгин М.А. Биогеохимическая ситуация в бассейне верхней Оби. Материалы 3-й Российской биогеохимической школы. Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы. – Новосибирск, 2000
6. Мальгин М.А. Йод в почвенном покрове Алтая. Химические элементы в системе почва – растения. – Новосибирск, Наука, 1982
7. Перельман А.И., Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М., 1972
8. Семенова Н.Б., Осокина И.В., «Эпидемиологические и иммуногенетические особенностям йододефицитных заболеваний и сахарного диабета у коренного и пришлого населения Сибири», 2002.
9. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания. – М: Госкомсанэпиднадзор, 1993
10. Шварцев С.А. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Наука, 1998
11. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А., Дутова Е.М., Кондратьева И.А., Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода в 5 томах. Том 2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 389 с.
12. Шитов А.В., Кац, В.Е, Харькина М.А. Эколого-геодинамическая оценка Чуйского землетрясения/ Вестник Моск. ун-та. Серия Геология. – 2008. – № 3. – С. 41–47.
13. Шитов А.В., Кац, В.Е, Молоков В.Ю., Покровский В.Д.. Изменение химического состава подземных вод республики Алтай при землетрясениях/ Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 1. – С. 19–29.

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ Р. УШАЙКИ, Г. ТОМСК)

А.С. Гейвус

Научный руководитель доцент Е.Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема загрязнения поверхностных водных объектов в пределах населенных пунктов во всём мире стоит достаточно остро, поскольку именно в местах густонаселенных территорий формируются источники самых разнообразных видов загрязнения, оказывающие негативное влияние на рекреационный потенциал и на общее состояние природных вод.

Формирование целостных представлений об антропогенном воздействии на экосистему бассейна реки Ушайки (в пределах г. Томска) требует, в первую очередь, чтобы в системе оценок геоэкологического состояния района особое внимание было уделено антропогенным изменениям гидросферы.

Целью работы является выявление влияния на экологическое состояние р. Ушайки хозяйственной деятельности на водосборной территории в пределах г. Томска.

На водосборной территории р.Ушайка находится масса источников антропогенного воздействия: промышленные предприятия, АЗС, автомойки, гаражные комплексы и т.д. Одним из факторов, оказывающих огромное влияние на состояние р.Ушайки также является строительство, которое с каждым годом увеличивает свои обороты. Стратегия развития строительной отрасли города предусматривает ежегодный прирост ввода жилья в Томске в объеме 50 тысяч квадратных метров. Следовательно, происходит массовая застройка городской территории, что является катализатором изменения химического состава реки. На водосборной территории реки Ушайки находится более десяти строящихся объектов, преимущественно это жилые дома до 18 этажей.

С 2008 г. строительная компания «Континент» ведет строительство жилого комплекса «Прибрежный», который предполагает озеленение, прогулочные дорожки и скамейки для отдыха на свежем воздухе, детские и спортивные площадки, а также автостоянки. Нужно учесть, что микрорайон расположен в водоохранной зоне р. Ушайки и к 2016 г. территория жилого комплекса находится в плачевном состоянии. Берег реки завален строительным мусором, в 250-300 м от береговой зоны находится АЗС. Аналогичная обстановка в мкр. Восточный, мкр. Школьный. Застройщик не уделяет должного внимания придомовой территории, что негативно сказывается на экосистеме водосборной территории.

Известно, что при строительных и ремонтных работах образуется большое количество отходов – так называемого строительного мусора. В эту категорию попадают остатки бетона и металлоконструкций, стройматериалов и продукции для отделки помещений, зачастую с упаковкой, обломки древесины.

На строительных площадках по ул. Сибирская 9а, ул. Сергея Вицмана 37, мкр. Восточный был обнаружен строительный мусор 1, 2, 4, 5 классов опасности. К мусору 1 и 2 классов опасности можно отнести лаки, краски, растворители и прочие средства, содержащие токсины. Отходы 4 класса это кирпич, бетон, упаковка строительных материалов [4].

В связи с чем, весьма актуальной научно-практической задачей является расчет количества загрязняющих веществ, поступающих в реку Ушайку с поверхностным стоком с водосборной территории в пределах г. Томска в условиях интенсивного хозяйственного использования, а также расчет степени антропогенного воздействия на гидросферу города.

Количество загрязняющих веществ, выносимых с территории водосбора с поверхностным стоком, определяется плотностью населения, уровнем благоустройства территорий, видом поверхностного покрова, интенсивностью движения автотранспорта, частотой уборки улиц.

Учитывая многообразие факторов, влияющих на формирование поверхностных сточных вод, характер и степень их загрязнения минеральными и органическими компонентами различного происхождения, в качестве приоритетных показателей качества воды выступают взвешенные вещества, нефтепродукты и значение показателей БПК_{полн} и ХПК, суммарно характеризующие присутствие легко- и трудноокисляемых органических соединений [6].

В соответствии с [6] определен примерный состав поверхностного стока для участков водосборных поверхностей селитебных территорий (таблица 1). Наиболее загрязненным по всем показателям является талый сток, который по значению показателя БПК₂₀ приближается к неочищенным хозяйственно-бытовым сточным водам.

Таблица 1

Примерный состав поверхностного стока для участков водосборных поверхностей селитебных территорий, мг/дм³ [6]

Площадь стока	Дождевой сток			Талый сток		
	ВВ	БПК ₂₀	НП	ВВ	БПК ₂₀	НП
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий	400	40	8	2000	70	20

Примечание: НП – нефтепродукты; ВВ – взвешенные вещества

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на данной (селитебной, рекреационной или просто городской) территории, складывается из среднегодовых объемов дождевых, талых и поливомоечных вод.

Для водосборной территории р.Ушайка это значение автором рассчитывалось ранее, методика расчета приведена в [1]:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}} = W_{\Gamma} = 63336 + 35910 + 37800 = 13704600 \text{ м}^3,$$

где $W_{\text{д}}$ – среднегодовой объем дождевых вод:

$$W_{\text{д}} = 10h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F = 10 \cdot 377 \cdot 0,4 \cdot 42 = 6333600 \text{ м}^3,$$

$W_{\text{т}}$ – среднегодовой объем талых вод:

$$W_{\text{т}} = 10h_{\text{т}} \cdot \psi_{\text{т}} \cdot F = 10 \cdot 171 \cdot 0,5 \cdot 42 = 3591000 \text{ м}^3,$$

$W_{\text{м}}$ – среднегодовой объем поливомоечных вод:

$$W_{\text{м}} = 10 \cdot m \cdot k \cdot \psi_{\text{м}} \cdot F_{\text{м}} = W_{\text{м}} = 10 \cdot 1,2 \cdot 150 \cdot 0,5 \cdot 42 = 3780000 \text{ м}^3$$

Расчет массы загрязняющих веществ, поступающих в реку Ушайку с дождевыми и талыми водами проводился на основе СП 32.13330.2012; СП 131.13330.2012, РД 52.24.643-2002.

Масса сброса загрязняющего вещества (M, т/год) с неорганизованным стоком с территории (водосбора) объекта определяется по формуле:

$$M_i = S_{\Gamma} (W_{\text{д}} \cdot m_{i\text{д}} + W_{\text{т}} \cdot m_{i\text{т}}) 10^{-6} + S_{\text{ВП}} \cdot W_{\text{П}} \cdot m_{i\text{П}} \cdot 10^{-6}$$

Концентрации загрязнений в поверхностном стоке следует принимать по данным физико-химических анализов. Нами использованы данные Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области и ОГУ «Облкомприрода».

В таблице 2 приведены итоговые результаты по расчету количества загрязняющих веществ (M_i), поступающих в р. Ушайка с территории водосбора.

Таблица 2

Количество загрязняющих веществ в ливневых и талых водах р.Ушайка

Ингредиенты	Значение, т/год					
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2015 г.
ВВ	837,8	250,25	1716,12	419,77	592,73	310,18
НП	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
БПК _{полн}	62,1	127,57	47,35	77,57	220,37	107,43
ХПК	900,73	509,41	640,71	413,73	603,36	308,09

По данным расчетов можно проанализировать развитие хозяйственной деятельности на водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска. Существенное влияние оказывают новые строящиеся микрорайоны. Так в 2008 г. началось строительство мкр. Прибрежный строительной компанией «Континенть». В связи с этим произошло увеличение поступления взвешенных веществ, а также ХПК, который является одним из основных показателей антропогенного загрязнения водного объекта. Также строительство в 2010 г. мкр. Восточный, расположенного в прибрежной зоне реки, повлияло на изменение химического состава поверхностных вод, т.е. произошло увеличение поступления взвешенных веществ, БПК, ХПК.

В заключении можно сказать, что необходимо разрабатывать и соблюдать природоохранные мероприятия на водосборной территории р. Ушайка, которые помогут снизить негативное влияние хозяйственной деятельности. В р. Ушайке активно действуют процессы самоочищения [5] и предложенные природоохранные мероприятия, несомненно, приведут к скорому восстановлению качества воды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол. а.

Литература

1. Гейвус А.С. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в реку Ушайку. // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – с. 683-688.
2. Генеральный план г. Томска. Комплексный градостроительный анализ: [Электронный ресурс]: URL: http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0212.html, свободный. Дата обращения: 22.08.2015 г.
3. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс]: URL: <http://www.green.tsu.ru>, свободный. Дата обращения: 22.08.2015 г.
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».
5. Пасечник Е.Ю. Эколого-геохимическое состояние природных сред территории города Томска / Е.Ю. Пасечник // Вестник Томского государственного университета, 2008. –Т. № 306 – С. 149-154
6. РД 52.24.643-2002 «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты».
7. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Дата введения 01. 01. 2013. С изменениями от 21.05.2015. – М.: Минрегион России, 2012. – 104 с.
8. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635/11). – М.: Минрегион России, 2012. – 97 с.
9. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИЗ ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В ЛАГЕРНОМ САДУ (Г. ТОМСК)

А.Г. Гридасов, Е.И. Стародубцева, В.Д. Покровский

Научный руководители профессор Е.М. Дутова, доцент Н.Г. Наливайко

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

Природные условия города Томска в совокупности с техногенными факторами обуславливают развитие опасных экзогенных процессов [2- 8]. Наиболее выражены данные процессы на правобережном склоне долины реки Томь, в районе мемориально-паркового комплекса Лагерный сад [5].

Лагерный Сад расположен в южной части Томска и включает в себя участок берегового склона р. Томи, протягивающийся от Коммунального моста до ул. 19-ой 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 [2, 3, 7, 8,]. Наибольшее влияние на ослабление общей устойчивости склона оказывают подземные воды неоген-палеогенового водоносного горизонта, разгрузка которых происходит по контакту коры выветривания, представленной водоупорными глинами.

Для обеспечения устойчивости склона была создана дренажная горная выработка (ДГВ), предназначенная осуществлять перехват потока подземных вод. Дренажная выработка состоит из двух поперечных штолен. Продольная выработка длиной 2295 м соединяет обе штольни, ее уклоны выбраны таким образом, чтобы обеспечивался самотечный отток дренажных вод к устьям поперечных штолен. С дневной поверхности в ствол ДГВ пробурены скважины вертикального дренажа (сквозные фильтры), водоприёмные части которых оборудованы в наиболее проницаемых зонах разреза. Кроме того, для повышения эффекта осушения сооружены восстающие вертикальные и наклонные скважины непосредственно из кровли горной выработки. Подземные воды, перехваченные дренажными скважинами, разгружаются в водоотливную канавку на дне выработки, по которой сбрасываются в реку Томь. В результате выполненных мероприятий развитие склоновых процессов в районе Лагерного сада удалось остановить. В настоящее время ДГВ свою функцию выполняет. Вместе с тем, длительная эксплуатация дренажной системы свидетельствует о возникающих проблемах, связанных с выщелачивающей способностью подземных вод, отложением солей и зарастанием фильтров дренажных скважин. В свете обозначенной проблематики, целью данной работы является изучение химического состава и свойств вод из ДГВ Лагерного сада.

Сотрудники кафедры ГИГЭ летом 2015 года, при участии геолога ОАО «Томскеомониторинг» Нестерова Анатолия Васильевич, обследовали ДГВ. В ходе обследования проведен визуальный осмотр состояния горной выработки, выполнены замеры температуры и расхода воды из скважин вертикального дренажа, отобраны пробы воды. Точки отборы проб расположены достаточно равномерно по длине выработки. Температура воды изменяется от 4,7 до 7,5 °С. Уже по визуальным наблюдениям видно, что в ДГВ идет

разгрузка фильтрующейся воды из скважин, кровли, со стенок и по стыкам бетонных секций. Расход воды в обследованных скважных фильтрах колеблется от 0,38 до 0,075 л/с. В местах разгрузки воды наблюдается развитие натечных минеральных новообразований.

Химико-аналитические и микробиологические исследования проб воды были проведены в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ) по сертифицированным методикам. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав подземных вод из дренажной выработки

Номер пробы	pH	CO ₂	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мин.	NH ₄	NO ₃	Общ. ж.
													Мг-э/л
СФ1А	7,6	22	427	60	39	146	19,5	9,5	0,65	702	0,05	<0,1	8,9
СФ3А	7,6	22	454	89	55,5	173	23,2	12	0,66	807	<0,05	9,98	10,55
СФ1А ⁷	7,3	28	527	47	37	172	19,5	19	0,76	822	<0,05	21,4	10,2
СФ12	7,6	17,6	454	42	56	152	16	38	0,8	759	<0,05	26	8,91
СФ27	7,4	17,6	451	52	35	153	19	11,7	0,69	722	<0,05	<0,1	9,21
СФ12 ²⁹	7,45	13,2	433	50	40	140	19	16	1	699	<0,05	0,15	8,56
СФ30	7,8	8,8	464	47	28	150	17,7	11,2	0,76	719	<0,05	5,35	8,95
мин.	7,3	8,8	427	42	28	140	16	9,5	0,65	699	<0,05	<0,1	8,557
макс.	7,8	28	527	89	56	173	23,2	38	1	822	0,05	26	10,55
сред.	7,5	18,46	458,6	55,29	41,5	155	19,1	16,8	0,76	747	<0,05	12,58	9,325

Согласно результатам лабораторных анализов, все воды, отобранные в ДГВ Лагерного сада, имеют схожий состав и свойства. В целом, воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, пресными с минерализацией от 699 до 822 мг/л, слабощелочными (pH 7,3–7,8), преимущественно жесткими. Преобладающим катионом в них является кальций. В целом, отмечается достаточно высокие содержания сульфатов и хлоридов, а в нескольких пробах и азотистых соединений.

На основании полученных данных выполнено исследование форм миграции макрокомпонентов подземных вод. Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса HydroGeo [1]. Анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод, что миграция макрокомпонентов (Ca, Mg, Na) в подземных водах осуществляется преимущественно в виде собственных простых ионов, роль комплексных соединений здесь незначительна. Комплексные соединения этих элементов представлены преимущественно гидрокарбонатными и сульфатными формами.

Таблица 2

Микробиологический состав подземных вод из дренажной выработки

Физиологические группы бактерий	№ пробы			
	СФ1А	СФ12	СФ27	СФ30
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	0	0	0	0
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	0	0	0	0
Олиготрофы, кл/мл	0	0	0	20
Железобактерии, кл/мл	0	0	0	0
Марганцевые, кл/мл	0	0	30	50
Нефтеокисляющие, кл/мл	0	0	0	1200 очень мелкие
Кальциевые, кл/мл	43150 мелкие, не типичные	5000 карликовые, кристаллы солей в агаре	39250 мелкие, не типичные	0
Аллохтонные, кл/мл	протей	0	протей	протей

Изученные воды содержат небольшое количество микробов. В двух пробах воды в минимальном количестве присутствуют марганец окисляющие бактерии, в одной пробе присутствуют в большом количестве нефтотолерантные микроорганизмы, представленные карликовыми формами. Из 4-х изученных проб, в 3-х присутствуют кальциевые бактерии, деятельность которых связана с образованием минерала кальцита. Для выявления причин процессов коррозии в ДГВ необходимо выявление в дренажных водах наличия сульфатовосстанавливающих и тионовых бактерий.

В настоящей работе представлены данные исследований химического состава, микробиологического состава и свойств подземных вод из ДГВ Лагерного сада и проведен анализ форм миграции макрокомпонентов. Выполненные исследования являются отправной точкой изучения этого уникального объекта. В контексте обозначенных проблем, первоочередной задачей дальнейших исследований является изучение агрессивности подземных вод к бетонным конструкциям. Планируется также оценить экологическое состояние дренажных вод, а при соответствующих возможностях изучить изменение их химического состава и свойств во времени, оценить зависимость этих параметров от изменений режима подземных вод в зоне влияния дренажных сооружений.

Литература

1. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. – М.:ВНТИЦ, 1999. – 5 с. – Номер гос. Регистрации алгоритмов и программ во Всероссийском научно-техническом центре (ВНТИЦ) №50980000051 ПК.
2. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований города Томска. // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 53–58.
3. Макушин Ю.В., Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование горизонтального дренажа оползневого склона // Межвузов. сб. научн. тр. – Тюмень: ТИИ, 1991. – 28–34.
4. Ольховатенко В.Е. Опасные природные и техногенные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск, 2005. – 141 с.
5. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.И. Опасные природные и техноприродные процессы на территории города Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. Томск : Печатная мануфактура, 2005.
6. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Кузеванов К.И. Применение геоинформационных технологий для оценки гидрогеологических условий застраиваемых территорий // Известия ВУЗов. Строительство, 2008, - № 3 (591). - с. 107-112
7. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 96–101.
8. Pokrovsky V. D. , Dutova E. M. , Kuzevanov K. I. , Pokrovsky D. S. , Nalivayko N. G. Hydrogeological Conditions Changes of Tomsk, Russia (Article number 012031) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 - Vol. 27. – p. 1-7

СРАВНЕНИЕ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВЕРХОВЫХ ТОРФАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН**М.А. Дучко¹**

Научные руководители профессор О.В. Серебрянникова¹, научн. сотр. Е.Б. Стрельникова²
* *Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*
² *Институт химии нефти Сибирского отделения Российской Академии Наук, г. Томск, Россия*

Состав органического вещества болотных отложений рассматривается как один из основных показателей, позволяющих с высоким разрешением проследить зафиксированные в осадке местные и региональные изменения климата и экологического состояния окружающей среды. Верховые болота особенно чувствительны к изменениям климата. Данные об индивидуальном составе отдельных классов биомаркеров в битуминозных компонентах торфа ряда месторождений Западной Сибири [1-8] продемонстрировали значительные различия в их химическом составе. Было показано, что совокупность таких факторов как источник органического вещества, условия его накопления и степень разложения оказывают существенное влияние на химический состав торфа [2, 7].

Для оценки направленности изменения состава и содержания в торфе отдельных классов органических соединений по разрезу залежей, приуроченных к различным природным зонам, были исследованы верховые залежи торфа болота Средне-Васюганское, расположенного в среднетаежной зоне, и болота Тёмное, расположенного в южной тайге. По ботаническому составу торфа являются преимущественно сфагновыми с примесями пушицы.

Методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (масс-спектрометр высокого разрешения DFS, TermoElectron Finnigan DFS, Германия предоставлен центром коллективного пользования ТомЦКП СО РАН) в торфах были идентифицированы следующие группы органических соединений: н-алканы, полициклоароматические углеводороды (ПАУ), сескви-, ди- и тритерпеноиды, стероиды, кетоны, спирты, эфиры карбоновых кислот и токоферолы. Сопоставление полученных результатов показало сходные черты и отличительные признаки состава липидных компонентов торфов этих разрезов.

Наиболее представительной группой органических соединений в торфах обоих разрезов являются н-алканы. Единственным исключением является слой сфагнового верхового торфа в разрезе среднетаежной залежи с глубины 222 см, в котором преобладают тритерпеноиды. В этом образце повышено также содержание эфиров жирных кислот, алканолов, спиртов, токоферолов. Молекулярно-массовое распределение н-алканов в большинстве образцов торфа согласуется с их ботаническим составом [1]: в сфагновых торфах преобладают гомологи C₂₅ или C₂₃, а в пушицевых повышено содержание гомолога C₃₁ (рис.).

Суммарное относительное содержание ПАУ в торфе, отобранном в южной тайге выше по сравнению со средней тайгой. При этом распределение отдельных групп ПАУ в торфяных залежах несколько различается – до глубины 140 см в торфах болота Тёмное содержание би- и трициклических ПАУ приблизительно одинаково, а ниже преобладают нафталины. В торфах болота Средне-Васюганское нафталины в составе ПАУ преобладают с глубины 220 см, в интервале 50-200 см доминируют фенантрены, а близкие концентрации би- и трициклических ПАУ зафиксированы только в неразложившемся торфе с глубины 2 см.

Среди сесквитерпеноидов практически во всех образцах торфа обоих разрезов преобладают изомеры кадинена. В составе дитерпеноидов торфа болота Тёмное в большинстве торфов доминирует 8,13S-эпоксилабд-14-ен. Торфа болота Тёмное отличаются от Средне-Васюганских значительным преобладанием среди дитерпеноидов кислородсодержащих соединений. Преобладание в составе дитерпеноидов торфов южно-таежной зоны кислородсодержащих структур связано с интенсивным развитием микрофлоры в более мягких температурных условиях южной тайги и микробильным окислением ОВ.

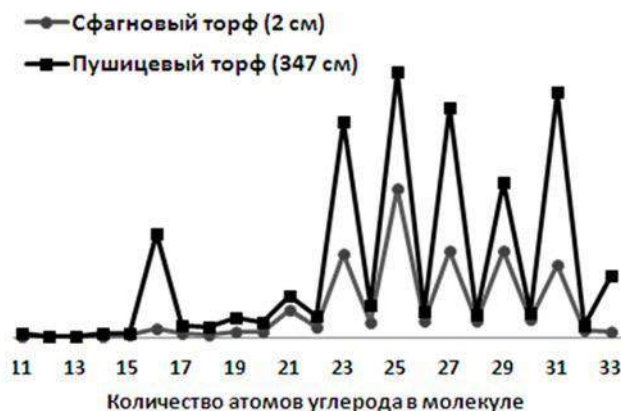


Рис. Молекулярно-массовое распределение n-алканов в сфагновом и пушицевом торфах болота Средне-Васюганское

В составе дитерпеноидов в верхней части разреза болота Средне-Васюганское до глубины 202 см преобладают кислородсодержащие производные лабдена, в максимальной концентрации содержатся 13S и 13R изомеры 8,13-эпоксилабд-14-ена. Ниже 220 м в составе дитерпеноидов доминируют углеводороды и весьма существенно – в пушицево-сфагновых и пушицевых торфах. На глубине 202 см доминирует лабд-14-ен-8,13-диол. Ниже по разрезу начинают преобладать производные абиетиновой кислоты, а среди них – 10,18-биснорабиеа-5,7,9(10),11,13-пентаен.

Содержание сквалена в Средне-Васюганском торфе варьирует в широких пределах, достигая максимальных значений в пушицево-сфагновых торфах на глубине 202 и 277 см в Ангустифолиум торфе на глубине 272 см. На остальных глубинах доминирующими являются производные олеана, а среди них – D-фриеодолеан-14-ен. В торфе болота Тёмное сквален преобладает на глубине 145 и 225 см, на высоких глубинах он полностью исчезает, как и производные лупана.

В составе тритерпеноидов обеих залежей преобладают углеводороды, представленные преимущественно производными пергидропицена, а среди стероидов – производные стигмастана. Нижняя часть разреза болота Тёмное, сложенная торфами с преобладанием среди торфообразующих растений шейхцерии, отличается от вышележащих и от торфов Средне-Васюганского разреза преобладанием среди тритерпеноидов производных гопана, что может указывать на высокую степень бактериальной переработки этих торфов. В процессе торфообразования кето-группа стероидов сохраняется, а в сфагновом и сфагнуво-пушицевом торфах у большинства этих соединений появляется дополнительная двойная связь. Особенности состава тритерпеноидов связаны, видимо, с различием в фитоценозе болот средней и южной тайги.

Торфа болота Тёмное отличаются от Средне-Васюганских более высокими концентрациями этиловых эфиров по сравнению с метиловыми.

Изменение состава липидных компонентов по разрезу исследованных залежей во многом связаны с видовым разнообразием торфов, слагающих эти разрезы. В пределах отдельных видов торфа с увеличением глубины залегания и степени разложения происходит увеличение в составе липидных компонентов относительного содержания ациклических кетонов, а среди них – n-алканонов, снижается доля спиртов и эфиров карбоновых кислот.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что на набор и содержание органических соединений оказывает влияние не только ботанический состав образца торфа и степень его разложения, но и видимо весь видовой состав растительного сообщества, отложившего торфа на данной глубине залежи, а также миграция органических веществ, вызванная горизонтальной и вертикальной фильтрацией болотных вод.

Литература

1. Дучко М.А., Гулая Е.В., Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Преис Ю.И. Распределение n-алканов, стероидов и тритерпеноидов в торфе и растениях болота Тёмное // Известия Томского Политехнического Университета серия «Науки о Земле». – Томск, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 40 – 44.
2. Коржов Ю.В., Корнатов Н.Г. Состав гексан-хлороформного экстракта верховых торфов южной тайги Западной Сибири // Химия растительного сырья. – Барнаул, 2013. – №3. – С. 213 – 220.
3. Серебренникова О.В., Преис Ю.И., Кадычагов П.Б., Гулая Е.В. Состав углеводородов органического вещества торфов юга Западной Сибири // Химия твердого топлива. – Москва, 2010. – № 5. – С. 40 – 50.
4. Серебренникова О.В., Стрельникова Е. Б., Преис Ю. И., Дучко М. А. Влияние источника и условий торфонакопления на индивидуальный состав битуминозных компонентов торфа на примере двух низинных болот Западной Сибири // Известия Томского Политехнического Университета серия «Химия и химические технологии». – 2014. – Т. 325. – № 3. – С.80 – 91.
5. Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Аверина Н.Г., Козел Н.В., Дучко М. А. Сравнительный анализ химического состава битуминозных компонентов низинных торфов двух болотных экосистем // Фундаментальные исследования. – Москва, 2014. – № 12-1. – С. 112 – 117.

6. Стрельникова Е.Б., Серебренникова О.В., Прейс Ю.И. Кислородсодержащие органические соединения битуминозных компонентов верховых торфов юга Западной Сибири // Химия твердого топлива. – Москва. 2014. – № 2. – С. 12–18.
7. Федько И.В., Гостищева М.В., Исмадова Р.Р. Сравнительное изучение химического состава и биологической активности торфа в зависимости от степени его разложения // Химия растительного сырья. – Барнаул, 2008. – №1. – С. 127–130.
8. Serebrennikova O.V., Gulaya E.V., Strelnikova E. B., Duchko M.A. The sesquiterpenoid composition of south Western Siberia peat and peatforming plants // Book of Abstracts of the Communications presented to the 26th International Meeting on Organic Geochemistry. – Costa Adeje, Tenerife, Spain, 2013. – P. 254-255.

УНИВЕРСИТЕТСКИЕ РОДНИКИ Г. ТОМСКА: СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ОБУСТРОЙСТВА А.В. Еремина

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Родники в городских территориях имеют очень большую экологическую и ландшафтную значимость, изучение и обустройство которых представляет большой научно-прикладной интерес. В то же время родники оказываются наиболее уязвимыми в отношении техногенного воздействия. Поэтому систематическое изучение их и, особенно, профессиональное ландшафтно-эстетическое антивандальное обустройство приобретает важное рекреационное значение [2].

Статическая неподвижность водной поверхности также является ценной, она усиливает динамичность окружающего ландшафта. Сильнейшее влияние воды происходит при организации интенсивного движения воды, то есть при движении ее в каскадах, фонтанах, ручьях. Движущаяся вода не только усиливает созерцательные свойства, но и добавляет элемент звучания (вода может «шептать», «кричать», «журчать») [6].

Природные и природно-техногенные аквапарковые зоны способны украсить любой город и часто становятся его визитной карточкой. Томск ещё не потерял такой возможности, несмотря на длительное архитектурное уничтожение родниковых полей, наглядным примером чего может являться плачевная судьба родниковых полей Источниковского, Университетского, Белого и Еникеевского озёр – этих важнейших водных объектов в привнесённой часто ландшафтно непродуманной окружающей их техногенной застройке [1].

В 2004 году в Томске выявлено и в различной степени изучено 1014 родников, 179 ручьев и рек, 170 прудов и озёр. 638 родников и 54 ландшафтно-родниковых мегазон отнесены к наиболее ценным водным объектам. 100 родников отнесены к числу наиболее приоритетных для первоочередного обустройства. Два родника («Божия Роса» и «Воскресенский») обустроены в 2004 году по проектам Н. Лисовской и А.Д. Назарова

Эскизное (модельно-рабочее) обустройство с периодическим послевандальным переобустройством и реконструкцией проведено на университетских родниках.

Расположенное в окружении знаменитых 4 томских университетов, известного Ботанического сада, Университетской рощи, Белой мечети, в центре исторической зоны Томска и его наиболее населённого и динамичного, Кировского, района, Университетское родниковое поле, озеро и всю связанную с ними аквапарковую зону ещё можно спасти, архитектурно и юридически оформив её в виде дополняющего и оформляющего Ботанический сад и Университетскую рощу водно-паркового элемента [3].

Воды родников Сибирского Ботанического сада в 1885 году были использованы для создания в Томске первого водозабора подземных вод, для централизованного водоснабжения университетского городка. В районе Ботанического сада расположено 7 родников и всякий пруд, в районе Университетского озера находится 7 родников и 4 пруда, по которым и велись периодические режимные наблюдения.

С целью подтверждения или опровержения господствующих гипотез о повсеместной загрязнённости родников городских территорий в марте 2016 г. По инициативе А.Д. Назарова было собрано и передано в УНОЦ «Вода» кафедры ГИГЭ. Проблема отбора проб заключается в том, что пробы не могут быть отобраны непосредственно в самом водоносном горизонте. Также проблемой является тепловое воздействие, по этой причине пробы были отобраны зимой, когда техногенное воздействие минимально. Характеристики родников за 2004 год:

Характеристики родника «Крыловский»: дебит 0,35 л/с; температура летом +7,50С, зимой + 40С; рН 7.5; Eh 232 мв; минерализация 827 мг/л; NO₂ 0,1 мг/л; NO₃, 13,6 мг/л; каптаж: обтекаемая водой заиленная труба диаметром 70 мм; устье, русло: единый выход родника из-под склона; русло врезано в дно, опесчанено; суффозия средняя, качество воды: прозрачная, без запаха, приятного вкуса, слабая примесь песка; СЭС- контроль не производился; экомониторинг эпизодический авторский; растительность: тальник, береза, тополь, декоративные кустарники, камыш, трава; посещаемость как питьевого источника отсутствует; статус ООПТ - мезоландшафтный аквапарковый и эколого-гидрогеологический; рекомендации: реконструкция каптажа и зеленого оформления, очистка и углубление озера.

Характеристики родника «Ренкуля»(Рис. 1): дебит 1,1 л/с; температура летом +80С, зимой + 40С, рН 7.3; Eh 130 мв; минерализация 747-753 мг/л; NO₂ 0,003-0,016 мг/л; NO₃ 23,2-38,94 мг/л; каптаж: разрушенная водоприемная камера в виде деревянной бочки; устье, русло: микроцирковый выход родника из-под склона; место выхода - размякшая белая глина; русло врезано в дно с перепадами-водопадами и покрыто слоем песка, мелкой гальки и белой глины; суффозия средняя, качество воды: прозрачная, без запаха, приятного вкуса, слабая примесь песка; СЭС- контроль не производился; экомониторинг эпизодический авторский; растительность: Тальник, береза, тополь, декоративные кустарники, камыш, трава; посещаемость как питьевого источника

средняя любительская; статус ООПТ - мезоландшафтный аквапарковый, исторический и эколого-гидрогеологический; рекомендации: реконструкция каптажа, пруда и зеленого оформления, очистка и углубление пруда и озера.

Характеристики родника «Сергиевский»: дебит 0,1-0,6 л/с; температура летом +90С, зимой + 40С, рН 7,55; Eh 128 мв; каптаж отсутствует; устье, русло: двойной скрытый расходящийся на 10 м выход 2 родников; русло -заболоченная ложбина стока.; суффозия слабая, качество воды: прозрачная, без запаха, приятного вкуса, слабая примесь песка; СЭС-контроль не производился; экомониторинг не производится; растительность: тальник, береза, тополь, декоративные кустарники, камыш, трава; посещаемость как питьевого источника любительская; статус ООПТ - мезоландшафтный аквапарковый и эколого-гидрогеологический; рекомендации: обустройство - каптажи, родниковые пруды и зеленое оформление, очистка и углубление озера.

Характеристики родника «Ботанический»: дебит 0,05-0,8 л/с; температура летом +8-120С, зимой + 40С, рН 7,6; каптаж отсутствует; устье, русло: Сборный выход родников; русло завалено стволами и ветками деревьев и мусором.; суффозия слабая, качество воды: Прозрачная, без запаха, с небольшим болотным привкусом, слабая взвесь глины; СЭС-контроль не производился; экомониторинг не производится; растительность: тальник, береза, тополь, декоративные кустарники, камыш, трава; посещаемость как питьевого источника отсутствует; статус ООПТ - мезоландшафтный аквапарковый и эколого-гидрогеологический; рекомендации: обустройство каптажа, каскада прудов и зеленого оформления, очистка и углубление озера.

Характеристики родника «Университетский» (Рис. 2): дебит 0,5-0,8 л/с; температура летом +140С, зимой + 40С, рН 7,4-7,5; Eh 113 мв; минерализация 827 мг/л; NO₂ 0,1 мг/л; NO₃, 13,8 мг/л; каптаж отсутствует; устье, русло: заболоченный берег озера; замусоренное русло; суффозия отсутствует.

Характеристики родника «Дионисия» (Рис.3): дебит 0,25 л/с; температура летом +80С, зимой + 40С, рН 7,5; Eh 197 мв; минерализация 842 мг/л; NO₂ 0,007 мг/л; NO₃, 32,14 мг/л; каптаж отсутствует; устье, русло: один выход, глинисто – песчаное; суффозия средняя; качество воды: прозрачная, без запаха, приятного вкуса, с песчаной взвесью; СЭС-контроль не производился; экомониторинг авторский; растительность: тальник, черёмуха, берёзы, камыш, трава; посещаемость как питьевого источника: низкая, водохозяйственная; статус ООПТ - рекреационный, миллиландшафтный, эколого-гидрогеологический; рекомендации: обустроить [1].

Характеристики родника «Дионисия» (2015 год): NH₄ 0,05 мг/л, NO₂ 0,024 мг/л, NO₃ 25 мг/л, PO₄, 0,077 мг/л, Si, 30,8 мг/л, F 0,05 мг/л, Br 0,02 мг/л, Zn 0,0044 мг/л, рН 6,9; CO₂ 30,8 мг/л; CO₃ 3 мг/л; HCO₃- 400 мг/л; SO₄2- 51,8 мг/л Cl- 19,4 мг/л, общая жесткость 7,62 мгэ/л; Ca²⁺ 120; Mg²⁺ 19,8 мг/л; Na+25,6 мг/л; K+ 7,8 мг/л ; Fe общ. 0,32 мг/л ; минерализация 644,4 мг/л; электропроводность 0,754 мS/см. В сравнении с 2004 годом понизился рН, повысилось содержание NO₂, понизилось содержание NO₃.

Характеристики родника Святой Анны (2015 год) (Рис. 4) : NH₄ 0,12 мг/л; NO₂ 0,028 мг/л; NO₃ 13,1 мг/л; PO₄, 0,11 мг/л; Si, 17,6 мг/л; F 0,08 мг/л; Br 0,02 мг/л; Zn 0,0088 мг/л; рН 7,5; CO₂ 17,6 мг/л; CO₃ 3 мг/л; HCO₃- 457 мг/л; SO₄2- 49,5 мг/л Cl- 31,1 мг/л; общая жесткость 8,55 мгэ/л; Ca²⁺ 136; Mg²⁺ 21,3 мг/л; Na+31,2 мг/л; K+ 2,3 мг/л ; Fe общ. 0,15 мг/л ; минерализация 728,4 мг/л; электропроводность 0,817 мS/см.



Рис. 1 Родник «Ренкуль»



Рис. 2 Родник «Университетский»



Рис. 3 Ключ и пруд «Дионисия»



Рис. 4 Родник Святой Анны

По классификации вод В.И. Вернадского, воды по минерализации являются собственно пресными, по составу гидрокарбонатно- кальциевыми. По температуре родники классифицируются как холодные [5].

Родники и питающие их подземные воды во многом определяют несущие способности (градостроительные свойства) грунтов. При непрофессиональном подходе проявляют себя в формировании и протекании опасных для подземных и наземных сооружений экзогенных геологических процессов (подтопления, переувлажнения, заболачивания, мерзлотного лучения, неравномерной просадки грунтов, суффозии, оползневых явлений, коррозии). Всё это существенно снижает ценовую привлекательность городских территорий.

Родники города Томска имеют большую значимость и нуждаются в Государственном мониторинге. мониторинг нужно проводить в целях своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, выявления источников загрязнения, предотвращения негативных последствий, оценки эффективности осуществляемых мероприятий, информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов, для государственного контроля и надзора [4]. Особенности рельефа и достаточный расход позволяют обустроить Томские родники в виде каскадов. По мнению А.Д. Назарова, воды в Томском водоносном горизонте чистые, загрязняются только в месте выхода родников. Зачастую превышение нормативных содержаний в водах родников является следствием некачественно обустроенного каптажа или его отсутствия, а не особенностей исходного состава воды. Родники Томска имеют историческое, рекреационное, экологическое, туристическое значение. Поэтому их обустройство должно соответствовать значению.

Литература

1. Вертман Е.Г., Назаров А.Д. Отчет «Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников г. Томска». Томск: Фонды ТПУ, 2004.-201с.
2. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргин З.Н. Город и ландшафт. – М.: Мысль, 1986. – 188 с.
3. Назаров А.Д. Особенности режима и возможности обустройства «Университетского родника» // Известия Томского политехнического университета, 2010.
4. Латышенко К.П. Экологический мониторинг: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ). – Москва: Юрайт, 2016. – 376 с.
5. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. – М.: Госгеолтехиздат, 1955.
6. Разумовский Ю.В., Фурсова Л.М. Теодоронский В.С. Ландшафтное проектирование. – Москва: Издательство Форум, 2012. –158с.

БОР В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ НАБЕРЕЖНО-ЧЕЛНИНСКОЙ ПЛОЩАДИ**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 (около 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. 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 организация водохранилищ), 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 выявлена перспективность выявления питьевых подземных вод на Прикамском участке восточнее г. Набережные Челны. Качество воды в поисковых скважинах соответствует требованиям [2], за исключением содержания бора, ПДК которого в питьевых водах составляет 0,5 мг/л.

Ранее на левобережье Нижнекамского водохранилища выделена зона распространения борных вод, приуроченных к нижнеказанскому и шешминскому водоносным комплексам [3]. 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 раздражающим влиянием на желудочно-кишечный тракт, расстройствами репродуктивной функции, нарушениями углеводного обмена [1].

Повышенные (1,5-7,5 ПДК) концентрации бора на Набережно-Челнинской площади встречаются во всех водоносных комплексах, включая и основной продуктивный нижнеказанский (табл.).

Таблица

Содержания основных химических компонентов в подземных водах, мг/л

№ пробы	Возраст	Минерализация	Ca	Mg	Na+K	Fe	Cl	SO ₄	HCO ₃	B
1	P ₂ šš	2019,01	220,59	68,61	289,11	1,01	63,29	1190,1	170,8	3,73
2	Q	578,23	96,19	26,75	96,37	0,52	7,18	35,88	622,2	0,09
3	P ₂ kz ₁	810,32	76,15	36,48	251,16	0,54	23,49	161,31	829,6	0,88
4	P ₂ kz ₁	712,63	72,14	38,91	125,12	0,19	43,06	254,31	341,6	1,52
5	P ₂ kz ₁	762,31	84,17	41,34	127,19	0,10	39,15	275,71	275,7	1,79
6	P ₂ kz ₁	803	68	38	93,8	0,05	34,00	139	411	1,21
7	P ₂ šš	1095,29	132,26	48,64	165,83	0,15	37,19	541,53	329,4	2,75

Содержания бора в подземных водах на глубине 40-60 м изменяются от 0,8 до 1,5 мг/л (среднее содержание 1,2 мг/л), а на глубине 60-70 м — от 2,0 до 3,7 мг/л (среднее содержание 2,7 мг/л). Бор положительно коррелирует с хлор-, сульфат-ионами и общей минерализацией (рис. 1, 2). Между гидрокарбонатами и бором зависимость отсутствует.

Авторы продолжают исследования по поиску причин возникновения аномалий бора на левобережье Нижнекамского водохранилища. Повышенные содержания бора требуют применения специальных методов водоподготовки при эксплуатации подземных водозаборов на Набережно-Челнинской площади. Например, ПАО «КАМАЗ» сегодня использует баромембранную технологию очистки подземных вод от бора при розливе бутылированной воды для своих сотрудников.

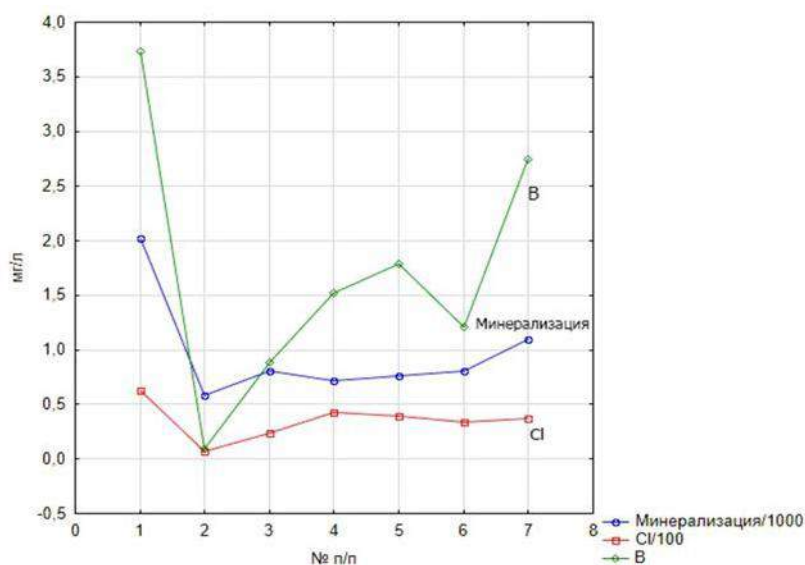


Рис. 1: Концентрации бора, минерализации и хлора в подземных водах. Номера проб см. табл. 1.

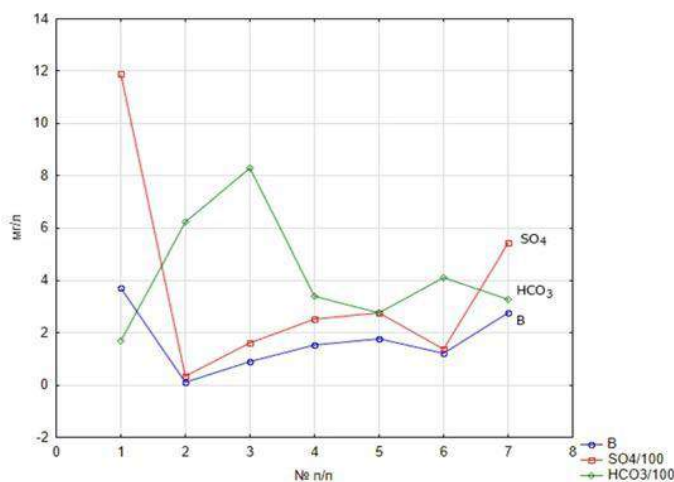


Рис. 2: Концентрации бора, сульфатов и гидрокарбонатов в подземных водах. Номера проб см. табл. 1.

Литература

1. Закутин В.П., Вавичкин А.Ю. Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2010. – № 1. – 30-39 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. Сунгатуллин Р.Х. Минеральные питьевые воды Республики Татарстан // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. – 2010. – Т. 152, кн. 3. – С. 223-237.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КИТАЙ)

Е.В. Зиппа

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев, доцент О.Г. Токаренко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Провинция Цзянси расположена в юго-восточной части Китайской Народной Республики и является одной из провинций, в границах которых широко распространены родники термальных вод. Началом основательному и детальному изучению терм рассматриваемой территории послужили работы 1979 г. Ли Сюэли [2], дальнейшие исследования были продолжены Чжаньюэ Сунь с 1988 г. [3] и осуществляются в настоящее время.

В пределах провинции выявлено около 96 родников различных по газовому и химическому составу, расположенных в пределах следующих геотермальных районов: Ганьбэй (северная часть провинции), Ганьчжун (центральная часть провинции), Ганьдуннань (южная часть провинции). Каждый геотермальный район включает в себя несколько подрайонов, в частности, рассматриваемые в настоящей работе, термальные воды приурочены к районам Лушань (Ганьбэй), Мааньпин-Линьчуань (восток Ганьчжун), Гансянь (запад Ганьдуннань) и Хенцзин (восток Ганьдуннань). Термы подрайонов в основном приурочены к глубинным разломам, некоторые из которых до сих пор отмечены высокой тектонической активностью. В геологическом отношении район исследований представлен песчаниками, сланцами, мигматитами, гранитами, конгломератами мелового, юрского, синийского, докембрийского и кембрийского периодов [5].

Термальные воды провинции Цзянси по газовому составу относятся к углекислым и азотным термам. В октябре 2015 года в пределах рассматриваемой территории при непосредственном участии автора статьи под руководством С.Л. Шварцева и Чжансюэ Сунь проведены экспедиционные исследования, в ходе которых опробованы 12 термальных родников на общий химический, микрокомпонентный и изотопный анализ. В настоящей работе рассматриваются результаты общего химического анализа, проведенного в аккредитованной лаборатории НОЦ «Вода» и в Центре химического анализа и физических испытаний Восточного Китайского технологического университета. Кроме того, в работе представлены результаты химического состава терм, полученные ранее Чж. Сунь. Химический состав термальных вод провинции Цзянси представлен в таблице.

Таблица

Химический состав термальных вод провинции Цзянси, мг/л

Геотермальный район	Подрайон	№	T, °C	M	pH	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SiO ₂	F ⁻	Химический тип
Углекислые термальные воды															
Ганьчжун (центральная часть Цзянси)	Мааньпин-Линьчуань	1	36	1263	6,30	744	43	10,8	132	130,0	15,5	102,2	80	4,9	HCO ₃ -Ca-Na
		2	41	287	6,91	127	38	2,7	9	51,0	3,0	6,0	45	4,7	HCO ₃ -Ca
		3*	53	346	7,64	140	50	2,1	12	61,8	2,9	15,2	57	4,6	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
		4*	58	987	7,77	98	465	16,9	221	39,0	0,2	19,5	118	9,6	SO ₄ -Na-Ca
Ганьдуннань (южная часть Цзянси)	Хенцзин (юго-восток)	5*	71	351	5,70	146	23	6,4	71	12,4	0,1	2,7	77	11,7	HCO ₃ -Na
		6*	27	3869	6,50	2253	350	50,7	970	106,9	10,4	81,9	43	3,6	HCO ₃ -Na
		7*	25	3331	6,52	1886	325	81,2	699	138,5	15,4	84,6	99	2,9	HCO ₃ -Na
		8*	44	718	6,63	277	115	28,7	154	52,3	0,3	6,9	82	1,9	HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca
		9*	48	2815	6,67	1004	765	70,2	679	117,1	10,9	71,8	94	2,9	HCO ₃ -SO ₄ -Na
		10	37	459	6,74	217	27	8,5	94	29,1	0,1	4,4	78	1,7	HCO ₃ -Na-Ca
		11	48	2770	6,77	1428	300	35,1	711	107,8	6,7	43,2	135	3,2	HCO ₃ -Na
		12*	55	3129	6,78	1820	257	35,5	703	90,0	6,1	59,2	151	7,2	HCO ₃ -Na
		13	73	299	7,30	106	17	8,5	71	9,9	0,1	3,1	81	1,6	HCO ₃ -Na
		14	72	364	7,53	146	26	7,1	71	12,2	0,1	3,7	83	14,3	HCO ₃ -Na
Азотные термальные воды															
Ганьбэй (северная часть Цзянси)	Лушань	15	71	412	8,60	186	14	5,5	110	1,7	0,0	-	80	15,0	HCO ₃ -Na
		16	69	369	8,61	174	13	5,0	89	2,1	0,2	1,7	70	14,0	HCO ₃ -Na
		17	65	399	8,62	186	11	5,4	110	1,9	0,0	-	70	15,0	HCO ₃ -Na
		18*	65	396	8,78	174	13	5,1	96	2,7	0,7	-	90	15,0	HCO ₃ -Na
Ганьдуннань (южная часть Цзянси)	Гансянь (юго-запад)	19*	38	315	8,70	127	17	6,2	72	3,8	0,02	1,9	68	15,6	HCO ₃ -Na
		20*	83	363	8,50	94	44	3,9	59	6,4	0,1	4,5	134	10,3	HCO ₃ -SO ₄ -Na
		21	82	376	8,50	131	18	4,3	76	4,2	0,05	5,1	116	14,6	HCO ₃ -Na
		22*	41	342	9,25	67	56	6,0	66	2,4	0,03	3,1	110	14,6	HCO ₃ -SO ₄ -Na
		23	43	521	6,86	250	25	5,0	91	24,5	0,5	8,3	107	9,4	HCO ₃ -Na

*[3, 4] результаты исследований Сунь Чж.

Результаты общего химического анализа термальных вод, показывают, что углекислые термальные воды обладают весьма пестрой минерализацией, варьирующей в пределах от 287 до 3869 мг/л, при этом значения pH колеблются от слабокислых до нейтральных (5,70-7,77) и в среднем составляют 6,8. По химическому составу углекислые термы в основном гидрокарбонатные натриевого типа, однако, следует отметить, что соотношение между элементами в различных родниках не одинаково, что подтверждается наличием углекислых терм HCO₃-Na-Ca, HCO₃-Ca-Na, HCO₃-SO₄-Na, HCO₃-SO₄-Na-Ca, HCO₃-SO₄-Na-Ca, и даже SO₄-Na-Ca типа. Следует отметить, повышенные концентрации HCO₃⁻, Na⁺, Si, иногда SO₄²⁻, Ca²⁺, и даже K⁺, но низкие значения Mg²⁺, Cl⁻, F⁻, за исключением родника № 14, где концентрация фтора весьма высока и достигает 14,3 мг/л.

Зависимость между соленостью углекислых терм и их pH прослеживается слабо, однако явно выражена корреляция между минерализацией и температурой. Так, с ростом температуры соленость углекислых терм уменьшается.

Азотные термальные воды провинции являются маломинерализованными (минерализация 315-521 мг/л), но всегда щелочными или сильно щелочными (pH 8,5-9,25), исключение составляет родник № 23, где pH

6,86. По химическому составу азотные термы, аналогично углекислым, являются гидрокарбонатного натриевого типа, но также отмечены родники $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ состава.

Соотношение между элементами в азотных термах среди катионов характеризуется явным доминированием иона Na^+ над ионами Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , а среди анионов – HCO_3^- . Рассматриваемые термы также содержат повышенные концентрации Si и F^- , концентрации которых соответственно варьируют в пределах от 70-134 мг/л и 9,4-15,6 мг/л.

Явно выражена зависимость солености азотных терм от их pH, а именно с ростом минерализации pH терм уменьшается. Прослеживается слабая зависимость солености терм и от их температуры. Так, с увеличением температуры азотных терм увеличивается и их соленость. Такая связь объясняется тем, что высокая температура свидетельствует о проникновении инфильтрационных вод на большую глубину, вследствие чего время взаимодействия воды с вмещающими горными породами увеличивается, что приводит к росту их солености. Но это обоснование относится лишь к карбонатной части вод, сульфатная же часть ионов ведет себя иначе: с ростом температуры содержания SO_4^{2-} уменьшается. В этой связи можно сделать вывод, что обогащение азотных терм карбонатными и сульфатными происходит из разных источников. Если карбонатные соли являются результатом гидролиза алюмосиликатов на всем пути движения терм, то сульфатные соли образуются только при наличии сульфидов и свободного O_2 , который появляется в воде в областях разгрузки [1].

На основании результатов химического анализа по известным методикам с использованием программного комплекса HydroGeo предварительно рассчитано равновесие термальных вод с ведущими минералами вмещающих пород. Так, несмотря на низкую соленость азотных терм, они насыщены к кальциту и флюориту, а также к альбиту. Углекислые термы в свою очередь являются равновесными с кальцитом и флюоритом и с алюмосиликатными минералами, такими как Na-монтмориллонит, альбит и Mg-монтмориллонит. Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что по химическому составу термальные воды провинции Цзянси являются гидрокарбонатными натриевыми. Соленость углекислых терм значительно выше солености азотных термальных вод, в то время как pH углекислых вод является в основном кислым, а pH азотных терм – щелочным. Характер зависимости минерализации от температуры углекислых и азотных термальных вод разнонаправленный. Если в углекислых термах с ростом температуры их соленость уменьшается, то в азотных термах зависимость обратная – с ростом температуры растет и их соленость, что свидетельствует о двух различных источниках карбонатов и сульфатов.

В углекислых термах установлены повышенные содержания HCO_3^- , Na^+ , Si , иногда SO_4^{2-} , Ca^{2+} , а в азотных термах – Na^+ , HCO_3^- , Si и F^- . Причинами низкого содержания одних химических элементов и высокого содержания других является непрерывное растворение алюмосиликатных минералов и одновременное осаждение большой группы вторичных минералов.

Равновесия исследуемых вод с минералами водовмещающих пород позволяет утверждать, что термальные воды рассматриваемой территории образуют с горными породами уникальную равновесно-неравновесную систему, эволюция которой протекает в условиях, когда подавляющая часть заимствованных из вмещающих пород химических элементов непрерывно связывается образующимися в этих условиях разнообразными вторичными минералами.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-55-53122 Геохимия азотных термальных вод Забайкалья (Россия) и провинции Цзянси (юго-восточный Китай).

Литература

1. Шварцев С.Л., Замана Л.В., Плюснин А.М., Токаренко О.Г. Равновесие азотных терм Байкальской рифтовой зоны с минералами водовмещающих пород как основа для выявления механизмов их формирования // Геохимия. 2015. № 6. – С.1-14.
2. Li X. The relationship between distribution of thermal waters and uranium mineralization in Jiangxi. Journal of East China Geological Institute, 1979. – 21-29 pp.
3. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh groundwater in the main landscape zone of the Earth ISSN 0016 7029, Geochemistry International, Vol. 46, No. 13, 2008. – pp. 1285–1398.
4. Sun Z.X. The formation conditions of hot springs in Jiangxi Province, SE-China. East China Geological Institute. 1988. – 50pp.
5. Sun Z.X., Liu J., Gao B. Hydrogeochemistry and Direct Use of Hot Springs in Jiangxi Province, SE-China Proceedings World Geothermal Congress, Bali, Indonesia, 2010. – 5pp.
6. Zhou W. Studies of geothermal background and isotopic geochemistry of thermal water in Jiangxi Province. China nuclear science and technology report, 1996. – 29pp.

РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ КАК ФАКТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК НА УЧАСТКАХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА «АЛЕКСАНДРОВСКОЕ – АНЖЕРО-СУДЖЕНСК»

Е.В. Иванова

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазовый комплекс играет важнейшую роль в социально-экономическом развитии Сибири, что определяет необходимость его безаварийного функционирования и актуальность соответствующих исследований. Как правило, основное внимание при определении основных факторов аварийности обычно

уделяется изучению причин отказов в энергоснабжении, механических повреждений и сбоев в работе электрооборудования [3]. Нами рассматривается несколько иной аспект проблемы, связанный с природными условиями. В частности, необходимо отметить тот факт, что основная часть нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных предприятий в Западной Сибири работают на территориях с высокой заболоченностью (более 20 %) и густой гидрографической сетью [2; 6].

Анализ природных условий на территории Томской области, выполненный нами ранее, позволил, во-первых, выявить статистически значимую прямую связь между количеством отказов технических систем на двенадцати нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождениях указанного региона, с одной стороны, общей площадью и периметром месторождений, протяжённостью водотоков и распространением низинных болот, с другой. Во-вторых, сделан вывод о том, что если связь с размерами месторождения объясняется общим увеличением сложности природно-техногенного комплекса, то значимая корреляция с другими показателями указывает на наличие методологических проблем в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов обустройства нефтяных месторождений. В-третьих, сделано предположение, что для уменьшения количества аварийных ситуаций в регионе целесообразно: 1) стремиться к уменьшению числа переходов через водные объекты; 2) активизировать исследования с целью разработки новых методов оценки деформаций русел и берегов болотных рек и озёр, максимального, среднего и минимального водного и твёрдого стока с болот и внутри их; 3) разработать новые способы укрепления дна и берегов болотных рек и озёр и мелиорации болотных систем [5].

С учётом этого ниже рассмотрен один из перечисленных вопросов, а именно – оценка русловых деформаций как фактора геоэкологического состояния водных объектов в районе размещения крупных нефтегазотранспортных систем на примере магистрального нефтепровода от с. Александровское в Томской области до г. Анжеро-Судженск в Кемеровской области. Северная часть этой территории расположена в зоне средней (примерно от с. Александровское до р. Васюган) и южной (от р. Васюган до г. Томск) тайги, средняя и восточная – в подтайжной зоне и зоне лесостепи. Нефтепровод пересекает большое количество притоков Оби разного порядка. Наиболее крупные из них (с севера на юг и далее на восток) – реки Васюган, Парабель, Чая, Шегарка, Томь, Яя, Кия, Чулым. Очень разные природные условия в водосборах пересекаемых рек и собственно размеры их водного и твёрдого стока определяют и очень существенные различия в устойчивости русел и их деформациях – от практически нулевых деформаций на некоторых малых водотоках до 5-10 м/год и более на р. Чулым [7].

Однако, несмотря на важность количественной оценки русловых деформаций, получение соответствующей достоверной информации сопряжено с целым рядом затруднений, в том числе со следующим: 1) у большинства существующих способов необходима разновременная русловая съёмка с интервалом не менее 5 лет на исследуемой реке или на реке-аналоге; 2) при проектировании объектов строительства на труднодоступных территориях тайжной, лесотундровой и тундровой зон Сибири данные русловых съёмок в разные годы (особенно с интервалом не менее 5 лет) обычно отсутствуют или не удовлетворяют требованиям по точности, установленным в [1]; 3) трудоёмкость инженерно-гидрометеорологических изысканий и сложность или невозможность получения расчётных параметров в сжатые сроки, определяемые для изысканий и проектирования; 4) высокая степень неопределённости при измерении или расчёте параметров, используемых в косвенных способах оценки и прогноза плановых (горизонтальных) деформаций речных русел; 5) существенные отклонения расчётных значений русловых деформаций от измеренных значений, если способ применяется в другом районе, при условиях, отличающихся от тех, которые учитывались при разработке того или иного способа (например, при наличии торфяных берегов) [7].

С учётом этого Савичевым О.Г. и Решетько М.В. была разработана методика оценки русловых деформаций гидрологически слабо изученных (или неизученных) равнинных рек тайжной зоны [4]. Методика основана на определении наибольших значений амплитуды изменения ширины и максимальной глубины потока при фиксированных уровнях воды. Её подробное описание приведено в [4; 7]. В данной работе выполнено усовершенствование этой методики, в рамках которого предпринята попытка использования вместо максимальной амплитуды среднего квадратического отклонения как статистически более обоснованной характеристики. При этом основной подход к оценке русловых деформаций заключается в следующем: 1) выбирается река-аналог или участок исследуемой реки, для которого имеется ряд измеренных значений уровней и расходов воды, ширины, средней и максимальной глубины, средней и максимальной скорости течения; 2) этот ряд разбивается на группы по фиксированным диапазонам изменения уровней воды (с учётом амплитуды их колебания; в данном случае принято 0,5 м); 3) для каждой группы рассчитывается среднее квадратическое отклонение для ширины и максимальной глубины потока; 4) максимальные значения среднего квадратического отклонения принимаются пропорциональными русловым деформациям (среднее квадратическое отклонение ширины соответствует плановой или горизонтальной деформации, а максимальной глубины – вертикальной деформации); 5) проводится анализ соответствия указанных величин и определяется коэффициент пропорциональности.

В результате выполненного исследования была выполнена оценка стандартных отклонений ширины и глубины рек тайжной и лесостепной зон Западной Сибири (табл.). Анализ полученных при этом материалов показал, что, во-первых, максимальное среднее квадратическое отклонение ширины потока составляет примерно 70,2 % от средней максимальной амплитуды изменения ширины потока, а максимальное среднее квадратическое отклонение максимальной глубины – 65,7 % от средней максимальной амплитуды изменения максимальной глубины потока.

Таблица

Максимальные средние квадратические отклонения на исследуемых реках

Река	Ширина потока В, м		Глубина потока h _{max} , м	
	Уровень, см	Значение δ_{max}	Уровень, см	Значение δ_{max}
Васюган-Майск	451-500	2,50	401-450	0,31
Васюган-Ср.Васюган	651-700	3,13	51-100	0,42
Васюган-Наунак	401-450	4,18	601-650	0,53
Парабель-Новиково	201-250	6,35	751-800	0,44
Чая Подгорное	51-100	5,74	201-250	0,55
Шегарка-Бабарькино	601-650	3,16	651-700	0,61
Шегарка-Пономаревка	351-400	5,97	301-350	0,30
Яя-Яя	301-350	9,94	301-350	0,37
Яя-Семеновское	501-550	15,31	601-650	1,45
Яя-Усманка	-50-0	11,97	451-500	1,44
Кия-Окунеево	851-900	12,70	851-900	0,54
Кия-Мариинск	51-100	25,66	451-500	0,33
Чулым Коммунарка	301-350	51,55	451-500	1,48

Во-вторых, наибольшие плановые и вертикальные деформации чаще приурочены к спаду половодья. С учётом этого для снижения риска аварий на нефтепроводе «Александровское – Анжеро-Судженск», связанных с плановыми деформациями, рекомендуется проводить осмотр берегов в весенне-летний период и укрепление берегов в диапазоне до 1 м БС для рек Чаи, Кии в г. Мариинск, Яи в д. Усманке, 2-4 м – для рек Парабель, Чулым, 4-7 м для Васюгана, Шегарки и т.д. В случае же предупреждения вертикальных деформаций целесообразно дополнительно проводить осмотр дна в осеннее время и углубление трубопровода на отметки, расположенные ниже приведённых в таблице значений.

Литература

1. ВСН 163-83. Ведомственные строительные нормы. Учёт деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госкомгидромет, 1985. – 142 с.
2. Нейштадт М.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири / отв. ред. М.И. Нейштадт. – М.: Наука, 1977. – С. 39–48.
3. Парфенов А.В., Чухарева Н.В., Громаков Е.И., Тихонова Т.В. Определение факторов аварийности газоперекачивающих агрегатов на примере эксплуатации компрессорных станций Западно-Сибирского региона [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело. 2013 № 03. С. 374-385. – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV_1.pdf
4. Патент 2468337 Российская Федерация, G01C. Способ измерения и долгосрочного прогноза деформаций речных русел при отсутствии русловых съёмки [Текст] / Савичев О.Г., Решетько М.В.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет (RU). — № 2468337; заявл. 06.12.2011; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33. — 3 с
5. Савичев О.Г., Иванова Е.В., Паромов С.В. Влияние природных условий на аварийность производственных объектов нефтегазового комплекса Томской области // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. № 3, С. 155-159.
6. Matveenko I.A., Savichev O.G., Bazanov V.A., Ivanova Ye.V. Spatial-Temporal Regularities in Changing Chemical Composition of Bog Waters in Taiga Zone of Western Siberia // Procedia Chemistry. 2015. Vol.15 (16th International Scientific Conference “Chemistry and Chemical Engineering in XXI century” dedicated to Professor L.P. Kulyov, CCE 2015), Pp. 206-212.
7. Savichev O.G., Reshetko M.V., Matveenko I.A., Ivanova Ye.V. Evaluation of plain river channel deformation in the absence of observation data // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (012027). 2015. 24. 6 p. doi:10.1088/1755-1315/24/1/012027.

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЗАПАДНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЫВЫ

К.Ю. Иванова

Научный руководитель доцент А.А. Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основой функционирования живого организма являются процессы обмена веществ (или метаболизма) то есть наборы химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Важную роль в этих процессах играют химические элементы, содержание которых в тканях организма не превышает 10^{-3} — 10^{-12} % и которые относят к микроэлементам [1].

Согласно [2], элементы, обнаруженные в организме человека, делят на три группы: жизненно необходимые (эссенциальные), элементы с малоизученной или неизвестной ролью и вероятно (условно) необходимые (условно эссенциальные). По мнению Agget P. [3] к числу жизненно необходимым для организма человека элементам относятся железо, цинк, медь, марганец, селен, молибден, хром, кобальт. Так, например,

главной функцией железа в организме человека является перенос кислорода и участие в окислительных процессах, процессах выделения энергии [4]. Немаловажную роль выполняет цинк, который требуется для синтеза белков, в т.ч. коллагена и формирования костей, а для поддержания нормальной структуры костей, хрящей, сухожилий, эластичности стенок кровеносных сосудов, легочных альвеол, кожи требуется присутствие в организме человека меди. Марганец, молибден, кобальт и хром участвуют в многочисленных ферментативных процессах [4].

Одним из весьма важных источников поступления микрокомпонентов в организм человека и главным исполнителем элементарного дефицита является вода, потребляемая человеком в питьевых целях. Подземные воды Республики Тыва являются ярким примером использования вод для поддержания в организме жизненно необходимого баланса элементов. На протяжении многих лет население республики активно использует природные подземные воды в питьевых целях для поддержания здоровья и лечения различного рода заболеваний [5]. В настоящее время на территории республики зафиксировано и обследовано более 100 источников [6].

Исследованием химического состава природных подземных вод Тывы с целью изучения их питьевых и бальнеологических свойств начиная с 60-х годов и до настоящего времени занимаются ученые Тывы, с участием ученых НИИ ТПУ и Томского НИИ курортологии и физиотерапии ФМБА России. Летом 2013 года проведены полевые и лабораторные исследования химического состава подземных вод на территории Западной и Центральной Тывы для уточнения ранее полученных данных и новых с применением современных методов анализа.

Целью данной работы является изучение распространенности эссенциальных элементов в природных подземных водах Западной и Центральной Тывы, используемых в питьевых целях. В основу работы положены результаты лабораторных исследований химического состава вод 28 родников Западной и Центральной Тывы.

Природные подземные воды родников исследуемой территории Тывы различны по своему химическому составу и минерализации (таблица). Они имеют благоприятные органолептические свойства, прозрачны, без запаха и с приятным вкусом. По кислотности свойствам эти воды преимущественно нейтральные с величиной рН от 6,5 до 7,3. По степени минерализации воды исследуемых источников относятся к двум классам – пресные и солоноватые. Первый класс вод с минерализацией от 0,04 до 0,7 г/л имеет наибольшее распространение на этой территории [5]. В их химическом составе главенствующую роль среди анионов занимает гидрокарбонат ион. При этом катионный состав вод весьма разнообразен и среди них встречаются магниевые-кальциевые, кальциевые-магниевые, натриево-кальциевые, магниевые-натриевые, натриево-магниевые. Второй класс солоноватых вод с минерализацией от 1,4 до 5,6 г/л характеризуется разнообразным химическим составом. В катионном составе встречаются ионы гидрокарбоната, которые с ростом минерализации вод сменяются сульфат-ионом, а затем хлорид – ионом. Анионный состав представлен преимущественно ионами магния и натрия.

Анализ данных по содержанию в исследуемых водах микрокомпонентов показал, что количество кобальта, меди и хрома, как в пресных, так и солоноватых водах не превышают 0,001 мг/л. Исключение составили воды источника Ажыг-Суг, где их содержания составляют 0,96; 0,138 и 0,011 мг/л соответственно. Кроме того, высокие концентрации выявлены у хрома в водах источников Алаш (0,0042 мг/л) и Терек-Доргун (0,0028 мг/л) (Таблица 1). Стоит отметить, что содержания кобальта, меди и хрома незначительно превышают их средние значения для провинции горных областей. Концентрация железа в исследуемых водах изменяется от тысячных долей миллиграмма (0,0025 мг/л) и возрастает до сотых (0,071 мг/л). Максимальные его содержания обнаружены в солоноватых водах источников Ажыг-Суг (17,22 мг/л) и Сенек нижний (0,401 мг/л). Концентрация молибдена в водах варьирует в широких пределах (от 0,0011 до 0,085 мг/л) и находится на уровне фоновых значений (0,00286 мг/л) либо его превышает. На уровне сотых долей миллиграмма наблюдается содержание в этих водах цинка, что близко к фоновым содержаниям компонента в водах провинции горных областей. Однако имеются единичные значения, когда его концентрация достигает 0,25 мг/л и 1,49 мг/л в пресных (ист. Суглуг-Ой) и солоноватых водах (ист. Ажыг-Суг) соответственно. Марганец в водах источников содержится преимущественно в сотых долях миллиграмма. Его максимально высокие значения 0,73 мг/л и 16,9 мг/л наблюдаются в сульфатных солоноватых водах. Обращает на себя внимание распространенность селена в исследуемых водах, где его содержание варьирует от 0,009 до 0,097 мг/л, что значительно превышает фоновый уровень (<0,002 мг/л) для вод провинции горных областей.

Важнейшей характеристикой питьевых вод является безопасное содержание в них, так называемых, нормируемых элементов, т.е. элементов, повышенное содержание которых оказывает неблагоприятное физиологическое воздействие на организм человека и поэтому подлежат строгому контролю [8]. К их числу относятся указанные выше микрокомпоненты. В подавляющем большинстве средние содержания этих элементов значительно ниже допустимых для питьевых вод концентраций (ПДК). Это значит, что в естественных условиях формирующиеся фоновые воды содержат большую часть химических элементов в таких концентрациях, которые не вредны для здоровья человека [8]. К их числу относятся кобальт, молибден, медь, хром и цинк. Как видно из таблицы 1, исключением является селен, содержание которого в водах 14 источников превышает ПДК. Возможно, воды этих источников относятся к группе минеральных с бальнеологическими свойствами, что требует дальнейших исследований. Отмеченные единичные случаи превышения норм для питьевых вод по кобальту, железу и марганцу, относятся к группе солоноватых вод, имеющих ограничения в питьевом использовании населением. Их преимущественное назначение – внешнее применение для ванн и душа.

Таблица

Распространённость эссенциальных элементов в природных подземных водах Западной и Центральной Тывы

Название источника	pH, ед. рН	М, г/л	Содержание, мг/л								Тип воды
			Co	Mo	Se	Fe	Mn	Cu	Cr	Zn	
ПДК[7], не более	6-9	1,0	0,1	0,25	0,01	0,3	0,1	1	0,05	5	Тип воды
НПБЗК [8]	-	-	0,0075	0,00625	0,00375	0,375	0,0925	0,0875	0,00375	0,325	
Среднее содержание в подземных водах зоны гипергенеза провинции горных областей [9]	7,46	-	0,00145	0,00286	<0,002	-	0,0211	0,00283	0,00114	0,0271	
<i>Пресные воды</i>											
Шивилиг	6,5	0,04	<0,001	0,012	0,016	<i>0,061</i>	<i>0,018</i>	<0,001	<0,001	<i>0,031</i>	HCO ₃ (Na-Ca)
Ала Тайга, нижн.	6,2	0,1	<0,001	<i>0,0017</i>	0,011	<i>0,053</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,016</i>	HCO ₃ -Ca
Аспаты	7,1	0,1	<0,001	<i>0,0023</i>	0,008	<i>0,122</i>	<i>0,0084</i>	<0,001	<0,001	<i>0,013</i>	HCO ₃ (Mg-Ca)
Бел	6,9	0,1	<0,001	<i>0,0017</i>	0,097	<i>0,057</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,013</i>	HCO ₃ -Ca
Терек-Доргун	6,1	0,2	<0,001	<i>0,0019</i>	0,011	<i>0,051</i>	<i>0,023</i>	<0,001	0,0028	<i>0,028</i>	HCO ₃ (Ca-Mg)
Талдыг-Ой	7,7	0,2	<0,001	0,085	0,013	<i>0,033</i>	<i>0,01</i>	<0,001	<0,001	<i>0,01</i>	HCO ₃ -Ca
Час-Адыр (основной)	7,6	0,3	<0,001	<i>0,0013</i>	0,009	<i>0,039</i>	<i>0,013</i>	<0,001	<0,001	<i>0,028</i>	HCO ₃ -Ca
Алаш	6,7	0,3	<0,001	<i>0,0046</i>	0,022	<i>0,026</i>	<i>0,012</i>	<0,001	0,0042	<i>0,021</i>	HCO ₃ (Ca-Mg)
Устуун-Доргун	7,0	0,3	<0,001	0,011	0,028	<i>0,078</i>	<i>0,0094</i>	<0,001	<0,001	<i>0,022</i>	HCO ₃ (Na-Ca)
Талдык-Чарык	7,5	0,4	<0,001	<i>0,004</i>	0,012	<i>0,052</i>	<i>0,01</i>	<0,001	<0,001	<i>0,019</i>	HCO ₃ (Na-Ca)
Сулуг-Ой	7,7	0,4	<0,001	<i>0,0027</i>	0,011	<i>0,023</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,245</i>	HCO ₃ (Na-Ca)
Час-Адыр (горячий)	6,6	0,4	<0,001	<i>0,0049</i>	0,009	<i>0,023</i>	<i>0,012</i>	<0,001	<0,001	<i>0,016</i>	Cl-HCO ₃ (Na-Ca)
Чолдак-Чыраа-Булак	7,3	0,4	<0,001	<i>0,0028</i>	0,016	<i>0,027</i>	<i>0,0098</i>	<0,001	<0,001	<i>0,012</i>	HCO ₃ (Mg-Ca)
Хатыг-Чазы	6,9	0,5	<0,001	0,013	0,016	<i>0,032</i>	<i>0,023</i>	<0,001	<0,001	<i>0,028</i>	HCO ₃ (Na-Mg)
Ак-Холь	7,1	0,5	<0,001	0,0096	0,013	<i>0,061</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,026</i>	Cl-HCO ₃ -Na
Адарган	7,0	0,5	<0,001	<i>0,0036</i>	0,016	<i>0,02</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,013</i>	HCO ₃ -SO ₄ (Mg-Ca)
Дытгыг-Дергун	7,3	0,5	<0,001	<i>0,0011</i>	0,011	<i>0,071</i>	<i>0,011</i>	<0,001	<0,001	<i>0,024</i>	HCO ₃ (Ca-Mg)
Сенек, верхний (выход 2)	7,0	0,7	<0,001	0,0063	0,006	<i>0,039</i>	<i>0,013</i>	<0,001	<0,001	<i>0,036</i>	HCO ₃ (Mg-Na)
Сенек, верхний (выход 4)	7,0	0,7	<0,001	0,008	0,052	<i>0,03</i>	<i>0,003</i>	<0,001	<0,001	<i>0,014</i>	HCO ₃ (Mg-Na)
<i>Солоноватые воды</i>											
Уттуг-Дуруг	7,2	1,4	<0,001	0,0061	0,018	<i>0,0061</i>	<i>0,014</i>	<0,001	<0,001	<i>0,015</i>	HCO ₃ -SO ₄ (Mg)
Улаатай (горный)	7,3	1,9	<0,001	<i>0,0021</i>	0,009	<i>0,0025</i>	<i>0,017</i>	<0,001	<0,001	<i>0,015</i>	HCO ₃ -Mg
Улаатай (речной)	7,1	1,9	<0,001	<i>0,0022</i>	0,009	<i>0,033</i>	<i>0,017</i>	<0,001	<0,001	<i>0,014</i>	HCO ₃ -Mg
Сенек, нижний	7,2	2,6	<0,001	0,015	0,026	0,401	0,732	<0,001	<0,001	<i>0,046</i>	SO ₄ -Cl (Mg-Na)
Коош-Терек	6,6	3,1	<0,001	0,0072	0,061	<i>0,095</i>	<i>0,0096</i>	<0,001	<0,001	<i>0,03</i>	Cl-Na
Хурегечи, верхн.	6,4	3,5	<0,001	<i>0,0022</i>	0,044	<i>0,045</i>	<i>0,0055</i>	<0,001	<0,001	<i>0,019</i>	Cl-Na
Хурегечи, нижн.	7,2	3,6	<0,001	0,0082	0,040	<i>0,041</i>	<i>0,0027</i>	<0,001	<0,001	<i>0,013</i>	SO ₄ -Cl (Ca-Na)
Ажыг-Суг	2,3	5,6	0,96	<i>0,0012</i>	0,063	17,22	16,9	0,138	0,011	1,493	SO ₄ -Mg

Примечание: М – минерализация вод; жирным шрифтом выделены содержания компонента, превышающие ПДК; курсивом выделены содержания компонента, не достигающие НПБЗК

Вместе с тем, с точки зрения физиологической полноценности питьевых вод важен не только верхний предел содержаний в них компонента (ПДК), но и его минимальное количество или нижний предел биологически значимой концентрации компонента в воде (далее НПБЗК), при котором поступление элемента в организм с водой может сказаться на общем микроэлементном балансе человека [9]. Выход содержания компонента за нижнюю границу НПБЗК может вызвать его дефицит в организме человека и тем самым нарушить микроэлементный баланс. В подземных водах Тывы данные по уровню содержания в них исследуемых микрокомпонентов с позиции их достаточности для обеспечения ежесуточной потребности для человека показывают их неоднозначное положение. Содержание большинства представленных эссенциальных элементов не достигает значений НПБЗК. Так, например, концентрация кобальта в исследуемых водах менее 0,001 мг/л при НПБЗК 0,0075 мг/л, как железо и марганец, количество которых также находятся на более низком уровне, чем установленный для них НПБЗК. В тоже время количество селена и молибдена в большинстве источников, а также в единичных случаях меди, цинка и хрома находится в достаточных с позиции биологической значимости количествах.

Таким образом, распространённость эссенциальных элементов в природных водах родников Западной и Центральной Тывы разнообразна. Содержание большинства микрокомпонентов находится на безопасном для здоровья человека уровне, а в некоторых случаях может способствовать регулированию микроэлементного баланса в организме либо его поддержанию при использовании этих вод в питьевых целях.

Литература

1. Зацепин С.Т. Костная патология взрослых: Руководство для врачей. – М.: Медицина, 2001. – 640 с.
2. Авцын А.П. и др. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология/ А.П. Авцын, А.А. Жаворонков М.А. Риш, Л.С. Строчкова; АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

3. Agget P. I., Physiology and metabolism of essential trace elements: An outline//Clin. Endocrinol.Metab.-1985.-Vol.14, № 3. – P.513–543
4. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 216 с.
5. Хвощевская А.А., Копылова Ю.Г., Шестакова А.А. Природные питьевые воды приоритетного качества Западной Тувы/ Питьевые воды Сибири – 2014: материалы научно-практической конференции/Под ред. Ю.И. Винокурова, Ю.А. Рахманинова.–Барнаул: Принтэкспресс, 2014. –120 с.
6. Хвощевская А.А., Иванова К.Ю. Водные ресурсы как основной фактор развития туристско-рекреационного потенциала республики Тыва // Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции.- Томск, 2015. – С. 249-253.
7. СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
8. Барвиш М.В., Шварц А.А. Новый подход к оценке микрокомпонентного состава подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология.2000, №5 – с.467-473
9. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1978. – 287 с.

ОЗЕРО КИРАН – ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

К.О. Колесникова

Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева

Забайкальский государственный университет, г.Чита, Россия

Озеро Киран – бессточное солёное озеро в Республике Бурятия, лежащее в долине реки Чикой, в 30 км восточнее города Кяхта. Впервые описано в литературе естествоиспытателем и путешественником П.С. Паласом в 1773 году. В 1825 году здесь была построена первая грязелечебница. С 1980 года по решению Совета Министров Бурятской АССР озеру присвоен статус гидрогеологического памятника природы федерального значения [2].

Озеро находится в рифтовой котловине, проходящей вдоль глубинного разлома, вытянутой с юго-запада на северо-восток. Озерная котловина окружена Малханским хребтом, состоящим из отдельных вершин, отделённых друг от друга неглубокими седловинами. Восточная сторона примыкает к р.Чикой, где на берегу озера расположен курортный посёлок Киран.

Среднее значение площади водоёма составляет 0,9 км², в сезон дождей - до 1,5 км². Длина озера колеблется от 1 до 3 км, ширина в среднем – 700 м. Прибрежная почва глинисто-песчаная. Озеро неглубокое, с теплой водой и обильной водной растительностью[4].

Лечебная грязь озера Киран имеет высокую концентрацию минералов, солей и микроэлементов, а также биологически активные вещества. Уникальные геологические и климатические условия обусловили образование в толще земли особого вида минеральной грязи, относящейся к группе хлор-магний-натриево-сульфатных илов.

Образование грязи – сложный тысячелетний процесс взаимодействия воды, растворенных в ней солей, почвы, бактерий с продуктами распада животных организмов и растений. Грязь представляет собой гомогенную пластичную пасту от черного до темно-серого цвета с характерным серным запахом и очень соленым вкусом. Пелоиды имеют высокий качественный показатель – грязевой коэффициент выше 6,7. Уникальность пелоидов заключается в минеральной насыщенности (более 20 видов микро- и макроэлементов), мелкодисперсности частиц (до 40 микрон), коллоидности структуры. Благодаря этому, грязь обладает высокой теплопроводностью и пониженной конвекцией (свойством переноса тепла от частицы к частице), что определяет долгое сохранение температурного режима. Мощность грязевых пластов доходит до 2 метров, минерализация грязевого раствора колеблется в пределах от 24,2 до 93,8 г/л, рН - 8,- 9,1.

Тепловое воздействие грязи на организм человека способствует глубокому прогреванию тканей, расширению сосудов, ускорению обменных процессов, оказывает иммуномодулирующее воздействие. Предельная температура применения грязи озера Киран – 42 градуса.

Вода озера – горько-солёная, гидрокарбонатно-хлоридная магниевая-натриевая с минерализацией 3 г/л, щелочная (рН=9). Рапа озера содержит бром, ортоборную кислоту, сероводород, сульфиды железа [3].

Грязевые илы озера Киран отнесены к иловым сульфидным высокоминерализованным лечебным грязям. Показаниями к наружному применению являются болезни системы кровообращения, нервной и костно-мышечной системы, органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы.

Интересен факт, что жидкая и грязевая фаза по составу практически идентичны грязево-водной составляющей Мертвого моря.

Мертвое море – уникальный природный памятник и естественная лечебница, расположенная между Израилем и Иорданией. Данный водоём является частью Великого Сирийско-Африканского разлома. Лечебные свойства воды и грязи известны еще с глубокой древности [1]. Использование донных отложений моря делает возможным успешное лечение следующих заболеваний: кожные, мышечные и общие, респираторные, андрологические, неврологические.

Органическую натуральную грязь Мертвого моря добывают из донных отложений. Грязь выглядит, как темно-серая густая масса, обладающая неповторимым составом. В ней много бетонита, кварцевых частиц, белой глины, слюды, калиевых и бромистых солей, полевого шпата, йодистых и магниевых соединений, железа,

марганцовокислых и кобальтовых солей, а также газообразных веществ: сероводорода, метана, углекислоты, азотистых соединений и др. Многие целебные свойства обусловлены присутствием в грязях бромидных и сульфатных соединений электролитов, которые в некотором количестве обнаруживаются в сыворотке человеческой крови и лимфатической жидкости. Такие соединения, всасываясь в кровь, насыщают её необходимыми веществами. Неповторимость грязи состоит также в её консистенции – мельчайшие грязевые частицы позволяют полезным веществам беспрепятственно проникать сквозь кожные покровы глубоко в ткани организма. Грязевая масса легко наносится и смывается с кожи.

Пелоиды Мертвого моря имеют высокий качественный показатель – грязевой коэффициент - 7,8. Лечебная грязь Мертвого моря из Израиля является лидирующей в перечне целебных природных ресурсов.

Если сравнить некоторые показатели жидкой и грязевой фаз озера Киран и Мертвого моря, то можно говорить об идентичности их состава.

Таблица 1

Результаты сравнения показателей жидкой и грязевой фаз Мертвого моря и озера Киран

Наименование характеристик	Мертвое море	Озеро Киран
Цвет рапы	Черно-серый	
Запах воды и рапы	Сероводородный	
Вкус воды	Горько-солёный	
Минерализация рапы	300г/л	90-100 г/л
Ионный состав	Гидрокарбонатно-хлоридная магниевно-натриевая	
рН	9,0	9,0
Содержание сульфидов	0,4 %	0,2 %
Содержание ортоборной кислоты	42 мг/дм ³	20 мг/дм ³
Содержание брома	6 мг/дм ³	4 мг/дм ³
Группа г/г режима	Бессточное	
Основные микроэлементы	Медь, цинк, кобальт, калий, сера, йод	
Органические составляющие грязи	Валериановая, муравьиная, гуминовая и др. органические кислоты	
Летучие компоненты	Аминные и серные соединения, углеводороды, азотистые вещества	

Безусловно, грязелечение на курортах и в лечебницах побережья Мертвого моря в Израиле принесет огромную пользу. Однако, есть возможность получить подобное лечение и в России на берегах затерянного озера Киран.

Литература

1. Бычков Ю. Н. Иордания: святая земля -2 // Вояж и отдых, 1998, № 3.
2. Жинкин В. Н. Киранское горько-солёное озеро, как грязелечебный курорт // Жизнь Бурятии. Верхнеудинск. № 6, декабрь 1924 года. стр. 67-71.
3. Иметхенов А. Б. Памятники природы Бурятии, 156,[1] с., [24] л. ил. ил. 21 см, Улан-Удэ Бурят. кн. изд-во 1990.
4. Некипелов А. Д. и др. Новая Российская Энциклопедия, т. 1. — М.: Энциклопедия, 2003. — 969 с

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УЕЗД ЧОДОНЬ, ПРОВИНЦИИ ВАККАН (ВЬЕТНАМ)

Нгуен Ван Луен

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северная часть Вьетнама богата минеральными ресурсами. В частности, здесь обнаружены значительные запасы железных, марганцевых и комплексных руд (цинк, свинец), строительных материалов. В настоящее время разрабатывается только часть разведанных месторождений и проводятся активные действия по освоению новых объектов, что, с одной стороны, создаёт предпосылки для дальнейшего социально-экономического развития региона [1–4]. С другой стороны, особую актуальность приобретают геоэкологические исследования в рамках изучения региональных условий формирования химического состава и качества компонентов окружающей среды, особенно подземных вод, испытывающих самое непосредственное воздействие в процессе добычи полезных ископаемых и иных видов хозяйственной деятельности. Именно такая цель и была поставлена авторами на примере уезда Чодонь, расположенного на севере Социалистической республики Вьетнам.

Анализ имеющихся данных показал, что изученные подземные воды по условиям залегания – грунтовые; в соответствии с классификациями О.А. Алёкина [6] по минерализации – «пресные» со средней и реже – малой минерализацией, по химическому составу – гидрокарбонатные кальциевые I, II и III типов; по величине рН – слабощелочные и нейтральные; по жёсткости – от очень мягких до умеренно жёстких (табл. 1). Воды содержат незначительное количество органических веществ по перманганатной окисляемости. В ряде случаев

выявлено значительное превышение нормативов хозяйственно-питьевого водоснабжения, установленных по величине рН и содержанию Fe, Zn, Cd, Mn, As, Si, Al. При этом необходимо отметить, что установлено статистически значимое (при уровне значимости 5 %) различие выборок содержаний NO_3^- , Zn, Mn, As в подземных водах в водосборах рек Бан Тхи и Дай по дисперсии (табл. 1, 2). Этот факт объясняется, видимо, как наличием ореолов техногенного рассеяния, сформировавшихся при добыче свинцово-цинковых руд в водосборе р. Бан Тхи, так и более высоким природным «фоновым» содержанием ряда химических элементов в горных породах и подземных водах, которые с ними взаимодействуют.

Таблица 1

Средние значения рН, удельной электропроводности, суммы растворённых веществ, концентраций соединений азота и железа в подземных водах и глубины пробоотбора в уезде Чодонь за 2010-2015 гг.

Территория	Показатель	рН, ед. рН	УЭП, мкС/см	$\Sigma_{\text{ми}}$, мг/дм ³	NH_4^+ , мг/дм ³	NO_2^- , мг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	Fe, мг/дм ³	Глубина пробоотбора, м
Водосбор р. Бан Тхи	A	6.64	260	235.4	0.104	0.010	5.120	0.148	18.00
	G	6.60	251	226.9	0.048	0.007	3.459	0.106	14.32
	σ	0.76	77	71.2	0.108	0.008	4.318	0.120	13.37
	N	19	13	13	4	4	4	4	5
Водосбор р. Дай	A	6.79	308	281.2	0.058	0.009	2.124	0.216	15.17
	G	6.74	289	262.0	0.027	0.008	1.782	0.201	10.54
	σ	0.80	117	112.1	0.078	0.004	1.253	0.082	14.93
	N	18	12	12	8	8	8	8	6
Уезд Чодонь в целом	A	6.73	283	257.0	0.076	0.009	3.626	0.182	18.50
	G	6.69	269	242.9	0.036	0.008	2.489	0.148	13.41
	σ	0.76	98	92.7	0.084	0.005	3.297	0.101	14.78
	N	39	27	27	13	13	13	13	12
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.27	0.56	0.57	0.35	0.04	0.74	0.48	0.13
	$F/F_{5\%}$ %	0.42	0.67	0.72	0.32	0.58	2.02	0.36	0.17

Примечание: A – среднее арифметическое; G – среднее геометрическое; σ – среднее квадратическое отклонение; N – количество проб; $t/t_{5\%}$ – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Стьюдента; $F/F_{5\%}$ – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Фишера.

Наиболее высокие концентрации изученных микроэлементов часто отмечаются в месяцы с максимальным атмосферным увлажнением (с мая по октябрь), хотя имеются и определённые отличия, связанные с приуроченностью к первой или второй половине периода дождей. Объём имеющихся данных не очень велик (до 39 проб). Тем не менее, в первом приближении можно сделать вывод, что в первом случае в подземных водах района исследований наиболее вероятно обнаружение повышенных концентраций Cu, Cd, Pb, а во втором – Zn (рис. 1), Mn, Hg, As. В свою очередь, скорость водообмена регулирует общее время взаимодействия в системе «вода – порода» и количества выносимых из этой системы относительно устойчивых (при определённых условиях) продуктов химических реакций, образующих «защитный слой». Кроме того, в условиях низкогогорья создаются благоприятные условия для поддержания окислительной обстановки.

Таблица 2

Средние значения концентраций микроэлементов в подземных водах в уезде Чодонь за 2010-2015 гг.

Территория	Показатель	Zn	Cd	Pb	Cu	Mn	Hg	As
Водосбор р. Бан Тхи	A	0.6550	0.0004	0.0012	0.0110	0.1400	0.0001	0.0044
	G	0.0958	0.0001	0.0011	0.0055	0.0433	0.0001	0.0031
	σ	1.3208	0.0008	0.0008	0.0133	0.2785	0.0000	0.0041
	N	19	19	19	4	15	17	17
Водосбор р. Дай	A	0.0309	0.0005	0.0014	0.0105	0.0660	0.0001	0.0038
	G	0.0165	0.0001	–	0.0063	0.0440	0.0000	0.0020
	σ	0.0384	0.0009	0.0011	0.0080	0.0690	0.0000	0.0074
	N	18	18	18	8	10	16	16
Уезд Чодонь в целом	A	0.3398	0.0004	0.0013	0.0146	0.1069	0.0001	0.0040
	G	0.0430	0.0001	–	0.0072	0.0423	0.0000	0.0024
	σ	0.9614	0.0008	0.0009	0.0168	0.2163	0.0000	0.0057
	N	39	39	39	13	26	34	34
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.96	0.31	0.25	0.03	0.38	0.93	0.14
	$F/F_{5\%}$	446.33	0.45	0.67	0.47	4.29	0.48	1.16

Во внутригодовом изменении удельной электропроводности и общего содержания растворённых солей в подземных водах (по величине $\Sigma_{\text{ми}}$) статически значимые связи со средними значениями атмосферных осадков или номером гидрологического года не выявлены, что связано, предположительно, наложением двух разнонаправленных процессов: 1) увеличением времени взаимодействия воды и горных пород в «сухой» сезон; 2) усилением во время продолжительных дождей выноса веществ, ранее накопленных на поверхности водосборов и в водоносных отложениях.

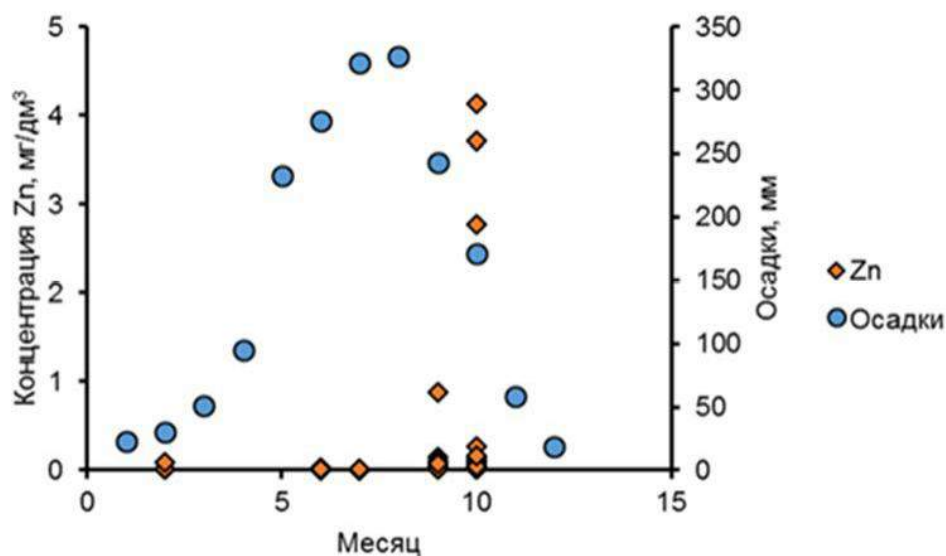


Рис. 1. Внутригодовое распределение концентраций Zn в подземных водах водосбора р. Бан Тхи за 2010–2015 г

Подземные воды вод в уезд Чодонь провинции Баккан, характеризуются в целом как пресные, гидрокарбонатные кальциевые, слабокислые или нейтральные. В ряде случаев они содержат Fe, Zn, Cd, Mn, As, Al, Si в количестве, заметно превышающем установленные в Российской Федерации и Вьетнаме нормативы хозяйственно-питьевого водопользования. Особенности пространственно-временных изменений химического состава подземных вод определяются геологическими условиями (месторождения и проявления свинцово-цинковых и, возможно, марганцевых руд с повышенными концентрациями попутных элементов), внутригодовым распределением атмосферного увлажнения (максимумы – в июле–августе), а также локальным загрязнением окружающей среды в населённых пунктах, вблизи действующих и закрытых горных предприятий. Наибольшие концентрации микроэлементов чаще всего отмечены в пределах водосбора р. Бан Тхи, перспективного с точки зрения проведения геолого-разведочных работ, а внутри года – в период дождей.

Литература

1. Дао Мань Тиен. Методология и особенности геохимической специализации гранитоидных формаций Северного Вьетнама: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.08 Баку: Азербайджанский гос. ун-т, 1984. – 198 с.
2. До Ван Фи, Хоанг Минь, До Ван Ай. Первые результаты использования геохимического моделирования в исследовании свинцово-цинковой зоны на юге уезда Чодонь // Геология и минералы. – 2000. – № 7, С. 235–250. / на вьетнам. яз.
3. Нгуен Хонг Куанг, Тонг Тхи Тху Ха, Та Хунг Кыонг, Тхан Ван Кет, Фам Дык Чонг. Оценка текущего состояния окружающей среды в горнодобывающей промышленности в Северо-Восточной районе (Вьетнам). – Ханой: Институт геологических наук и минеральных ресурсов, 2011. – 118 с. / на вьетнам. яз.
4. Нгуен Мань Ха, Ву Тхань Хай, За Динь Тхай, Тханг Тхи Минь Хень. Ежегодный мониторинг окружающей среды в провинции Баккан. 2013–2014 гг. // Баккан: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды провинции Баккан. JSC “Environment analyzing and technique”, 2014. – 372 192с. / на вьетнам. яз.
5. Савичев О. Г., Колоколова О. В., Жуковская Е. А. Состав и равновесие донных отложений р. Томь с речными водами // Геоэкология. – 2003. – № 2. – С. 108–119.
6. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат. 1970. – 444 с.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВУЛКАНА ГОЛОВНИНА****К.С. Малышева**

Научный руководитель старший научный сотрудник Е.П. Шевко

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Остров Кунашир (Россия) – самая южная точка России и является одним из островов Большой Курильской гряды. На острове 4 действующих вулкана и вулкан Головнина – один из них. Он образует кальдеру (541 м). Для него характерна циклическая, иногда взрывная вулканическая активность с базальт-андезит-риолитовым составом продуктов извержений. В немногочисленных обнажениях на склонах кальдеры можно встретить крупные глыбы андезитовых лав (56–58% SiO₂). Встречены также обломки дацита; в них плагиоклаз относится к андезину № 47, содержатся пироксены, встречаются зерна кварца. В настоящий момент вулкан проявляет постоянную сольфатарную деятельность, большая часть которой сосредоточена по берегам озера Кипящего, расположенного в его кратере [1].

Было проведено физико-химическое моделирование с помощью ПК «Селектор» [2].

В настоящее время в ПК «Селектор» используется модификация метода внутренних точек (МВТ-2) [3], позволяющая получать сверхточные результаты расчётов.

Программный комплекс «Селектор» реализует подход выпуклого программирования к установлению равновесного физико-химического состава гетерогенных геологических систем посредством минимизации термодинамических потенциалов. В нём также присутствуют необходимые базы термодинамических данных, а также требующиеся для моделирования алгоритмы, работающие с большинством известных лицензионных операционных систем.

Благодаря сверхточным расчетам и верному подходу к реализации того или иного численного эксперимента, с помощью ПК «Селектор» можно производить сложнейшие расчёты химических равновесий в изобарно-изотермических, изохорических и адиабатических условиях в мультисистемах, где одновременно могут присутствовать водный раствор электролита, газовая смесь, жидкие и твёрдые углеводороды, минералы в виде твёрдых растворов и однокомпонентных фаз, расплавы и др., изучение метастабильных, неполных и промежуточных равновесий с включением дополнительных ограничивающих условий, исследование неравновесной эволюции систем на основе принципа частичного равновесия [4].

Полевые работы в кальдере Головнина совместно сотрудниками ИГМ и ИНГГ СО РАН и ИМГТ ДВО РАН в 2011–2013 годах проводились согласно отработанной комплексной методологии.

Опираясь на химический состав вод можно выделить три группы растворов согласно их анионному составу: сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-сульфатные. В некоторых пробах также обнаружены нитрат- и фторид-анионы (первые проценты). Эти данные были положены в основу моделей.

В данном случае при моделировании была изучена зона разгрузки. Имеется ввиду зона на глубине первых метров от земной поверхности, химический состав слагающих её пород близок к андезитовому.

Для физико-химического моделирования использовалась модель ступенчатого проточного реактора с идеальным смешением. Он представляет собой каскад из отдельных изолированных резервуаров, каждый из которых содержит внешнюю среду (вмещающая порода) и внутреннюю среду (газ, раствор, жидкий углеводород). Был использован каскад из восьми таких резервуаров. В качестве внутренней среды для всех 8-ми резервуаров выступал андезит, непосредственно отобранный в 2010–2011 гг. совместно сотрудниками ИГМ и ИНГГ СО РАН и ИМГТ ДВО РАН с кальдеры Головнина. В качестве внешней среды для каждой модели использовался соответствующий состав проб раствора. Для более детального представления и описания динамики компонентов температурный интервал был выбран от 200 °С до 40 °С с шагом в 20–40 °С.

Принцип действия вышеописанного каскадного реактора заключается в том, что ламинарный поток флюида движется непрерывно из одного химического резервуара в другой. Поступивший в первый резервуар свежий флюид начинает реагировать со вмещающей породой (в данном случае андезитом). Вследствие этого взаимодействия в реакторе может происходить образование минералов, выделение газовой фазы, растворение уже существующих фаз (андезита, образовавшихся ранее минеральных фаз) и т.д. После достижения равновесия в исходном резервуаре при заданных нами температуре и давлении раствор и газ перемещаются в следующий резервуар. Для каждого резервуара характерны свои РТ-параметры.

С каждым новым временем в систему поступает новая порция свежего флюида, которая начинает взаимодействовать с уже прореагировавшей с предыдущей порцией флюида вмещающей породой. Количество полных таких циклов в данном случае было сведено к 7-ми. При построении моделей также учитывалась подвижность компонентов в жидкой и газовой фазах, и одним из необходимых условий было отложение/растворение минеральных фаз. В данном случае для растворов с рН=1,93 и 6,35 были построены такие модели с давлением 1 бар и 10 бар. РТ области для данных условий выделены красным (1 бар) и синим (10 бар) на диаграмме.

Были выбраны именно эти РТ-зоны для моделирования, чтобы избежать вскипания раствора при высоких температурах, а также, частичного или полного удаления жидкой фазы. В моделях типа «проточный реактор» установление равновесия достигается путём взаимодействия раствора с породой (андезитом) в каждом резервуаре по отдельности. В ходе этого процесса возникает обмен компонентами внутри системы, полное перемешивание раствора, отложение/растворение минералов, дегазация и т.д.

Из систем баз термодинамических данных использовались одни и те же TDB для обеих РТ-областей. Температурный интервал от 120 до 20 °С с шагом от 40 до 5 °С, чтобы отследить, как ведёт себя фазовое соотношение при более высоком давлении и при низких температурах, а также для выявления миграции компонентов между фазами в пределах системы.

Результаты моделирования показали, что при взаимодействии андезита с раствором происходит выщелачивание породы, что приводит к понижению кислотности раствора. Электрохимический потенциал возрастает. Процентное соотношение фаз в системах показывает практически полное отсутствие газа для P=10бар, что объясняется невозможностью существования конденсата при таких условиях согласно фазовой диаграмме. Для нормального давления (1 бар) напротив наблюдается накопление газа в системах вплоть до T=120-100оС. Ниже этой температурной границы происходит фазовый переход газа в раствор и как следствие увеличение процентного содержания раствора в резервуарах относительно газа.

Поскольку вмещающая порода содержит достаточное количество свободного кремнезёма, вынос именно этого компонента с последующим переотложением происходит интенсивней остальных. Процентное соотношение равновесных минералов твёрдой фазы при давлении 1 бар демонстрирует большое количество кварца. При давлении 10 бар явного доминирования оксида кремния над другими минеральными фазами не наблюдается. При таком давлении для систем характерно присутствие в достаточном количестве сразу нескольких групп минералов: иллиты, цеолиты, альбит. Были выявлены пути миграции компонентов во флюиде, установлен характер обмена веществом между фазами внутри систем, изучено поведение ионов «редких» элементов:

1. IA (щелочные элементы) – Li
2. ПА (щелочноземельные элементы) – Sr, Ba
3. IIIA – В
4. VA – As
5. 3d-элементы – Ti, V, Mn, Co, Cu, Zn.

В целом, в независимости от кислотности среды, наличие основных минеральных фаз неизменно. Меняется лишь их процентное соотношение между собой, а также формы переноса некоторых элементов.

Литература

1. Бортникова С.Б., Бессонова Е.П., Гора М.П. и др., Газогидротермы активных вулканов Камчатки и Курильских островов: состав, строение, генезис / отв. ред. О.Л. Гаськова; А.К. Манштейн. Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2013. - 282 с.
2. Карпов И.К., Чудненко К.В., Бычинский В.А. ПК «СЕЛЕКТОР» 1960
3. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения». – Новосибирское академическое издательство «ГЕО», 2010г.
4. Артименко М.В., Чудненко К.В., Королёва Г.П. Физико-химическое моделирование потока гидротермального флюида в зонах гидротермально-магматической системы, Наука о Земле, Т. 5, 2012. № 1. – С. 64-82,

МЕТОДИКА ПАЛЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ОБЬ В ГОЛОЦЕНЕ

Ю.А. Моисеева

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Атмосферные осадки – это важнейший фактор формирования речного стока, который, является одной из причин формирования гидрогенных месторождений полезных ископаемых. Изучение атмосферное увлажнение играет важную роль в построении теории формирования геохимических аномалий и поисков гидрогенных месторождений полезных ископаемых, что определяет актуальность палеогидрологических реконструкций.

Целью данной работы является разработка методики восстановления атмосферного увлажнения в бассейне реки Обь в голоцене как фактора формирования гидрогеохимических условий.

В настоящее время достигнут большой прогресс в понимании причин и механизмов климатических изменений. Изменения в радиационном балансе Земли были основным фактором изменений климата в прошлом [12]. Изменения водного баланса различных территорий и земного шара в целом влекут за собой изменение уровня мирового океана. Глобальный уровень моря за несколько тысячелетий после последнего ледникового периода повысился приблизительно на 120 м и около 2-3 тыс. лет назад стабилизировался [12]. В XIX веке началось повышение уровня моря, а в XX век глобальный средний уровень моря повышался со скоростью около 1,7 мм/год. Голоцен в Западной Сибири ознаменовался морской трансгрессией, приведшей береговую линию к современному положению, и повышением средней температуры воздуха на 2-2,5° по сравнению с современной [10]. Около 4 тыс. лет назад в Западной Сибири на смену климатическому оптимуму пришло новое похолодание. Согласно [12], за последние 157 лет температура земной поверхности повысилась на всей планете в целом (приблизительно на 0,74°С), для ряда регионов выявлены вариации температуры за последние примерно 1200 лет.

Методика палеогидрологических реконструкций опирается в основном на методику воднобалансовых расчётов и инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства в современный период, либо представляет собой второстепенное приложение к методике климатических реконструкций, источниками

которой согласно [5, 6, 9.] являются: инструментальные данные, систематические и отрывочные, за период для отдельных станций до 250 лет; исторические свидетельства включающие различные летописные, архивные, дневниковые и другие сведения за последнее тысячелетие, фенологические журналы, ныне продолжающиеся или прошлые; и природные индикаторы климата, охватывающие весь исторический период и включающие гляциологические, палинологические, лимнологические, гидрологические, дендрологические данные.

Глубина проникновения в прошлое различных косвенных методов оценки климатических изменений неодинакова, наибольшая у ледовых кернов, болотных и озерных отложений. Возраст отложений может достигать десятков и даже сотен тысяч лет, будучи ограниченным лишь возрастом самих исследуемых объектов (озер, ледников, болот). Дендрологические данные о живых деревьях в условиях Русской равнины имеются не более чем на 300 лет, но деревья в постройках и мостовых позволяют проникнуть в прошлое до 1000 лет при условии составления единых дендрологических шкал, а стволы деревьев, захороненные в болотах и селевых отложениях, – еще глубже.

Одни те же источники привлекаются для восстановления одного из элементов климата (озерные отложения – для восстановления интенсивности стока, коррелируемого с осадками) или сразу многих (толщина ледниковых слоев и скорость их накопления свидетельствует о годовых о годовых осадках, их изотопной состав – о зимних температурах воздуха). Особенности строения торфяных залежей верхового и отчасти переходного типов, т.е. изменения с глубиной ботанического состава растительных остатков и степени разложения торфа могут рассматриваться как проявления вековых и внутривековых колебаний увлажнения.

Инструментальные измерения осадков ведутся около 100 лет. На таком интервале времени трудно выявить закономерности многолетних – свыше нескольких тысяч лет колебаний атмосферных осадков. Это вынуждает прибегать к принципиально иным по характеру источника информации об атмосферном увлажнении в прошлом, например, к колонкам годичных слоев илстых отложений в озерах, документированным сведениям о колебаниях водности рек и озер.

Авторами предложена методика палеогидрологических реконструкций с целью определения атмосферного увлажнения и характеристик поверхностного стока, методика которой будет основана на математической модели формирования годового водного стока, в свою очередь, построенной на уравнении среднемноголетнего водного баланса для условно однородного периода. Для этого будет использована концепция относительно резкого перехода гидрологической системы из одного состояния в другое и апробации модели будет проводится на основе опубликованных среднемноголетних данных, полученных на территории бывшего СССР (прежде всего, в Сибири) за условно однородные периоды (либо за период 1930-1969 гг., либо за период с 1970 г. до 2000-х гг.). Граница однородного периода для данной территории является приближенной и принята с учётом выводов, приведённых [6, 11].

Для решения поставленной задачи будет использован методологический приём, изложенный в ряде работ [1, 6, 8, 9]. В случае восстановления данных о температуре приземных слоёв атмосферного воздуха используются ряд способов, основывающихся на взаимосвязи термического режима атмосферы, зонального распределения элементов теплового баланса и характеристик почвенно-растительного покрова, болотных и некоторых экзогенных геологических процессов [6, 9].

Более сложным и неопределённым представляется вопрос реконструкции атмосферных осадков [6]. По мнению авторов, упрощённое решение этого вопроса может быть получено на основе трансформации методики О.А. Дроздова расчёта коэффициента влагооборота K_{wc} [4]:

$$K_{wc} = \frac{X_{tr} + X_{lc}}{X_{tr}} \approx 1 + \frac{k \cdot E \cdot L}{v_{a,1} \cdot a_{w,1}} \quad (1)$$

где X_{tr} – «внешние» атмосферные осадки, формирующиеся за счёт водяного пара, принесённого извне; X_{lc} – «местные» атмосферные осадки; E_1 – испарение на единичном участке наветренного контура; L_1 – длина пути переноса; $v_{a,1}$ – средняя скорость воздушного потока; $a_{w,1}$ – среднее влагосодержание воздуха на наветренной стороне участка; k_{lc} – коэффициент, принимающий значения в диапазоне от 0,5 до 1,0 (если испарение равномерно распределено по периметру участка, то $k_{lc} = 0,5$).

Длина пути переноса L_1 рассматривалась как расстояние между точками, взятыми на территории Западной Сибири и некоторыми точками на поверхности океана. В методике палеогидрологических реконструкций для бассейна реки Обь предполагается использовать данные для точек земной и водной поверхностей, то есть это точки на территории Западной Сибири, совпадающие с координатами современных пунктов гидроклиматической информации и точки районов мирового океана, откуда могут поступать воздушные массы на исследуемую территорию (трансформация воздушных масс учитывается через соответствующие расчетные коэффициенты). Для минимизации влияния суши, точки над океаном выбирались по срединной линии между материками с запада и востока через каждые 10° широты, далее по широте 80° через каждые 10° долготы, а с южной стороны – срединные части Черного, Каспийского и Аральского морей.

Интерпретируя (1) как уравнение баланса атмосферной влаги, для условий бассейна реки Обь с учётом данных в пределах условно однородного периода (1960-1990). В общем случае, можно предположить, что реконструкция рядов атмосферных осадков может быть проведена на основе зависимости:

$$X_y = \sum k_{o,y} \cdot E_{o,y} \cdot \xi_{o,L} \cdot K + E_{p,y} \cdot k_{p,y} \quad (2)$$

где $E_{o,y}$ – среднемноголетнее годовое испарение с поверхности Мирового океана в точках, положение которых указано выше; $\xi_{o,y}$ – доля свободной ото льда акватории; $E_{p,y}$ – среднемноголетнее (в пределах условно

однородного периода) годовое испарение с поверхности рассматриваемого водосбора; k_{O_2} и $k_{p,y}$ – коэффициенты, учитывающие соотношение транзитных и местных атмосферных осадков.

Полученная для современных условий региональная зависимость с учетом того, что климат в период голоцена (5800-6900 л. н.) был близок к современному [2, 3, 7] может быть использована для палеогидроклиматической реконструкции.

Литература

1. Безрукова Е.В., Вершинин К.Е., Орлова Л.А., Летунова П.П., Крапивина С.М., Чепинога В.В., Верхозина А.В., Дударева Н.В., Абзаева А.А. Растительность и климат высокогорной зоны Восточного Саяна в позднем голоцене // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44, №4. – С. 380 – 384.
2. Борзенкова И.И. Изменение климата в кайнозое. /И.И. Борзенкова – СПб: Гидрометеиздат, 1992. – 247 с.
3. Величко А.А., Климанов В.А. Климатические условия Северного полушария 5-6 тысяч лет назад // Известия АН СССР. Сер. географ. 1990. – №5. – С.38-52.
4. Вопросы общей и сельскохозяйственной климатологии: Труды главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова / под общ. ред. О.А. Дроздова. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1954. – 72 с.
5. Дианский Н.А. Моделирование циркуляции в океане и исследование его реакции на короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 272 с.
6. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. – М.: МАИК Наука-Интерпериодика, 2001. – 347 с.
7. Клименко В.В. Климат: непрочитанная глава истории – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 408 с.
8. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А., Инишева Л.И., Курнишкова Т.В., Слуга З.А., Толпышева Т.Ю., Шведчикова Н.К. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Тула: Гриф и К, 2001. – 584 с.
9. Чернавская М.М., Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Ляхов М.Е., Браздил Р., Раунер Ю.Л., Попова В.В., Карпавичюс И., Добры Я., Кынцл Й., Фогель Г.А., Пушин А.В., Тарусов А.В., Сурова Т.Г. Изменчивость климата Европы в историческом прошлом. – М.: Наука. 1995. – 218 с.
10. Шполянская Н.А. Плейстоцен-голоценовая история развития криолитозоны российской арктики «глазами» подземных льдов. – Москва: Издательство: Институт компьютерных исследований. – 2015. –331 с.
11. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections. Ch. 4 / A.I. Shiklomanov, R.B. Lammers, D.P. Lettenmaier, Yu.M. Polischuk, O.G. Savichev, L.G. Smith // Environmental Changes in Siberia: Regional Changes and their Global Consequences / Eds. P. Ya. Groisman, G. Gutman. – Dordrecht: Springer, 2013. – P. 111–154.
12. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis et al. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2007. – 996 pp.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА

А.И. Нурғалиева Г.А. Челноков, А.В. Асеева

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Н.А. Харитоновна

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

Вот уже около полувека редкоземельные элементы (РЗЭ) часто используются для выяснения условий образования и последующей эволюции природных вод. [1] Территория Дальнего Востока России в отношении распространности и содержания РЗЭ изучена неоднородно: наибольший массив данных по концентрациям РЗЭ получен по поверхностным и техногенным водам южной части территории [6], в то время как в литературе имеются только единичные сведения о распределении РЗЭ в природных водах Камчатки [4]. В связи с этим, основной целью настоящей работы является определение содержания РЗЭ в различных геохимических типах природных вод полуострова Камчатка и выяснение их связи с основными компонентами вод.

Объектом исследования являлись природные воды полуострова Камчатка. Всего было проанализировано 9 объектов: термальные воды вулкана Мутновский (ВМ-Т-3, ВМ-Т-4, ВМ-Т-5)), термальные воды проявлений Начики (НЧ-Т-1), Карымщины (КМ-Т-2), Верхнепаратунские термальные источники (ВП-Т-6), термальные и холодные минеральные воды месторождения Малкинское (МЛ-Т-8, МЛ-Х-9), поверхностные воды реки Быстрой (РБ-П-7). Кроме того, было проведено определение РЗЭ в бутылированных водах (пресных и углекислых) для выяснения источника бутылированных вод.

Полученные результаты представлены в таблице. В целом, измеренные нами суммы РЗЭ в природных водах Камчатки находятся в диапазоне значений 0,0295 – 0,4632 мкг/л, что значительно меньше чем концентрации РЗЭ приведенные в работе. [3] Наивысшее значение характерно для термальных вод вулкана Мутновский (ВМ-Т-3) вод имеющих рН 5,1 и принадлежащих к Cl-SO₄/Si-Na типу. Минимальное значение РЗЭ зафиксировано в щелочных термальных водах проявления Карымщины с рН 8,53 и принадлежащих к HCO₃-SO₄/Si- Na –Ca типу.

Полученные результаты показывают, что повсеместно легкие РЗЭ резко преобладают над тяжелыми, а их соотношение примерно составляет 80% (легких) к 20% (тяжелых), однако абсолютные значения слегка различаются в зависимости от пробы. Отношение La/Yb* почти во всех пробах, за исключением РБ-П-7 и КМ-Т-2 намного меньше единиц. Во всех водах присутствует прямая зависимость общего количества РЗЭ от содержания в водах алюминия, марганца и железа.

Графики распределения РЗЭ нормированные по отношению к Северо-Американскому сланцу (NASC) достаточно ровные с небольшим подъемом в сторону тяжелых РЗЭ, и только на некоторых образцах фиксируется отчетливая положительная аномалия европия (рисунок). Наибольший пик характерен для бутылированных углекислых вод (Малкинская). Природа этой аномалии не ясна и нуждается в дальнейших исследованиях.

Таблица

Содержания РЗЭ (мкг/л) в природных водах Камчатки

№ пробы	НЧ-Т-1	КМ-Т-2	ВМ-Т-3	ВМ-Т-4	ВМ-Т-5	ВП-Т-6	РБ-П-7	МЛ-Т-8	МЛ-Х-9
pH	8,38	8,53	5,1	6,5	5,43	8,2	7,5	9,1	6,3
T, °C	52,4	65,4	62,0	57,8	56,0	75,5		57,0	12,0
La	0,0448	0,0064	0,0619	0,0606	0,0250	0,0075	0,0273	0,0069	0,0251
Ce	0,1102	0,0102	0,1394	0,170	0,0478	0,0150	0,0415	0,0156	0,0455
Pr	0,0163	0,0009	0,0208	0,0258	0,0096	0,0013	0,0035	0,0015	0,0045
Nd	0,0758	0,0038	0,1004	0,131	0,0481	0,0049	0,0131	0,0071	0,0226
Sm	0,0184	0,0013	0,0252	0,0359	0,0124	0,0012	0,0031	0,0016	0,0074
Eu	0,0042	0,0023	0,0065	0,0100	0,0029	0,0007	0,0009	0,0009	0,0176
Gd	0,0194	0,0016	0,0303	0,0402	0,0142	0,0014	0,0033	0,0023	0,0107
Tb	0,0028	0,0002	0,0047	0,0060	0,0020	0,0002	0,0005	0,0003	0,0016
Dy	0,0157	0,0010	0,0284	0,0376	0,0128	0,0010	0,0024	0,0016	0,0099
Ho	0,0030	0,0002	0,0062	0,0084	0,0027	0,0003	0,0006	0,0004	0,0024
Er	0,0080	0,0007	0,0185	0,0257	0,0081	0,0007	0,0017	0,0011	0,0069
Tm	0,0012	0,0001	0,0026	0,0037	0,0012	0,0001	0,0003	0,0002	0,0012
Yb	0,0067	0,0006	0,0159	0,0245	0,0078	0,0008	0,0015	0,0011	0,0077
Lu	0,0011	0,0001	0,0024	0,0038	0,0013	0,0002	0,0003	0,0002	0,0016
Сумма РЗЭ	0,3277	0,0295	0,4632	0,5836	0,1959	0,0353	0,0999	0,0411	0,1646
Легкие РЗЭ	0,6554	0,0590	0,9264	1,1671	0,3917	0,0705	0,1998	0,0821	0,3293
Тяжелые РЗЭ	0,0579	0,0046	0,1091	0,1499	0,0501	0,0047	0,0106	0,0074	0,0420

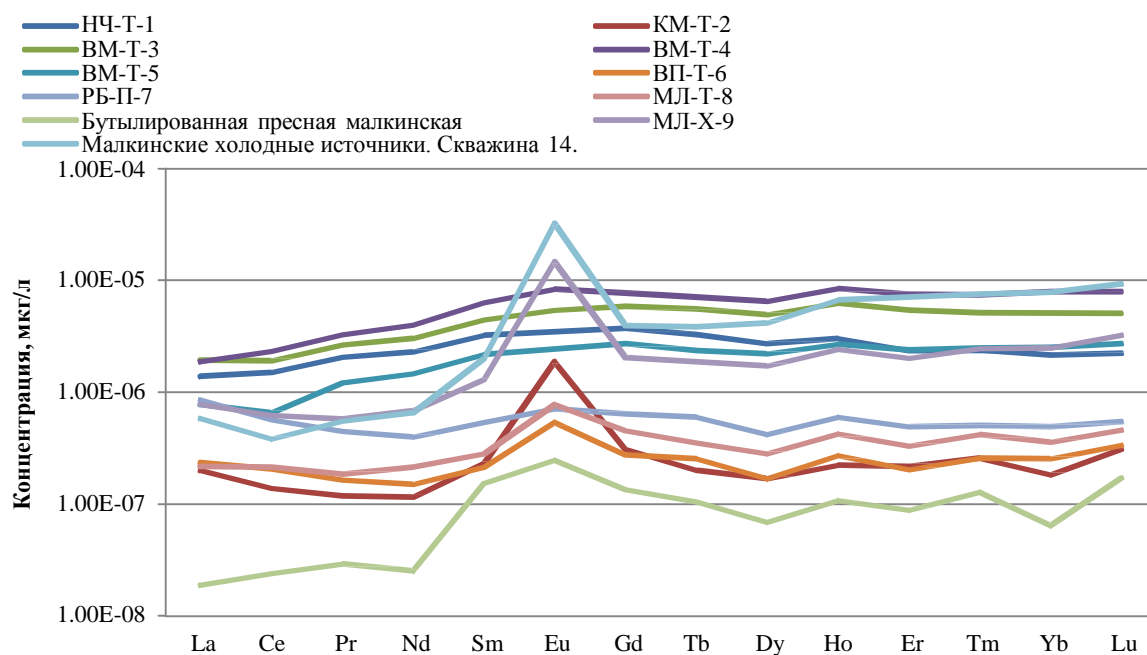


Рис. График распределения РЗЭ нормированные по отношению к Северо-Американскому сланцу (NASC)

Таким образом, полученные данные показывают, что сумма РЗЭ в природных водах Камчатки не высока и не превышает 0,4632 мкг/л. Во всех водах наблюдается резкое превалирование легких РЗЭ над тяжелыми, и фиксируется прямая зависимости общего количества РЗЭ от содержания в водах алюминия, железа и марганца.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № проект № 14-17-00415.

Литература

1. Johannesson K.H., Farnham I.M., Guo C., Stetzenbach K.J. Rare earth element fractionation and concentration variations along a groundwater flow path within a shallow, basin-fill aquifer, southern Nevada, USA // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1999. V. 63. P. 2697–2708. doi:10.1016/S0016-7037(99)00184-2
2. Johannesson K.H., Zhou X., Guo C., Stetzenbach K.J., Hod ge V.F. Origin of rare earth element signatures in groundwaters of circumneutral pH from southern Nevada and eastern California, USA // *Chem. Geol.* 2000. V. 164. P. 239–257. doi:10.1016/S0009-2541(99)00152-7
3. Г. А. Карпов, А. Г. Николаева, Ю. В. Алёхин СОДЕРЖАНИЕ И ИСТОЧНИКИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КАМЧАТКИ // ПЕТРОЛОГИЯ, 2013, том 21, № 2. – С. 163–176.
4. Николаева А.Г., Алехин Ю.В., Карпов Г.А. Редкоземельные элементы в современных вулканогенных гидротермах Камчатки // *Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога 30 марта–1 апреля 2011 г. Петропавловск_Камчатский*. 2011. –С. 154–161.
5. Харитонов Н.А., Вах Е.А. Редкоземельные элементы в поверхностных водах Амурской области. Особенности накопления и фракционирования // *Вестник Томского государственного университета*, 2015, № 396, с. 232-244
6. Чудаев О.В., Челноков Г.А., Брагин И.В., Харитонов Н.А., Блохин М.Г., Александров И.А. Фракционирование редкоземельных элементов в реках Восточного и Южного Сихотэ-Алиня в условиях природных и антропогенных аномалий // *Тихоокеанская геология*. 2015. том 34, № 6. – с. 34-45

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБНЫЙ СОСТАВ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СЕЛА ПАРБИГ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Э. Прокопьева

Научный руководитель доцент Н.Г.Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Село Парбиг расположено на правом берегу р. Парбиг, левого притока р. Чая, впадающего в р. Обь. Находится в 310 км к северо-западу от г. Томска [4].

На территории поселения расположены объекты социально-бытовой сферы: «Парбигская СОШ», детский сад, детская музыкальная школа, дом культуры. Объекты ЖКХ: 5 котельных, тепловые сети, водопроводные сети с. Парбиг, 3 водонапорные башни, водоразборные колонки. Объекты производственной (агропромышленной) сферы: ООО «Таежное». Объекты малого и среднего бизнеса: магазины, пилорамы, ФГУП «Почта России», ООО «Сбербанк России», ОГБУ «Парбигский дом для одиноких и престарелых Бакчарского района» [4].

Жители села Парбиг используют для водоснабжения различные источники воды. Централизованное водоснабжение осуществляется в основном для административно-социальных объектов: школа, муниципалитет, детский сад и т.д. На территории поселения функционирует водоразборная колонка. Большинство жителей пользуется водой, добываемой неглубокими скважинами ручного бурения. В такой ситуации весьма актуальна проблема безопасности питьевой воды, которая зависит не только от химического, но и в большей степени от микробиологического состава.

Цель данной работы состояла в изучении химического и микробиологического состава воды из различных источников водоснабжения и оценке ее экологического состояния.

Объектом исследования была подземная вода из различных источников: колонки и скважины глубиной 22 метра, расположенных на территории частных усадеб. Для микробиологического анализа пробы воды отбирались в стерильные флаконы с соблюдением правил асептики. Пробы оперативно доставлялись в лабораторию и анализировались, минуя стадию хранения. В воде выявлялись и количественно учитывались физиологические группы микроорганизмов, индикаторные на наличие патогенной микрофлоры и загрязняющих веществ органического характера. Определялась так же способность изучаемой воды к процессу самоочищения. Микробиологический комплекс изучаемых бактерий включал физиологические группы бактерий, индикаторные на загрязнение химическими веществами и микробное загрязнение.

По химическому составу воды изученных объектов являются пресными, нейтральными, жесткими, гидрокарбонатными кальциевыми магниевыми. В составе компонентов присутствуют сульфаты, хлор, азотистые соединения, лабильное органическое вещество и нефтепродукты. Результаты таблицы 1 показывают, что большинство компонентов химического состава воды скважин и колонок не превышает нормативов для питьевой воды [1].

Незначительное превышения по концентрации кремния наблюдается в воде (1,048 ПДК), и по величине, а для жесткости (1,2 ПДК). Загрязняющим воду химическим компонентом является железо общее: в воде скважин его концентрация составляет 8,6 ПДК.

Результаты микробиологического анализа воды из скважин и колонок характеризуют микробный состав как олиготрофный – повсеместно присутствуют олиготрофы и полном отсутствии сапрофитов (табл. 2). Количество нефтеокисляющих бактерий в целом незначительно, но активно окисляют газообразные углеводороды: пентан, бензол, толуол. Для изученных вод характерно присутствие значительного количества гетеротрофных железобактерии, окисляющих двухвалентное железо до трехвалентного. Гидроокись трехвалентного железа в виде желто-коричневого осадка отлагается на поверхности колоний железобактерий, придавая им своеобразную окраску и форму (рис.) [2,3].

Таблица 1

Компоненты химического состава в питьевой воде с. Парбиз(27.11.2015г.)

Компоненты химического состава	ПДК	Концентрация		С/ПДК	
		колодка	скважина	колодка	скважина
pH	6-9	7,03	7,11	Не превышает	Не превышает
CO ₂	-	48	35,2	-	-
Перманганат окисл., мгО ₂ /л	5	0,25	1,58	Не превышает	Не превышает
HCO ₃ ⁻ мг/л	-	573	416	-	-
SO ₄ ²⁻ мг/л	500	5,84	0,024	Не превышает	Не превышает
Cl ⁻	350	1,14	1,9	Не превышает	Не превышает
NO ₂ ⁻	3,0	0,02	<0,02	Не превышает	Не превышает
NO ₃ ⁻	45	<0,1	<0,1	Не превышает	Не превышает
NH ₄ ⁺	2,5	0,06	1,34	Не превышает	Не превышает
Ca ²⁺	30-140	110	100	Не превышает	Не превышает
Mg ²⁺	20-85	28	24,4	Не превышает	Не превышает
Na ⁺	320	48	6,33	Не превышает	Не превышает
K ⁺	-	0,58	0,57	-	-
Общая жесткость, мг экв/л	7	7,8	7	1,2	Не превышает
PO ₄	-	<0,05	0,32	-	-
Нефтепродукты	0,01	-	0,009	-	Не превышает
Si	10	10,48	8,68	1,048	Не превышает
Fe	0,3	0,23	2,6	Не превышает	8,6

Таблица 2

Результаты микробиологического анализа проб воды в осеннее половодье (октябрь)

Физиологические группы бактерий, кл/мл	Номера и шифры проб			
	1-2	2-2	2-3	2-4
Энтеробактерии	0	0	0	0
Мезофильные сапрофиты	0	0	0	0
Психрофильные сапрофиты	0	0	0	0
Олиготрофы	4500	190070	60	770
Индекс олиготрофности	-	-	-	-
Нефтеокисляющие	800	230	0	460
Пентаноокисляющие	300	430	210	360
Бензолокисляющие	420	280	420	390
Толуолокисляющие	270	-	330	-
Гетеротрофные железобактерии	290	230	50	1280
Сульфатвосстанавливающие	0	0	0	0

Энтеробактерии и мезофильные сапрофиты (условно-патогенные для опасные для здоровья человека бактерии) в воде изученных скважин и колонок отсутствуют.



Рис. Железобактерии в воде скважины

Таким образом, по химическому и микробиологическому составу воды частных скважин и колонок с. Парбиг безопасны для здоровья и могут использоваться как источники питьевой воды. Единственный химический компонент, который нарушает полученный вывод это железо, концентрация которого в частных скважинах очень высокая и поэтому необходимо использовать различные существующие способы обезжелезивания.

Литература

1. Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. ГОСТ18963 – 73. – М., 1973
2. Микробиология воды. Наливайко Н.Г./Учебное пособие. Изд-во ТПУ, 2009г.- 139 с.
3. Практикум по микробиологии./пд ред. А.И. Нетрусова. – М.: АСАДЕМА, 2005. – 604 с.
4. Официальный сайт Администрации Парбигского сельского поселения [Электронные ресурс] <http://www.spparbig.tomsk.ru/>

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ (РА)

В.В. Ролдугин

Научный руководитель доцент Н.А. Кочеева

Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, территориальный центр "Алтайгеомониторинг", с. Майма, Россия

Водные ресурсы Горного Алтая - одно из важнейших природных богатств, которым пользуются не только местные жители, но все те кто живёт в бассейне р. Обь. Вода - один из важнейших видов природных ресурсов. В настоящее время актуальным является обеспечение населения питьевыми водами высокого качества.

Результаты оценки состояния подземных вод с 2000 г находят отражение в ежегодных отчетах о состоянии природных условий территории Республики Алтай. Отчеты ложатся в основу соответствующих разделов «Бюллетеня» [1].

Неотъемлемой частью информационного бюллетеня является составление карт по изучаемой территории (рис.1,2), которые позволяют наиболее полно отобразить состояние подземных вод РА при проведении мониторинга. Собираемая информация систематизируется и хранится в базе данных по подземным водам, которая является результатом коллективной работы сотрудников «Алтайгеомониторинг» и ГАГУ.

К настоящему времени собраны и проанализированы данные о составе подземных вод за период с 1998 по 2015 гг. На основе этих данных автором построены схемы и карты, которые отражают характер пространственного распространения отдельных элементов и соединений в подземных водах.

Анализ результатов опробования свидетельствует о преобладании природных факторов в формировании состава подземных вод на территории Республики Алтай. Среди них решающую роль играют физико-географические и геологические [2]. Физико-химические и биологические имеют подчиненное значение, что обусловлено климатическими условиями, а также рельефом, который чаще всего обеспечивает интенсивное промывание горных пород. Существенно возрастает влияние селитебных территорий на состояние подземных вод. Однако чаще всего площадь водосборного бассейна превышает селитебную площадь, воздействие размывается, оставляя состояние подземных вод весьма высоким [3]. Эта закономерность претерпевает значительную модификацию, если эксплуатируется незащищенный водоносный горизонт.

Проделанная работа показала, что на большей части территории РА, подземные воды соответствуют предъявляемым нормам. Большая часть водоносных комплексов, которые эксплуатируются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, характеризуется хорошей защищенностью от внешних воздействий. Что свидетельствует о выполнении подземной гидросферы экосистемных услуг [4].

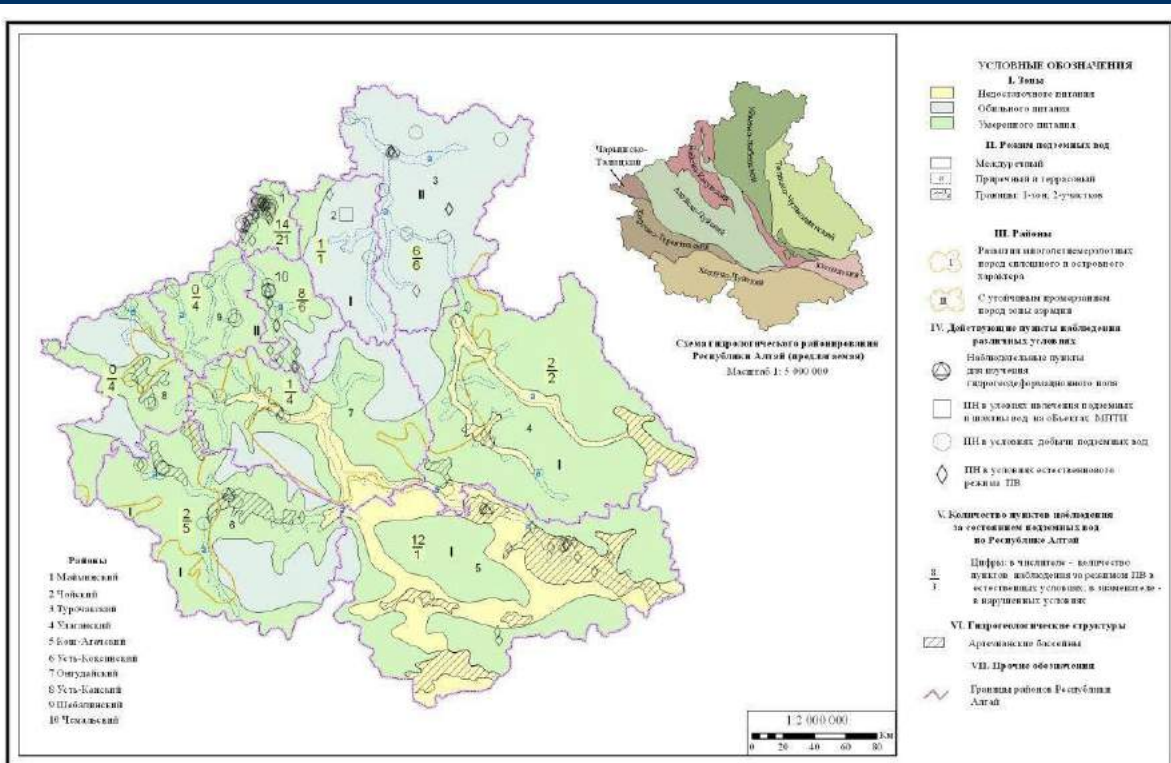


Рисунок 1. Карта наблюдательных пунктов в различных условиях питания (составлено автором)

Во всех остальных гидрогеологических подразделениях несоответствие качества (микроэлементы) выявляется по содержанию микроэлементов. Чаще всего такие воды имеют характер локального скопления. Факторы и процессы этого явления будут подробно рассмотрены на следующем этапе работы.

Нужно отметить, что в питьевых водах Республики Алтай средние концентрации фтора и йода практически в 2 раза ниже минимальных показателей, неоптимальные и не отвечают физиологически необходимому уровню [4].

По мнению авторов, основными причинами несоответствия качества подземных вод нормируемым показателям являются гидрогеологические особенности территории Республики Алтай. В процесс формирования химического состава подземных вод, несомненно, вносит большой вклад высокая сейсмическая активность территории (рис.2).

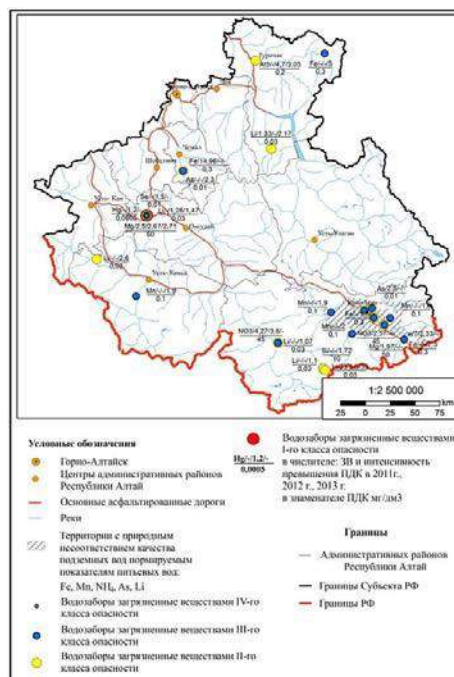


Рис.2. Схема водозаборов с ЗВ различного класса опасности (составлено автором)

Анализ величины жесткости питьевых подземных вод Республики Алтай выявил повышенную жесткость использующихся вод.

По ряду показателей (жесткость, литий, магний, цинк) использующаяся вода не соответствует нормам СанПиН 2.1.4.1074-01.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки №440

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2001 г., 2002 – 15 г. с. Майма
2. Кочеева Н.А., Журавлёва О.В., Больбух Т. В., Сухова М. Г. Актуальность экологически ориентированного планирования хозяйственной деятельности на территориях повышенной аридности в условиях изменения климата / Труды Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 25-летнему юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». – Барнаул, 2012. –Т.3. С.56-59
3. Кочеева Н.А., Драчев С.С. Химический состав подземных вод Чуйского артезианского бассейна и его структурно-фациальные особенности / Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности, 2009, № 4 С.43-49
4. Ролдугин В.В., Кочеева Н.А., Журавлева О.В. Основные характеристики химического состава питьевых подземных вод Республики Алтай // <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2014>

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕКИ ТОМЬ В РАЙОНЕ ЛАГЕРНОГО САДА (Г.ТОМСК)

А.В. Румак

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вода оказывает большое влияние на здоровье и повседневную жизнь человека. Для того, чтобы человек был здоров, он должен употреблять только качественную чистую питьевую воду. Во многих странах сейчас очень остро стоит вопрос об обеспечении населения чистой питьевой водой высокого качества. Многие Европейские страны, такие как Германия, Дания, Нидерланды, регулярно заключают договора о поставках качественной питьевой воды из Швеции, а Гонконг давно уже получает питьевую воду хорошего качества по трубопроводу из Китая. Обеспечить население доброкачественной питьевой водой в настоящее время является важной проблемой во всем мире. Основная часть проблемы – получение достаточного количества воды, которая будет безвредной по химическому составу и по органолептическим свойствам. С проблемой водоснабжения сталкиваются многие города, в том числе и сибирский город Томск. Жители города неоднократно жаловались на качество вод централизованного водоснабжения. По некоторым источникам известно, что в свете существующей проблемы ухудшения качества вод Томского водозабора, связанной с застройкой левобережья города Томска, настоящее время имеет место подмешивание речных вод с целью сохранения ресурсов подземных вод.

Целью данной работы является изучение химического состава реки Томи и оценка вод для целей водоснабжения.

В основу данной работы положены данные анализа химического состава речных вод р.Томь, отобранных в районе гидроствора № 2 (г. Томск) в районе Лагерного сада выше выпуска НФС (за 0,5 км) в точке забора воды за 2014 год, любезно предоставленные автору в период прохождения производственной практики Управлением водных ресурсов по Томской области. Гидроствор № 2 р. Томь расположен в районе Лагерного сада – это парк в Кировском районе г. Томска, на правом берегу Томи. Парк находится на высоком берегу Томи, в оползневой зоне. На нижнем берегу расположена широкая и плоская равнина.

По данным депутатской комиссии горсовета по здравоохранению, в начале 1968 года в томской речной воде присутствовали следующие загрязнители: анилин, роданиды, формальдегид, бензол, нитробензол, нитраты, фенолы, эфирорастворимые вещества, соли металлов, азот. Причем, по санитарно-токсикологическому показателю анилин, роданиды, формальдегид, бензол, нитробензол, нитраты превышали норму в 3-5,5 раза, а по органолептическим показателям (фенол, эфирорастворимые вещества) – в 33-48 раз (ГАТО, Ф.Р-430. Оп.1.Д.1934.Л. 153, 154) [2].

Согласно постановлению Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 установлены требования к качеству коммунальных услуг, в которых состав и свойства холодной воды должны постоянно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01[7].

Источники водоснабжения населения в зависимости от химического состава воды, содержания микроорганизмов и других свойств в соответствии с ГОСТом 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора, подразделяются на 3 класса [6]. Согласно показателям качества воды поверхностных источников водоснабжения, вода в гидростворе №2 р. Томь относится к первому классу по показателям качества воды. Согласно ГОСТ 2761-84 мутность воды должна составлять не более 20 мг/дм³, цветность – не более 35 градусов, запах при 20-60°С – не более 2 баллов. В составе воды железо составляет не более 0,1 мг/дм³, марганец – не более 1 мг/дм³, фитопланктон – 1000 кл/см³, окисляемость перманганатная составляет не более 7 мгО/дм³, БПК_{полное} – не более 3 мгО₂/дм³. Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм³ воды (ЛКП) не более 1000.

Сравнив результаты анализов поверхностных вод с предельно-допустимой концентрацией (СанПиН 2.1.4.1074-01), были обнаружены некоторые превышения. Количество фторидов (ПДК=0,1 мг/дм³) в первом квартале 2014 года (0,17 мг/дм³) превышено почти в 2 раза. Также превышено количество селена во втором квартале 2014 года (2,67 мг/дм³, ПДК=0,1 мг/дм³) в 26 раз и фосфата (5,51 мг/дм³, ПДК 3,5 мг/дм³) в 1,5 раза. По показателям мутности вода превышает ПДК во всех кварталах, кроме первого, максимальное превышение наблюдается во втором квартале – в 17 раз.

В табл. 1 приведены физические и химические показатели качества поверхностных вод р.Томь за 2000 и 2014 года, в которой обозначены минимальные, максимальные и средние значения. По данным видно, что за 14 лет средние значения показателя мутности увеличился почти в 1,5 раза, нитратов – в 2,5 раза, железа – в 1,5 раза, марганца – почти в 2,4 раза, количество ХПК – в 3,8 раза, формальдегидов – в 3,6 раза. Показатель цветности уменьшился в 1,6 раз, взвешенных веществ в воде стало меньше более, чем в 4 раза, содержание азота аммонийного уменьшилось в 8 раз, нитритов – в 2 раза, а концентрация хлоридов в воде уменьшилась в 1,5 раза.

Рассмотрев данные речных вод Livingston, 1963, Turekian, 1969 [4], и сравнив с данными результатов поверхностных вод р. Томь 2014 г., видно, что содержание фторидов в определенные периоды 2014 г. немного повышены, но в среднем сохраняют значения 2000 г. Вместе с тем, содержание марганца увеличилось в 1,7 раз.

Известно, что реки имеют способность к самоочищению, это оценивается с учётом среднегодового расхода и периода с активными биологическими процессами. В данном случае способность к самоочищению оценивается как «умеренная» [3]. Этот факт является немаловажным при сложившейся ситуации, которая наблюдается в реке Томь.

Согласно значениям водородного показателя речная вода относится к слабощелочной (7,5<pH<8,5). Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень pH в диапазоне от 6 до 9 единиц.

Таблица

Химический состав поверхностных вод р.Томь (г.Томск)

Показатель качества, Единица измерения	Единицы измерения	Значения за 2000 г [1]		Значения за 2014 г.	
		Min...max	Среднее	Min...max	Среднее
Температура	°С	2...24	9,2	1...24	8,4
Водородный показатель		7,41...9,05	8,1	7,47...8,82	8,087
Мутность	мг/дм ³	0,28...71,22	4,33	0,91...25,8	6,2
Цветность	градусы	4,6...116,6	19,6	5,5...26,2	12,3
Взвешенные в-ва	мг/дм ³	8,4...15	11,7	<3	<3
Запах	баллы	3...4	3-3неопр	2-3н	2-3н
Жесткость	мг экв/дм ³	0,66...3,3	2,02	0,89...2,96	1,89
Щелочность		0,6...2,94	2,03	0,9...3	1,94
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	0,51...6,12	2,19	0,91...4,59	2,37
БПК-5	мгО/дм ³	1,43...1,5	1,47	0,63...2,85	1,518
ХПК		4	4	14,4...15,7	15,05
Азот аммонийный	мг/дм ³	0,07...2,7	1	0,04...0,25	0,12
Нитраты		0,05...7,7	1,61	0,78...8,6	4,14
Нитриты		0,012...0,068	0,03	0,003...0,029	0,015
Сухой остаток		86,8...209,2	144,15	96...226	154,68
Сульфаты		6,9...27,2	14,93	10,2...18,4	14
Хлориды		1,04...14	6,66	1,81...8,3	4,51
Кальций		–	–	67,8	67,8
Магний		–	–	16,4	16,4
Алюминий		0,08...<0,1	<0,1	<0,4	<0,4
Железо		<0,1...1,73	0,23	0,11...1,1	0,36
Фториды		<0,08...0,24	0,15	0,1...0,17	0,14
Медь		0,0006...0,007	0,017	0,0008...0,0023	0,0015
Молибден		–	–	<0,1	<0,1
Марганец		<0,005...0,009	<0,005	0,005...0,024	0,012
Фенолы		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Нефтепродукты		<0,05...0,04	<0,05	0,0067...0,025	0,014
Цинк		–	–	0,0012...0,0053	0,003
Кадмий		–	–	<0,0005	<0,0005
Свинец		–	–	0,0006...0,001	0,00075
Мышьяк		–	–	<0,002	<0,002
Никель	<0,1	<0,1	<0,005	<0,005	
Хром	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	
Кремний	1,03...4,75	3,08	1,28...4,82	3,47	
Йод	–	–	2,8	2,8	
Натрий	–	–	0,0175	0,0175	
АП АВ	<0,015...0,018	0,016	<0,015	<0,015	
Формальдегид	0,01...0,07	0,033	0,025...0,214	0,12	
Метанол	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	

При несоответствии качества воды источника требованиям указанных классов, он может использоваться лишь по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы при наличии методов обработки, надежность которых подтверждена специальными технологическими и гигиеническими исследованиями [6].

Таким образом, качество вод по ПДК (ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования) не соответствует нормам по химическим и другим показателям. В связи с этим требуются постановка дополнительных исследований с более детальным изучением химического состава вод в динамике.

Литература

1. 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.
2. Порядин А.Ф., Зиновьев В.П. От чистого истока. Век томского водопровода. – Томск ГалаПресс, 2005. – 304 с.
3. Савичев О.Г. Реки Томской области. Состояние, использование, охрана. – Томск: ТПУ, 2003. – 201 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – Москва: Недра, 1998. – 366 с.
5. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
6. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические и технические требования и правила выбора [Электронный ресурс]: ГОСТ 2761-84. –URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-2761-84> (дата обращения 05.02.2016).
7. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354.

КАЛЬЦИЙ, МАГНИЙ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И РИСК ЗАБОЛЕВАНИЯ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Н.С. Сагдеева

Научный руководитель доцент И.М. Фархутдинов
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Сахарный диабет представляет собой чрезвычайно актуальную медико-социальную проблему современности, что обусловлено широкой распространенностью заболевания, ранней инвалидизацией и высокой смертностью больных. В 2013 г. число зарегистрированных больных во всем мире составило 382 млн., а к 2030 г. прогнозируется их увеличение до 550 млн. По данным регистра сахарного диабета в России насчитывается 3,9 млн. больных, в Республике Башкортостан – 85 тысяч. Вместе с тем эпидемиологические исследования показали, что на каждого зарегистрированного больного приходится 3 – 4 случая не выявленного диабета.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, на Земном шаре ежегодно умирает около четырех млн. больных сахарным диабетом, одному миллиону человек проводится ампутация нижних конечностей, около полумиллиона теряют зрение и столько же нуждаются в заместительной почечной терапии – гемодиализе или пересадке почки [11]. В связи с этим, фундаментальные исследования по выяснению причин возникновения и механизмов развития заболевания являются одними из наиболее приоритетных [6].

До второй половины 20-го века сахарный диабет рассматривался как единое заболевание с различной степенью дефицита инсулина. В 1934 году Каммидж, исследовав родословные 1000 больных, впервые разделил диабет на ювенильную и взрослую формы, связав их с различной наследственностью. Французские клиницисты также предложили выделять «тощий» и «жирный» диабет как два варианта этой патологии. Новые представления нашли подтверждение в последующих исследованиях, показавших, что выделенные формы диабета имеют различные генетические факторы и механизмы развития, в результате чего в 1980-е годы они были классифицированы как сахарный диабет 1 и 2 типа. Среди всех больных диабетом подавляющее большинство (90 %) – больные диабетом 2 типа. В основе его развития – инсулинорезистентность, снижение продукции инсулина или сочетание факторов. Этот тип диабета дебютирует чаще после 40 лет, в 90 % случаев – на фоне избыточного веса, и длительно, в течение нескольких лет, протекает бессимптомно. Для лечения применяются препараты, повышающие эффективность эндогенного инсулина и стимулирующие его продукцию в поджелудочной железе. Соблюдение диеты, снижение веса и физическая активность позволяют снизить риск развития диабета на 60 % [8].

В настоящее время установлена зависимость распространенности сахарного диабета от ряда геологических факторов – тектонических нарушений [9], состава горных пород местности проживания [7,8].

По Всеобщей декларации Всемирной Организации Здравоохранения, состояние здоровья населения находится, в основном, под влиянием образа жизни и составляет до 50% влияния на здоровье. Следующие три существенных фактора: окружающая среда, уровень медицинской помощи и генетический фактор, им отводится от 10 до 20% влияния [13]. Тем не менее, влияние окружающей среды, геологические факторы в значительной степени могут проявлять заметное влияние на здоровье людей в регионе.

В настоящее время соотношение между концентрацией потенциально токсичных элементов в геологических компонентах окружающей среды и здоровья человека широко признается, задокументировано и оценено во многих научных статьях, исследованиях и монографиях [1,2,4].

Жесткость питьевой воды определяется преимущественно содержанием кальция и магния. Она выражается в эквивалентном количестве кальция и магния в воде, по сравнению со стандартным количеством карбоната кальция. Жесткая вода имеет более высокий уровень кальция и магния, чем мягкая вода. [10,11,12] Согласно исследованиям Жана Дурлаха, было выявлено, что благодаря многочисленным клеточным и системным механизмам, соотношение между статусом магния и рака представляется весьма сложным: как избышек магния, так и дефицит иногда вызывают противоопухолевый или канцерогенный эффект [3].

Также в исследованиях Чун-Юнг Янга и соавторов, была выявлена значительная зависимость между уровнем кальция и магния в питьевой воде и развитием рака желудка [12] и рака почек [10], им была установлена зависимость степени заболеваемости сахарным диабетом от уровня магния в питьевой воде [11].

В исследованиях Рубеновича и соавторов было установлено, что отношение риска смерти от острого инфаркта миокарда обратно пропорционально количеству магния в питьевой воде [6].

Цель данного исследования изучить соотношение между уровнем кальция и магния в питьевой воде и риском заболевания сахарным диабетом на примере Республики Башкортостан.

Республика Башкортостан - регион в центральной части России делится на 54 административных района с населением численностью 4 051 600 человек. Исследования проводились в 24 районах.

Исследование роли микроэлементов геологической среды в Башкортостане возможно благодаря уникальному расположению республики, на территории которой представлено самое широкое разнообразие хорошо изученных геолого-геоморфологических условий.

Природные ландшафтные комплексы Республики Башкортостан характеризуются разнотипностью, в связи с расположением на стыке двух крупных геологических структур: Восточно-Европейской платформы и складчатого Урала, что обуславливает различную геохимическую обстановку в разных районах РБ, надвиговое строение Урала способствует выведению более тяжелых горных пород на дневную поверхность [5] и обогащению окружающей среды микроэлементами.

Данные о заболеваемости сахарным диабетом в республике оценены за 2010 - 2014 года. Большинство химических элементов в питьевой воде представлено в виде солей. Из них наибольшую часть составляют карбонаты натрия и кальция, до 80%. Сульфаты натрия, кальция и магния составляют около 13%. Другие соли, состав которых варьируется в достаточно широких пределах, составляют оставшиеся 7%. Химический состав природных вод зависит от тех почв, на которых они формируются и протекают. Воды, сформированные на почвах древних морей, в основном состоят из известняков, содержащих в себе много солей кальция, и поэтому воды, растворяя известняк, обогащаются кальцием. Естественная фильтрация через песок значительно снижает содержание минеральных веществ [4].

Следовательно, питьевая вода в районах, где распространены известняки, обогащена кальцием и магнием, а в районах, где распространены песчаники наоборот, наблюдается дефицит этих микроэлементов.

Согласно полученным данным по сахарному диабету 2 типа был выделен ряд населенных пунктов, которые имеют минимальную распространенность сахарного диабета 2 типа от 600 до 1900 на 100 000 человек.

Также был выделен ряд населенных пунктов с максимальной распространенностью сахарного диабета 2 типа от 2800 до 6000 на 100 000 человек.

В исследуемой части Башкортостана значительный разброс показателей распространенности заболевания соответствует мозаичной картине распределения микроэлементов, обусловленной залегающими здесь породами континентального происхождения [10]. По результатам исследования, распространенность сахарного диабета среди проживающих на территории преимущественного развития песчаников оказалась в 1,6 раз чем среди проживающих в зоне развития известняков.

Нами были обнаружены группы поселков, которые, находятся на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга, и стоят на идентичных коренных породах, но имеют большое различие в численности больных. Стоит отметить, что в выделенных поселках не имеется никаких промышленных производств, то есть техногенный фактор не может оказывать значимое влияние на заболеваемость.

Результаты исследований показали, что повышенное содержание кальция и магния в питьевой воде, вероятно, может оказывать протективное влияние на развитие сахарного диабета 2 типа. Открытие данного механизма воздействия внешней среды позволит определить, почему в некоторых пунктах заболеваемость не превышает 1000 на 100 000 человек, а в некоторых не меньше 4000-6000 на 100 000 человек.

Полученные нами результаты также свидетельствуют о том, что необходимо продолжить углубленные исследования состояния здоровья населения в зависимости от микроэлементного статуса природной среды; Проводить масштабные популяционные исследования в рамках государственной научной программы, объединяющей усилия медиков, геологов, химиков, экологов. Неуклонный рост заболеваемости сахарным диабетом, глобальный масштаб проблемы требуют новых подходов к ее решению. Исследование роли микроэлементов природной среды в развитии сахарного диабета с позиции геоэкологии позволит выделить группы риска населения, оптимизировать профилактику и лечение.

Литература

1. Барановская Н.В. и другие. Очерки геохимии человека. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 378 с.
2. Фархутдинова Л.М. Диффузный токсический зоб. Уфа: Гилем, 2011. 139 с.
3. Durlach, J. et. al. Magnesium and its relationship to oncology // Metal ions biological systems, 1990 - 26:549 – p. 578

4. Essentials of Medical geology. Impacts of the Natural Environment on Public Health. Edited in Chief: Olle Selinus Elsevier. Academic Press, 2005. – p. 812
5. Камалетдинов М.А. Современная теория шарьяжей // Геологический сборник. ИГ УНЦ РАН. 2001. № 2. – С. 29-37.
6. Rubenowitz E. et al. Magnesium in drinking water and death from acute myocardial infarction // American Journal of Epidemiology - Oxford Journals, 1990 - p.456–462.
7. Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М. Влияние геологических факторов на развитие сахарного диабета на примере Республики Башкортостан // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. № 20. 2014. с. 85-88.
8. Фархутдинова Л.М., Байбурина Г.Г., Фархутдинов И.М. Сахарный диабет: проблемы, достижения, перспективы // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – Уфа, 2010. Том 15. № 3. С. 32–39 (а).
9. Фархутдинова Л.М., Байбурина Г.Г., Фархутдинов И.М. Сахарный диабет: на стыке медицины и геоэкологии // Медицинский вестник Башкортостана. – Уфа, 2010. Том 5. № 4. С. 15–19 (б).
10. Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М. О влиянии геотектонических факторов на состояние здоровья населения // Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан, 2015. – № 21. –с. 132-135
11. Hui-Fen Chiu. Magnesium in Drinking Water and Risk of Death from Kidney Cancer // Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 2011- 74:62 – p. 70
12. Yang C. Y. et. al. Magnesium in drinking water and the risk of death from diabetes mellitus. - Magnesium Research 1999 – p.137
13. Yang C. Y. et. al. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality // Cancer Research, 1998 – 89 – p. 124–p.130
14. Сайт Всемирной Организации Здравоохранения (World Health Organization) - www.who.int

РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В РЕКУ ЗЕЛЕНЧИХА ООО «РАЗРЕЗ НОВОБАЧАТСКИЙ» (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.А. Скопцова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В соответствии с водным законодательством Российской Федерации управление водными ресурсами осуществляется, «исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности, и одновременно как об объекте права собственности и иных прав» [1]. Нормативы устанавливаются для каждого предприятия в отдельности на основании результатов сложных расчётов и моделирования рассеивания загрязняющих веществ. Система нормирования сложна, разработка НДС трудоёмка, требует использования специального программного обеспечения. Система получения согласований и разрешений многоступенчатая, прохождение её требует больших трудозатрат со стороны нормируемых предприятий.

Целью данной работы является обоснование нормативов допустимого сброса в реку Зеленчиха ООО «Разрез Новобачатский» (Кемеровская область).

В соответствии с целевыми установками решались следующие задачи: оценка условия сброса сточных вод в водный объект и выбор нормируемых показателей; оценка состояния водного объекта до и после воздействия от рассматриваемого выпуска сточных вод; выбор метода расчета НДС, обоснование его применимости и расчет.

Геологический участок «Новобачатский» расположен в Беловском геолого-экономическом районе Кемеровской области. На расстоянии 1,0 км к северо-западу находится пос. Новобачаты, в радиусе 10 км к югу и востоку – поселки Шестаки, Артышта и Краснобродский. Район достаточно освоен добывающей промышленностью, в непосредственной близости находятся разрезы «Краснобродский», «Бачатский», «Шестаки», и шахта «Новая» [3]. Поверхность участка представляет собой изрезанный логами склон реки Черта, входящую в систему реки Иня. Участок находится в пределах Каменского каменноугольного месторождения, но с точки зрения геологии по условиям залегания угольных пластов больше тяготеет к Новосергеевскому месторождению каменного угля. Поймы долин рек и большинство логов заросли кустарником. Основным водотоком месторождения является р. Черта, впадающая в реку Иня. Лога в основном заболочены, покрыты зарослями кустарника. Река Зеленчиха - приток реки Черта второго порядка принята в качестве водотока - приемника очищенных карьерных и поверхностных вод. Данный водный объект является рыбохозяйственным водоемом второй категории. Сточные воды формируются из поверхностного стока и карьерного водоотлива. Поверхностный сток с внешнего породного отвала и карьерный водоотлив отводятся на очистные сооружения, после очистки выпуском №1 сбрасываются в реку Зеленчиха. Принятый перечень нормируемых веществ формируется с учетом данных о химическом составе исходной воды и химическом составе сточных вод, сбрасываемых в водный объект: азот аммонийный, нитраты, нитриты, взвешенные вещества, БПК_{полн.}, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, железо общее, фенолы, медь, марганец, хром⁶⁺, цинк, никель [3].

Таблица 1

Исходные данные и итоги расчета НДС для некоторых компонентов

Месяц						Январь	Июль
Месячный объем СВ, тыс.м ³						15,000	35,000
№	Вещество	Фоновая концентрация, мг/л	ПДК, мг/л	Фактическая концентрация, мг/л	Допустимая концентрация, мг/л	НДС, т/мес	НДС, т/мес
1	Медь	0,0001	0,001	0,0005	0,00007	0,000001	0,000002
2	Нефтепродукты	0,0700	0,050	0,0470	0,03300	0,00050	0,00116
3	Никель	0,0120	0,010	0,0200	0,00300	0,00005	0,00011
4	Хром ⁶⁺	0,000	0,020	0,0026	0,00037	0,00001	0,00001
5	Цинк	0,0040	0,010	0,0125	0,00200	0,00003	0,00007

При расчете НДС веществ и микроорганизмов приняты проектные данные объемов сброса и концентрации загрязняющих веществ в соответствии с проектной документацией [3].

Расчет нормативов допустимого сброса произведен автором в соответствии со следующими требованиями Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (утвержденной приказом МНР РФ от 17.12.2007 г. №333) (далее Методика) [2]:

П. 7. Для веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности при всех видах водопользования, НДС определяются так, чтобы для веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности (ЛПВ), содержащихся в воде водного объекта, сумма отношений концентраций каждого вещества к соответствующим ПДК не превышала 1.

П. 9. Для тех веществ, для которых нормируется приращение к природному естественному фону, НДС определяются с учетом этих допустимых приращений к природному фоновому качеству воды.

П. 12. Величины НДС разрабатываются и утверждаются для действующих и проектируемых организаций-водопользователей.

Величины НДС проектируемых и строящихся (реконструируемых) организаций-водопользователей определяются в составе проектов строительства (реконструкции) этих организаций. Если при пересмотре или уточнении ранее установленного НДС окажется, что проектное значение сброса строящейся (реконструируемой) организации-водопользователя меньше расчетного НДС, то в качестве НДС принимается проектное значение сброса.

П. 19. Перечень нормируемых веществ формируется на основе исходной информации об использовании веществ на конкретном предприятии и анализе данных о качестве исходной и сточной вод.

П. 25. Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей, как произведение максимального часового расхода сточных вод q (м³/час) на допустимую концентрацию загрязняющего вещества $C_{НДС}$ (г/м³), согласно формуле [2]:

$$НДС = q * C_{НДС}, \text{ (г/час)}$$

где q - максимально часовой расход сточных вод выпуска, (согласно [3]), м³/час; $C_{НДС}$ - допустимая концентрации веществ в сточных водах выпуска (по «Проекту обработки...»), г/м³[1].

Расчет НДС выполнен без учета разбавления.

В соответствии с [2], проектный сброс загрязняющих веществ по каждому месяцу (г/час) определяется по формуле:

$$С_{проект} * q_{заявл}, \text{ г/час}$$

Проектный сброс (г/час) по каждому загрязняющему веществу определяем путем умножения проектной допустимой концентрации ($С_{проект}$) на заявленный максимально часовой расход сточных вод по каждому месяцу года (с января по декабрь).

Для определения расчетного НДС принят заявленный годовой объем сточных вод, сбрасываемых в реку Зеленчиха, согласно заявленным и обоснованным объемам водопользования в Решении: 315,404 тыс. м³/год, в том числе по месяцам (тыс. м³/месяц). В соответствии с п. 25 Методики [2], определяем расчетный НДС (г/час) по каждому веществу по каждому месяцу года.

$C_{НДС}$ принимаем в соответствии с [4]. Согласно п.26 Раздела III Методики $C_{НДС}$ без учета неконсервативности определяется по формуле:

$$C_{НДС} = n * (C_{ПДК} - C_{ф}) + C_{ф},$$

где $C_{ПДК}$ - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³; $C_{ф}$ - фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке, г/м³; n - кратность разбавления сточных вод в водотоке.

Так как расчет нормативов ДС веществ и микроорганизмов в водные объекты для данного предприятия проводится без учета разбавления, то кратность разбавления сточных вод в водотоке принимается равной 1.

При расчете нормативов ДС веществ и микроорганизмов в водные объекты необходимо соблюдение п. 7 Методики: «для веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности при всех видах водопользования, НДС определяются так, чтобы для веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности (ЛПВ), содержащихся в воде водного объекта, сумма отношений концентраций каждого вещества к соответствующим ПДК не превышала 1».

В сформированном перечне загрязняющие вещества 1 и 2 класса опасности отсутствуют.

В соответствии с п. 9 Методики для тех веществ, для которых нормируется приращение к природному естественному фону, НДС определяются с учетом этих допустимых приращений к природному фоновому качеству воды:

$$C_{\text{НДС взвешенных веществ}} = C_{\text{ф}} + 0,75$$

Согласно письму ГУ «Кемеровский ЦГМС» от 30.03.2010 г. № 08-5/79-667 фоновую концентрацию взвешенных веществ в реке Зеленчиха составляет 8,6 мг/л. Расчетная предельно допустимая концентрация взвешенных веществ в сточных водах учитывается с учетом приращения к природному естественному фону и составляет 9,35 мг/л

П. 12 Методики предусмотрено, что фактический сброс принимается в качестве НДС, если он меньше, чем расчетный НДС.

Проводим сравнение проектных НДС (г/час) веществ с расчетным НДС (г/час) по каждому месяцу. Меньшее из двух значений принимается как НДС.

Выполняя условия п. 25 Методики, находим допустимую концентрацию каждого вещества, по каждому месяцу исходя из установленной выше массы вещества (г/час) и заявленного часового расхода сточных вод (м³/час):

$$C_{\text{НДС}} = \text{НДС (г/час)} / q$$

Из ряда полученных допустимых концентраций находим одну допустимую концентрацию, которая будет не больше ПДК и, при которой не будет превышен НДС (г/час) по каждому месяцу.

Нормативный сброс веществ по каждому месяцу (т/мес) рассчитывается в соответствии с п. 13 Методики:

$$C_{\text{НДС}} (\text{мг/л}) * \text{заявленный расход сточных вод (тыс.м}^3) \text{ за соответствующий период (месяц)}$$

Нормативный сброс веществ за год (тонны/год) рассчитывается в соответствии с примечанием пункта 6.1. приложения 1 Методики: «Перерасчет в т/год производится суммированием т/мес».

Достоверность существующих подходов к определению НДС в значительной мере определяется достоверностью исходной информации. Для ее получения требуется организация и проведение режимных гидрохимических и гидрологических наблюдений. Расчет НДС произведен на основе данных о фоновом составе вод и гидрологических характеристиках водоприемника сточных вод, а также химическом составе сточных вод и их количестве. С целью повышения точности расчета лучше пользоваться данными об измеренном расходе сточных вод. Так как расход водотока небольшой (0,006 м³/с), поэтому требования соблюдения ПДК предъявляются к сточным водам. На предприятии выявлено превышение фактического сброса по следующим показателям: азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный, БПК_{полн.}, железо, марганец, медь, никель, сульфаты, фенолы, хлориды, хром⁶⁺, цинк.

Литература

1. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.11.2015)
2. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. 102 Приказом МПР России от 17.12.2007 г. № 333. Зарегистр. в Минюст РФ от 21.02.2008 г. № 11198. – М.: МПР России, 2008. – 35 с.
3. Проект разведочно-эксплуатационных работ в пределах участка недр «Новобачатский» Каменского месторождения с целью уточнения геологического строения и качества углей. 2006. – 23 с.
4. 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».

ВЫЯВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЙОНА ТОМСКОГО ВОДОЗАБОРА НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

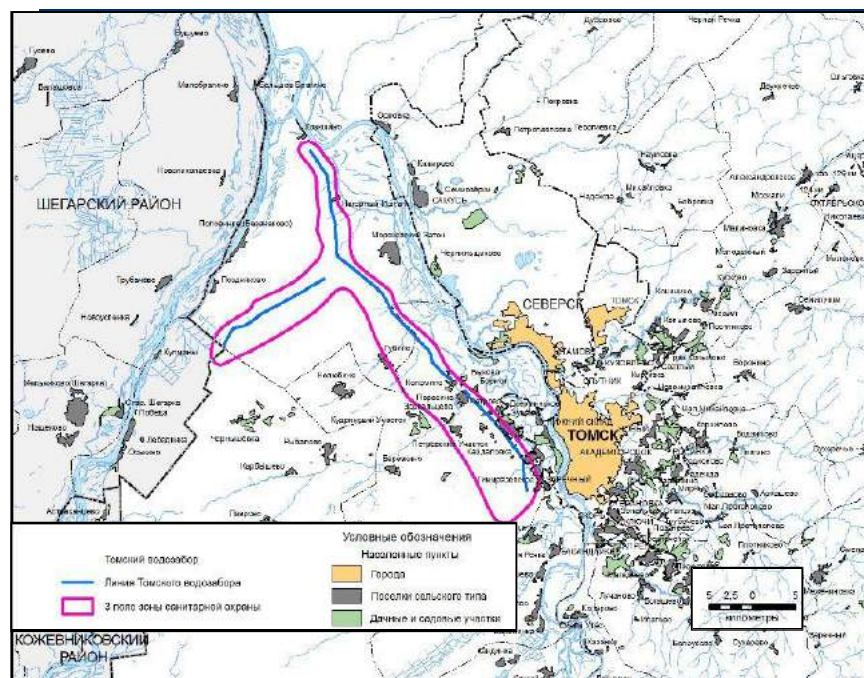
О.Н. Смышляева

Научный руководитель доцент Е.Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема чистой питьевой воды – одна из главнейших глобальных проблем нашего времени. Особенностью водопотребления в Томской области является приоритетное использование для питьевого водоснабжения подземных вод. Это связано с загрязнением поверхностных водотоков. Поэтому вопрос сохранения кондиционных вод региона в условиях их постоянно возрастающего загрязнения приобретает особое значение.

Объектом исследования является одно из крупных месторождений питьевых подземных вод Томской области, месторождение Томское, расположенное в северной части Обь-Томского междуречья (ОТМ), в зоне сочленения Колывань-Томской складчатой области и краевой части Западносибирской плиты [3].



Водозабор начал свою работу в декабре 1973 г. В настоящее время он состоит из 184 эксплуатационных скважин, расположенных на трех его линиях (рис. 1).

Водозабором добываются подземные воды водоносного комплекса палеогеновых отложений Томского месторождения в объеме 149,32 тыс. м³/сут [5].

Этот же водоносный горизонт эксплуатируют два водозабора г. Северск, расположенные на правом берегу р.Томи.

Их производительность составляет 60 тыс. м³/сут.

Целью работы является выявление гидравлической взаимосвязи водных объектов района Томского водозабора на основе гидрогеохимических данных.

Рис.1 Обзорная схема расположения Томского водозабора (АО «Томскгеомониторинг»)

Подземные воды района относятся к четырем типам (по С.А. Шукареву, в порядке убывания) – гидрокарбонатному кальциево-магниевому, гидрокарбонатному натриевому, гидрокарбонатно-хлоридному натриевому и хлоридному натриевому. По газовому составу они азотно-углекислые, кислорода до 1-3 мг/л [1, 3]. В таблице приведен химический состав природных вод на территории Обь-Томского междуречья. В пределах гидрогеохимического разреза наблюдается обычная зональность, причина которой состоит в смене условий водообмена с активного промывного на относительно замедленный.

Таблица

Состав и свойства подземных вод на территории Обь-Томского междуречья [3]

Определяемый показатель	Единицы измерения	ПДК	Характеристика вод			
			воды неоген четвертичных отложений	воды палеогеновых отложений	воды меловых отложений	воды палеозойских отложений
Аммоний	мг/дм ³	2	0,1...2,63	0,5...2,3	0,02...1,50	0,16...1,85
Нитраты	мг/дм ³	45	0,00...4,65	0,00...0,14	0,00...1,00	0,005...4,4
Нитриты	мг/дм ³	3	0,00...0,10	0,00...0,05	0,00...0,04	0,001...0,075
Железо	мг/дм ³	0,3	0,4...16,5	0,9...10	1,5...10	0,93...16,8
Марганец	мг/дм ³	0,1	0,5...1,25	0,2...0,4	0,1...8,0	0,1...30,26
Минерализация	г/ дм ³	1	0,15...0,60	0,25...0,50	0,31...0,58	0,13...4,58
Жесткость	Ммоль-экв/ дм ³	7	0,4...7,0	1,3...7,2	3,65...18,4	5,5...8,35
Сульфаты	мг/дм ³	350	0,0...14,0	0,00...4,0	0,0...3,5	
Фториды	мг/дм ³	1,5	0,15...0,50	0,20...0,60	0,45	0,10-0,30
Хлориды	мг/дм ³	500	0,51...16,70	0,72...17,70	3,9...1874	0,47...12,50
Окисляемость	мг/дм ³	5	--	2,0...5,0	3,2...3,84	0,7...3,6

Воды палеогенового горизонта, используемые для водоснабжения по данным [1, 2] по химическому составу меняются с юга на север от гидрокарбонатных кальциево-магниевых с минерализацией 0,13-0,34 г/дм³ до хлоридных натриевых с минерализацией 1,85-4,58 г/дм³, рН и Eh находятся в пределах 6,8...7,6 и +90...+120 мВ, соответственно. Эти воды обогащены железом в количестве от 0,9 до 10 мг/л.

Химический состав воды значительно изменился за годы эксплуатации водозабора. Большие объемы извлечения подземных вод из палеогенового водоносного комплекса на участках с относительно слабой гидрогеологической изоляцией привели к усилению вертикальных перетоков из смежных с ним водоносных горизонтов четвертичных, неогеновых и меловых отложений.

В скважинах водозабора, расположенных вблизи устья р.Томи, фиксируется большое содержание хлорид-иона, которое возрастает в течение времени. В скважинах № 101, 120 за все время их эксплуатации до 1996 г. химический состав подземных вод изменился незначительно, содержание хлорид-иона находилось в

пределах фона. Исследования 1998 г. показали резкое увеличение содержание хлорид-иона в этих же скважинах до 280-326 мг/дм³. Это свидетельствует о расширении границ гидрогеохимической аномалии [3].

По данным ТКРЭ (1984-1995гг.) и ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» (1995-2003), трансформация фонового состава подземных вод палеогенового комплекса отмечается в скважинах 444р, 458р и 218р – на северо-западе Обь-Томского междуречья, и в скважинах 344р, 351р, 505р и 507р – на востоке. Натрий и хлор появляются закономерно во времени, часто в не эквивалентных друг другу количествах. Концентрации хлор-иона здесь достигают 270-550, а натрия – 153-230 мг/л, которые практически полностью замещают собой другие ионы, а минерализация вод возрастает до 700-1220 мг/л.

В настоящее время по результатам исследования АО «Томскгеомониторинг», в которых автор участвовала во время летней производственной практики, также на фоне пресных вод гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава в палеогеновом комплексе выделяют эти локальные хлоридно-натриевые аномалии. По данным МП «Томскводоканал» (2001), после снятия нагрузки на скважину состав вод в ней постепенно изменяется на фоновый. [5]

Таким образом, на основе гидрохимических данных выявляется взаимосвязь водных объектов района Томского водозабора. Восполнение ресурсов подземных вод происходит в результате инфильтрации атмосферных осадков, в связи с чем, активная застройка территории левобережья и последующая возрастающая антропогенная нагрузка негативно скажется на составе подземных вод. Вблизи русла р. Томи отмечаются также горизонтальные перетоки [4]. Об этом свидетельствует присутствие в подземных водах в скважинах характерных для речной воды загрязнителей, единственным объяснением появления которых является инфильтрационное поступление из реки.

В процессе интенсивной эксплуатации водозабора образовалась воронка депрессии, границы распространения которой остаются спорным вопросом, за счет чего в палеогеновый водоносный горизонт начали вовлекаться подземные воды меловых и палеозойских отложений [2, 6].

В настоящее время необходимо разработать систему мероприятий по минимизации антропогенного воздействия на территории левобережья. Кроме того, необходимо разработать систему управления водными ресурсами на рассматриваемой территории, целью которой будет поддержание баланса между экономическими интересами водопользователей и поддержание экологической ситуации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол_а.

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. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
3. 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.
4. Рогов Г.М. Гидрогеология и геоэкология Кузнецкого угольного бассейна. – Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2000. – 167 с.
5. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2014 г. Информационный бюллетень, выпуск 20, АО «Томскгеомониторинг» – Томск: ООО «Д-принт», 2015 – 84 с.
6. Шварцев С.Л., Лукин А.А. О некоторых спорных проблемах Томского подземного водозабора // Обской вестник. № 3-4. – 1999 г. – с. 126-131.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АПТ-СЕНОМАНСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.С. Спиридонов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Солеотложение на нефтяных объектах во время разработки и эксплуатации месторождений – это многогранный и сложный процесс. Более активно он проявляется при росте обводненности скважин. Солеобразование ведет к уменьшению продуктивности скважин, поломкам на глубиннонасосном оборудовании, в результате чего становится необходимым внеплановый капитальный ремонт. Таким образом, это приводит к снижению технико-экономических показателей на предприятиях нефтедобычи. Изучение динамики химического состава попутно добываемых вод, является необходимым для прогнозирования солеотложения на нефтепромысловом оборудовании. Проблема улучшения показателей эффективности нефтедобычи напрямую связана с выявлением отложения неорганических солей в скважинах при эксплуатации. В результате того, что на сегодняшний день большая масса месторождений нашей страны находятся на стадии интенсивного обводнения, изучение отложения солей приобретает особую актуальность [2].

В виду своей большой практической значимости, проблемой солеобразования в Западной Сибири занимались многие исследователи. Большинство работ по этой теме было опубликовано уже в 2000-х годах. Коллектив из Тюменского нефтегазового университета во главе с Семеновым Т.В., сделали попытку проследить

изменение ионно-солевого состава пластовых вод на стадии разработки нефтяных месторождений. Еще одна группа ученых Галеев Р.Г., Дияшев Р.Н., Саттарова Ф.М., Потапов С.С. из разных научно-исследовательских институтов, провели исследование минерального состава, а так же попытались выявить причины отложения солей на оборудовании. Сотрудники института проблем нефти и газа РАН: Абукова Л.А., Иванова А.Е., Исаева Г.У.,

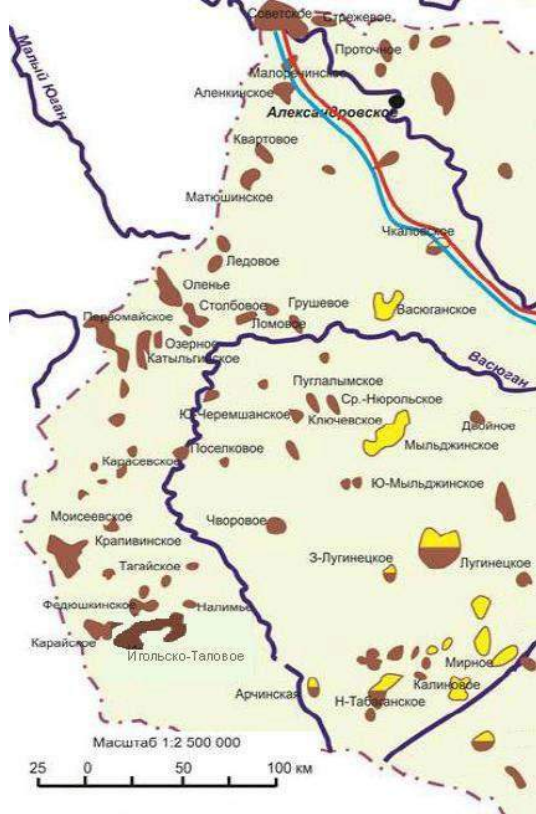


Рис. 1. Обзорная карта месторождений Каймысовского свода Западной Сибири

детально изучали эту проблему в аспекте задач нефтепромышленной практики и, выработали технологию автоматизированного выбора метода изучения минерального солеотложения в пластовых и скважинных условиях. Прогнозом внутрипластового отложения сульфатных солей при добыче нефти, занимались сотрудники Архангельского государственного технического университета, под руководством Бабиковой А.И. Кроме этого вплотную с проблемой солеотложения, столкнулся коллектив авторов из Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина: Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Герасимов И.Н., Клименко К.И. и др., при разработке программно-аппаратных комплексов защиты скважинного оборудования от отложения солей.

Заводнение продуктивных пластов – это главный метод при разработке нефтяных месторождений. Геохимические процессы взаимодействия породы пласта с закачиваемой водой ведут к появлению попутно добываемых вод, которые насыщены неорганическими солями [1]. Наиболее часто встречаемые компоненты промышленных отложений это карбонат кальция, сульфат кальция и сульфат бария. Как правило, это смесь из нескольких компонентов с мелкими терригенными частицами, либо с продуктами коррозии. Процесс образования твердого осадка протекает в несколько стадий. Его развитие начинается с насыщенного раствора в виде формирования нестабильных кластеров. После этого, атомные кластеры преобразуются в мелкие

кристаллы-зародыши, формируя первичные зоны кристаллизации. Постепенно кристаллы растут в результате адсорбции ионов на их поврежденных участках. Увеличиваясь в размере они объединяются в более массивные агрегаты. Со временем в растворе образуются столь крупные агрегаты кристаллов, что они не способны больше находиться во взвешенном состоянии в растворе, тогда и происходит выделение осадка [3,5].

Объектом исследования являются воды нефтяных месторождений Каймысовского свода Западной Сибири (рис.1), которые входят в состав апт-альб-сеноманского водоносного комплекса. Для прогнозирования солеотложения на вышеупомянутых объектах, необходимо дать гидрогеохимическую характеристику этого комплекса. Наиболее ранние сообщения о сеноманских водах встречаются в работах Кучина М.И. и Гуревича М.С. В 1960 г была опубликована монография, выполненная коллективом авторов ВНИГРИ (Н.В. Дуброва, Н.М. Кругляков, М.А. Помарнацкий, В.Б. Торгованова) «Воды и газы палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири», содержащая большой фактический материал по подземным водам и газам отложений Западно-Сибирского артезианского бассейна. Наиболее полно освещаются апт-сеноманский комплекс Западно-Сибирского артезианского бассейна, закономерности его гидродинамической обстановки и химического состава вод в диссертации А.Д. Назарова, в работах сотрудников ВСЕГИНГЕО и СНИИГГиМСА (А.А. Бездетный, В.Г. Иванов и др.). В 1979-1980 гг кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института проведены работы по изучению геохимии подземных вод Западно-Сибирского бассейна в связи с проблемой формирования химического состава, нефтегазоносности, народно-хозяйственного использования и охраны от загрязнения и гидрогеологии нефтяных месторождений и прогнозной оценки запасов подземных вод апт-сеноманских отложений в связи с заводнением продуктивных пластов под руководством А.Д. Назарова. В 1981-1984 г.г. этим же коллективом были проведены более детальные исследования прогнозных запасов промыслово-технических вод апт-сеноманского комплекса на структурах 1, 2 и 3 порядков. В итоге проведенных исследований был дан анализ особенностей площадной изменчивости коллекторских свойств и гидрогеологических условий апт-сеноманских отложений. Было выяснено, что химический состав промыслово-технических вод в пределах нефтедобывающих районов не выдержан. Различия наблюдаются в минерализации, содержании кальция, сульфатов, водорастворенных газов[4].

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 10,25 (Вахское месторождение) до 21 г/л (Оленье месторождение), но на большей части исследуемой территории составляет 16-20 г/л (таблица 1). Кларки концентрации к воде мирового океана колеблются в небольших

пределах 0,32 (Вахская группа месторождений) – 0,58 (Игольско-Таловое месторождение). Преобладающим типом вод является хлоридный натриевый, но встречен и хлоридный натриево-кальциевый (Вахское, Стрежевское, Малореченское, Озерное). Содержание хлор-иона изменяется от 92 до 99 %-экв., натрий-иона – от 77 до 90%-экв., кальций-иона – от 4 до 15 %-экв. Натрий-хлорный коэффициент изменяется от 0,68 (Лугинецкое месторождение) до 0,97 (Центр. Вахское) при средней величине его 0,88. Хлор-бромный коэффициент варьирует в пределах 170-849 при среднем 253. Воды комплекса характеризуются, в основном, слабокислой реакцией (рН колеблется в пределах 6,3-6,6), крайне низким содержанием или отсутствием сульфат-иона. На площади Вахской группы месторождений наблюдается аномальное его содержание (до 153 мг/л). Окислительно-восстановительный потенциал апт-альб-сеноманских отложений по литературным данным в пределах нефтяных месторождений (Вахское, Советское, Стрежевское) составляет +50 +120 мв. Содержание общих органических кислот составляет в среднем 1,93 мг/л. Распределение общего железа носит пестрый характер, минимальное (0,3-0,5 мг/л), а максимальное (206,3 мг/л). Также в водах апт-сеноманского комплекса установлен широкий спектр микрокомпонентов. Брома изменяется от 16,6 (Олень м-е) до 84-108 мг/л (Малореченское и Полуденное месторождения) при среднем значении 46,4 мг/л. Содержание йода изменяется от 1,3 (Центрально-Вахское м-е) до 12,6 мг/л (Первомайское м-е) при среднем его содержании 10,9 мг/л. Хорошая связь йода отмечается с минерализацией, хлором, бромом и аммонием. Содержание стронция в водах комплекса колеблется в пределах – от 18 (Центрально-Вахское месторождение) до 130 мг/л (Первомайское и Северное месторождения) при среднем значении 70 мг/л. Отмечается хорошая положительная связь содержания стронция с минерализацией, хлор-ионом и кальцием. По своим геохимическим свойствам стронций близок к кальцию. Кроме того, в водах обнаружен бор, содержание которого изменяется от 1,0 (Вахское месторождение) до 18,5 мг/л (Первомайское месторождение). Содержание в водах кремния изменяется незначительно и достигает 15,7 мг/л (Вахское месторождение) при средней его величине 6,0 мг/л.

Таблица 1

Химический состав подземных вод апт-сеноманского комплекса

Нефтегаз. район	Число отпроб.	Знач.	М, мг/л	рН	Компоненты, мг/л						
					НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Каймысовский	7	мин.	10,2	6,3	109,8	3,7	6240	737	48,6	41,4	1375
		макс.	21	6,6	158	44	11275	1362,7	119,1	448	6300
		сред.	16,6	6,4	137,6	14,8	8520	1180	82,3	134	4518

*Использована фондовая информация ФГУ ТФИ по Томской области и материалы кафедры ГИГЭ ТПУ

В целом, изменение содержания микрокомпонентов в водах апт-альб-сеноманского комплекса соответствует изменению их минерализации. Газонасыщенность вод невелика, величина газового фактора не превышает 0,5 м³/м³. Водорастворенный газ представлен метаном. Исходя из гидрогеохимической характеристики комплекса, можно предположить, что в скважинах на исследуемых объектах большую долю компонентов промышленных отложений будет составлять карбонат кальция.

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. Крабтри М. Борьба с солеотложениями – удаление и предотвращение их образования / М. Крабтри, Д. Эслингер, Ф. Флетчер, М. Миллер // Нефтегазовое обозрение. – 2002. – № 2. – С. 52-73.
4. Назаров А.Д. Нефтегазовая гидрогеология. Лабораторный практикум: учебное пособие / А.Д. Назаров; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 85 с.

БАССЕЙНОВАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАЦИИ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ В ВОДАХ МАЛОЙ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КИРГИЗКА, ТОМСК, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ)

И.В. Титов

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эффективная очистка сточных вод является необходимым условием устойчивого функционирования природно-техногенных комплексов разного уровня. При этом большое значение имеет не только количество и тип очистных сооружений, но и система нормирования сбросов очищенных сточных вод в водные объекты. Эта система включает административно-управленческий аппарат и накопление информации, и собственно расчёта допустимых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах, при которых влияние сбросов на водный объект не приводит к ухудшению качества вод. Общие подходы к определению допустимых

концентраций включены в состав действующих нормативных документов в области охраны природы [1]. Однако методика бассейновых расчётов разработана недостаточно подробно, в результате чего их проведение остаётся нетривиальной задачей, и фактически бассейновый расчёт допустимых концентраций проводится относительно редко [8].

Такая ситуация сложилась и в водосборе реки Большая Киргизка (рис. 1). Для этой территории характерна достаточно высокая концентрация жилых и производственных объектов, являющихся источником загрязнения [6]. С учётом этого была разработана и апробирована для среднемноголетних условий модель трансформации загрязняющих веществ по сумме растворённых солей, поступающих в Большую Киргизку и её притоки от источников загрязнения. Выбор среднемноголетних значений обусловлен необходимостью построения геохимического баланса на основе средних значений гидрологических и геохимических показателей с оптимизацией параметров модели, не определяемых из опыта, а подбираемых исходя из минимизации суммы квадратов разности вычисленных и измеренных концентраций.

Река Большая Киргизка впадает в Томь в 58 км от её устья; длина реки – 85 км, площадь водосбора – 898 км²; основные притоки – Малая Киргизка, Омутная, Чёрная, Каменка, Топкая (рис. 1).

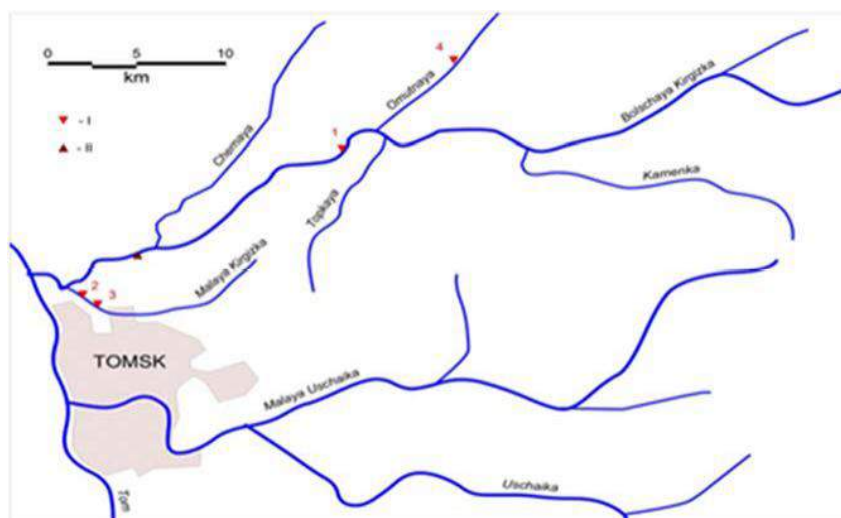


Рис. 1. Схема речной сети района исследований; условные обозначения: I – выпуск сточных вод (номер выпуска соответствует табл. 1); II – пункт гидрологических наблюдений на реке Большая Киргизка

Основное поступление сточных вод приурочено к очистным сооружениям Туганской птицефабрики, Томской птицефабрики и Томского завода древесностружечных плит. Сточные воды проходят очистку, но её эффективность для ряда веществ невысока: максимальная – для взвешенных веществ и легкоокисляемых органических веществ; минимальная – для соединений азота и фосфора [3]. В данной работе рассматривалось изменение суммы растворённых солей как базового геохимического показателя, необходимого для оценки общего геохимического состояния речной экосистемы.

Выполненные расчёты показали: 1) модель адекватно описывает среднемноголетние изменения суммы растворённых солей вод Большой Киргизки и её притоков (рис 2); 2) изменения суммы растворённых солей в речных водах по длине реки наилучшим образом описываются при $k_c=0.093 \text{ сут}^{-1}$. В связи с этим, величину суммы растворённых солей следует считать неконсервативной; 3) речная система характеризуется как достаточно устойчивая к сбросу растворённых солей со сточными водами. Одно из объяснений этого явления – сочетание разбавления более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, и атмосферных осадков, с другой стороны, – процессов взаимодействия в системе «вода – порода – органическое вещество».

По данным Ю.В. Колубаевой [2], сумма растворённых солей в подземных водах региона в среднем составляет от 507 мг/дм³ (воды рыхлых отложений) до 527 мг/дм³ (воды коренных отложений), в то время как для атмосферных осадков в бассейне Оби характерны значения суммы главных ионов составляют 50.9 мг/дм³ (дождевые воды) и 23.1 мг/дм³ (снеготалые воды) [4].

Влияние второго фактора раскрыто и подробно объяснено применительно к подземным водам в работах целого ряда авторов [7]. Но это же объяснение применимо и к речным водам в среднемноголетнем разрезе. В частности, в работе [4] было показано, что наиболее активное взаимодействие речных вод и отложений происходит в пространственном разрезе – в верхнем течении рек, а во времени – в половодье. При этом отмечены следующие особенности:

1) состояние, близкое к равновесному, наблюдается в основном только при взаимодействии вод с кальцитом, глинистыми минералами, кварцем, соединениями металлов с гуминовыми кислотами;

2) по отношению к первичным алюмосиликатам речные воды повсеместно и в течение всего года недонасыщены, так как достижение равновесного состояния ограничено в результате выведения из раствора кальция с соединениями с угольной и гуминовыми кислотами;

3) рост концентраций растворённых солей в водах рек – приёмников стоков ограничивается

относительно низкой растворимостью ряда соединений главных ионов, что ограничивает рост суммарного содержания растворённых солей или даже приводит к его некоторому снижению [4].

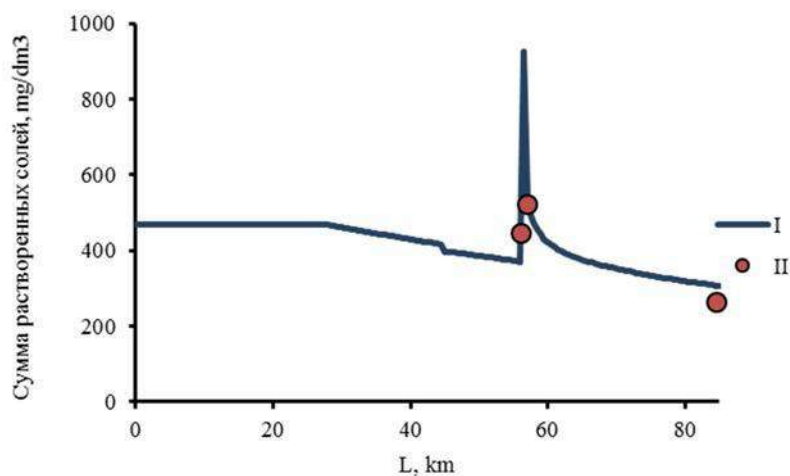


Рис. 2. Изменение расчётных (I) и средних измеренных значений суммы растворённых солей (II) по длине (L) реки Большая Киргизка (от истока)

Анализ результатов моделирования в целом подтверждает эти выводы и свидетельствует о значительной способности речной системы к саморегуляции.

В процессе исследования разработана и апробирована модель трансформации суммы растворённых солей в водах Большой Киргизки под влиянием сброса сточных вод и влияния притоков (реки Малая Киргизка, Омутная, Топкая, Каменка, Чёрная). Показано, что речная система обладает значительной способностью к самоочищению и характеризуется достаточно стабильным солевым составом. Это объясняется тем, что рост концентраций растворённых солей в речных водах в определенной степени ограничен, во-первых, разбавлением более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, а, во-вторых, относительно низкой растворимостью ряда соединений макрокомпонентов. Ещё один важный вывод, подтверждаемый результатами моделирования, заключается в том, что сумму растворённых солей целесообразно рассматривать как «неконсервативный» гидрохимический показатель, который, представляет собой сложную функцию целого ряда физико-химических и биохимических процессов, протекающих в системе «речная вода – донные отложения – речные наносы», на поверхности водосборного бассейна и зоне активного подземного водообмена [4].

Литература

1. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с.
2. Колубаева Ю.В. Гидрогеохимия северо-восточной части Колывань-Томской складчатой зоны / автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2015. – 22 с.
3. Лыготин В.А., Савичев О.Г., Нигороженко В.Я. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000-2005 гг. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006. – 88 с.
4. Савичев О.Г. Влияние взаимодействий в системе вода–порода на формирование состава речных вод бассейна Оби // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 74-80.
5. Савичев О.Г., Иванов А.О. Атмосферные выпадения в бассейне Средней Оби и их влияние на гидрохимический сток рек // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 1, С. 63-70.
6. Экология Севера промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения / ред. А.М. Адам. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1994. – 260 с.
7. Grenthe, I. and Puigdomenech, I. Symbols, standards and conventions, in: Modelling in aquatic chemistry. Nuclear energy agency, Paris, 1997, pp. 35–68.
8. Savichev, O.G. and Matveenko, I.A. 2013. Evaluation of chemical composition changes of surface water in Boguchan Reservoir (Siberia, Russia) // p. 706 – 715.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА Р. ОБЪ В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. Федорова

Научный руководитель доцент А.Л. Архипов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Исследование техногенного загрязнения окружающей среды является одним из основных направлений экологических работ. Практически любой вид антропогенной деятельности связан с поступлением в окружающую среду разнообразных отходов, меняющих ее химические характеристики. Известное высказывание В. И. Вернадского о том, что: «Мы присутствуем и жизненно участвуем в создании в биосфере нового геологического фактора, небывалого еще в ней по своей мощности», во многом подтверждается фактом поступления в окружающую среду большого количества химических веществ. Загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами и тяжелыми металлами проявляется на различных уровнях - от локального до глобального - и представляет опасность для живых организмов, включая человека [3].

Цель исследования данной работы - оценить степень воздействия нефтяных месторождений на качественные изменения поверхностных вод.

В ходе исследований были отобраны образцы проб поверхностных вод в реках Когуйгай, Налимная, Крапивная, протекающие на территории Павловского, Моисеевского нефтяных месторождений. Отбор проб производился согласно ГОСТ 17.1.5.05-85 [1], ГОСТ Р 51592-2000 [2].

Содержание химических компонентов в поверхностных водах было определено в аккредитованной лаборатории ОГБУ «Облкомприрода» (аттестат аккредитации №0000748 от 04.11.2014г., г. Томск). Тяжелые металлы определялись в валовой форме. Для оценки степени изменения качества исследуемых поверхностных вод в результате разработок нефтяных месторождений был рассчитан коэффициент опасности загрязняющего вещества (рисунок 1).

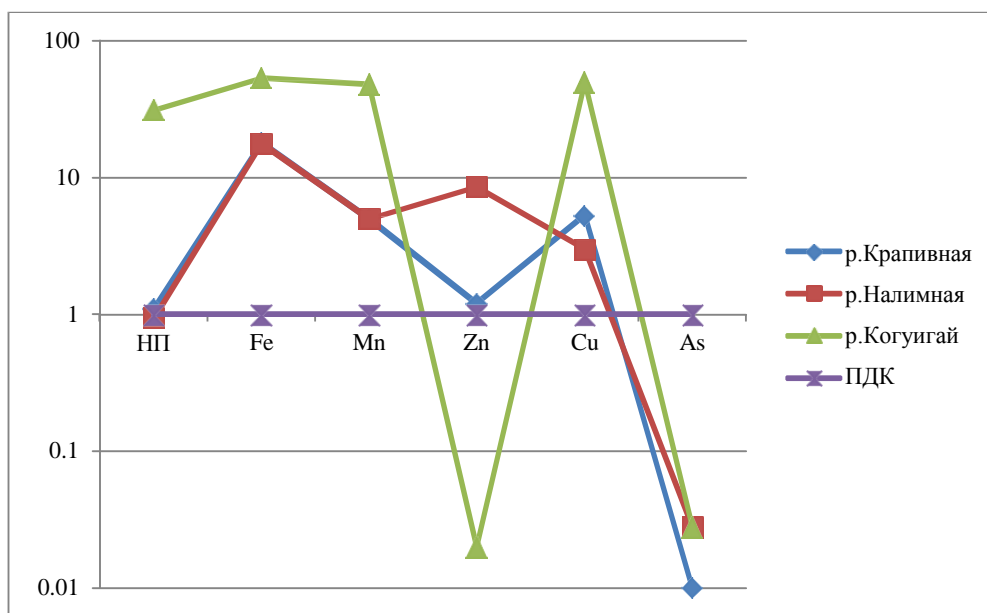


Рис. 1. Коэффициент опасности как относительное содержание загрязнителя в пробе к его предельно допустимой концентрации

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод, что р. Крапивная в наименьшей степени подвержена загрязнению нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Наиболее подвержены загрязнению нефтепродуктами р. Когуйгай и р. Налимная.

Высокое содержание нефтепродуктов характеризует антропогенное воздействие развитой нефтяной промышленности на исследуемой территории. Потенциальными источниками загрязнения отобранных образцов исследуемых поверхностных вод нефтепродуктами служат многочисленные действующие и ликвидированные склады горюче-смазочных материалов, нефтепроводы, промплощадки, автодороги.

Наибольшая опасность загрязнения тяжелыми металлами также отмечается р. Когуйгай и р. Налимная. Повышенное содержание железа и марганца в поверхностных водотоках рассматриваемой территории обусловлено питанием грунтовыми водами и тесным взаимодействием с режимом болот. Процессы накопления этих элементов в торфяных залежах происходит при их формировании, где играют роль гидрогеохимические особенности региона и подпитка грунтовыми водами.

На основании обобщения материала можно сделать вывод, что исследуемые реки, подвержены загрязнению нефтепродуктами и тяжелыми металлами, обусловленному как природными, так и антропогенными факторами, влияющие на изменения качества рек Налимная, Когуигай, Крапивная.

Литература:

1. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков
2. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб
3. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М.: Наука, 2001. – 125 с.

**НЕФТЕПОИСКОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПАЛЕОЗОЯ
ФЕРГАНСКОЙ ВПАДИНЫ**

А.С. Хусанов

Научный руководитель профессор Абдуллаев Г.С.

**АО «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений», г. Ташкент,
Узбекистан**

Палеозойские отложения Ферганской впадины богаты разнообразными подземными водами. В ее пределах формируются воды от ультрапресных гидрокарбонатно-кальциевого состава до высокоминерализованных хлоркальциевых рассолов с высоким содержанием весьма ценных и редких компонентов. Ферганская впадина - крупнейшая межгорная впадина Средней Азии и охватывает регион между хребтами Среднего и Южного Тянь-Шаня, в пределах которой имеется уникальный гидрогеологический бассейн со сложным и своеобразным сочетанием системы мелких артезианских бассейнов. Палеозойские образования, обнажающиеся в его горно-складчатом обрамлении, представляют собой массивы трещинных вод и артезианские бассейны.

Водоносность палеозойских образований Ферганского артезианского бассейна, как и других районов Средней Азии, изучена недостаточно [1]. Она относительно хорошо исследована в горных и предгорных районах, где эти образования обнажаются на дневной поверхности или залегают на сравнительно небольших глубинах. По мере продвижения к Центральной части Ферганской депрессии глубина залегания палеозойских образований резко возрастает, и они вскрываются глубокими скважинами лишь в адырной зоне. Отложения палеозоя значительно дислоцированы и метаморфизованы. Степень дислоцированности и метаморфизма в общем увеличивается от более молодых пород к древним. Они смяты в систему мелких складок и нарушены множеством трещин. В разрезе метаморфического комплекса принимают участие гнейсы и ортогнейсы, филлиты, кристаллические, слюдястые сланцы, мраморы и др. Осадочные же образования девона, карбона и перми характеризуются более спокойным залеганием пластов и чередованием водоупорных глин, алевролитов, аргиллитов с водоносными известняками, доломитами, песчаниками и конгломератами.

В горном обрамлении Ферганы, из палеозойских образований выклинивается множество родников. Вода большинства источников пресная, гидрокарбонатно-кальциевая, с температурой 8-12°. Среди всех литологических разновидностей пород наилучшими водовмещающими свойствами обладают известняки и доломиты. Относительно понижены эти свойства у мраморированных известняков, песчаников и конгломератов, затем идут граниты и порфириды. Наименьшими водовмещающими свойствами обладают гнейсы и различные сланцы метаморфических образований. Наилучшими свойствами обладают зоны интенсивного дробления пород, приуроченные к линиям альпийских возрожденных разломов. Поэтому, родники, приуроченные к крупным разломам глубинного заложения, отличаются постоянством режима расхода, повышенной температурой и минерализацией.

По мере продвижения от гор через предгорья к равнинной части Ферганской впадины наблюдается постепенное увеличение минерализации подземных вод и величин геотермического градиента. Вместе с тем изменяется и химический состав подземных вод - от гидрокарбонатно-кальциевых в высоких горах через сульфатно-натриевые в предгорьях до хлоридно-натриевых в пределах Ферганской долины. В пределах Ферганской впадины палеозойские образования вскрыты скважинами на структурах Гульча, Сарыток, Северный Риштан, Северный Сох, Майлису, Гузан, Шорсу, Северный Катран, Западный Карачатыр, Восточный Карачатыр, Южный Аламышик, Абды-Сай, Босбутау, Подша-ата, Акбаташа. Скважиной Гульчинской антиклиналями вскрыты палеозойские образования, представленные метаморфизованными известковистыми аргиллитами, песчаниками и прослоями глин и песчано-паттумной известковыми породами. Минерализация воды в этой скважине достигает 50 г/л и состав - хлоридный натриево-кальциевый. В Северном Риштане получен приток относительно среднеминерализованной (50 г/л) хлоридной натриево-кальциевой воды. Кроме того, в составе этой воды появляется йод - 5,7 мг/л, бром - 20 мг/л. На структуре Сарыток, расположенной южнее Северного Риштана на интервале 1350 м в составе воды минерализация составила 77 г/л. Воды натриево-кальциевые, бессульфатные. В Сохе, на глубине более 2,5 км встречены высокоминерализованные хлоридные натриево-кальциевые воды, в составе которых минерализация составляет 93 г/л. Примерно такими же физико-химическими показателями характеризуются воды палеозойских отложений, вскрытые в пределах Майлиуской группы структур, в которых на глубинах 2500 метров и более в составе подземных вод

минерализация составляет 90 г/л. Минерализация воды до 90-96 г/л наблюдается в составе вод в скважинах структур Гузан, Шорсу, Северный Катран, Южный Аламышик и Подша-ата [1].

Результаты изучения состава минеральных подземных вод вышеперечисленных скважин дают возможность повысить научную обоснованность прогнозных оценок нефтегазоносности, вытекающих из представлений об условиях формирования и закономерностях размещения залежей в пределах Ферганской впадины. Среди различных факторов, их определяющих, одно из первых мест отводится гидрогеологическому. Анализ древних и современных гидрогеологических условий размещения зон нефтенакопления в нефтегазоносных структурах, приуроченных к определенным структурам, позволил сделать вывод о том, что решающее влияние на это размещение оказывали гидродинамический режим, то есть условия питания, движения и разгрузки подземных вод; древняя и современная геохимическая зональность и процессы ее становления; геотермические условия; температурный режим недр на современном этапе и палеотемпературы.

Действие всех факторов, в свою очередь, зависит от геологических, первое место отводится составу подземных вод, главным образом, тектонических особенностей изучаемого бассейна, истории его геологического развития, от литолого-фациального состава, выполняющих его отложений, их геохимической характеристики. Гидрогеологический анализ поэтому неизбежно должен носить комплексный, системный характер.

В научных исследованиях сотрудников Института геологии и разработки горючих ископаемых Министерства нефтяной промышленности "Гидрогеологические критерии нефтегазоносности на примере Тимано-Печорского бассейна" отмечено, что при прогнозной оценке перспектив нефтегазоносности, палеогидрохимические и палеогеотермические исследования играют немаловажную роль, так как они дают возможность проследить пути и условия формирования нефти и газа.

Если рассмотреть с этой точки зрения палеозойские воды Ферганской впадины, то по плотности и минералогическому составу наиболее перспективными на нефть и газ являются районы развития палеозойских структур Северного Риштана, Северного Соха, Шорсу, Гальча-Баши, Западного Карачатыра, Ходжабада, Алаша, Майлису, Ташкумира, Босбутау и Подша-аты.

Результаты изучения перепада палеоминерализации (ППМ) и палеотемператур (ППТ) палеозойских отложений, изучаемого региона и их связь с нефтегазоносностью указывают, что к зонам проявления различных величин ППМ и ППТ оказывались приуроченными залежи различного фазового состояния: к зонам с максимальным ППМ и ППТ -газоконденсатные, с минимальным - газовые и с промежуточными -нефтяные. Для каждого периода существуют свои значения максимальных, минимальных и промежуточных величин. В районе Восточной Ферганы в зону максимальных перепадов ППМ (50 г/л) попадает Гульчинская площадь, в зону минимальных перепадов ППМ (25 г/л) попадает Сарыток и в промежуточную зону - Северная Гульча, где вскрыты скважинами залежи и газоконденсатные образования.

В районе хребта Катрантау, в зоне максимальных перепадов ППМ (75 г/л) попадают площади Северного Соха и Северного Риштана, где в составе среднепалеозойских отложений вскрыты нефтяные залежи. В строении палеозойских структур Северного Катрана, Шор-су и Южного Альшышика максимальный перепад ППМ составляет 90-96 г/л и скважинами на глубинах более 3000 метров вскрыты нефтяные залежи.

В районе Майлису, Кочкарата и Подша-ата Восточной Ферганы максимальный перепад ППМ составляет 97-100 г/л и различными скважинами в пределах этих регионов на глубинах более 2,5 км, глубины вскрыты и в них обнаружены газоконденсаты и нефтяные залежи.

Из сказанного вытекает ряд практических выводов:

1. Состав палеозойских вод, перепады ППМ и ППТ являются поисковыми критериями на нефтяные и газовые полезные ископаемые.

2. Изучение строения литологического состава и гидрогеологических особенностей допалеозойских образований Ферганской впадины позволяет выдвигать в качестве нижнего нефтеносного этажа - палеозойские образования.

Литература

1. Султанходжаев А.Н. Ферганский артезианский бассейн. – Т.: Фан, 1972. – 248 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ПРОВИНЦИИ НГЕАН (ВЬЕТНАМ)

Чан Тхи Хьонг

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Прибрежные зоны – это территории с особыми ландшафтами и экосистемами, которые в значительной степени уязвимы к антропогенному воздействию. Согласно данным [7,1] половина населения приморских стран проживает в прибрежной зоне, при этом существует постоянная тенденция к увеличению численности населения в этих зонах, из 23 мегаполисов Земли 16 располагается на побережье. В этой связи важной задачей природопользования является устойчивое развитие прибрежных территорий.

Провинция Нгеан расположена в центральной области Вьетнама и является самой большой провинцией Вьетнама по площади. Провинция занимает четвертое место среди всех районов Вьетнама по численности населения. По результатам всеобщей переписи населения в 2014 г., население составляло 3037440 человек.

Большая часть населения проживает именно в прибрежной зоне провинции, здесь же располагаются промышленные предприятия, и ведется активная сельскохозяйственная деятельность. Все эти факторы, безусловно, оказывают негативное воздействие на состояние окружающей среды, в том числе и на природные воды, которые используются населением для питьевых целей. Целью данной работы является исследование химического состава природных вод провинции Нгеан, Вьетнам и оценка их качества.

Объектами исследования являются подземные, речные, озерные и морские воды прибрежной зоны провинции Нгеан. В основу работы положены материалы гидрогеохимических исследований, выполняемых Центром мониторинга и инженерной экологии провинции Нгеан. В период 2011-2014 гг. было опробовано 10 пунктов наблюдения за подземными водами, 15 пунктов наблюдения за поверхностными водами суши и 14 пунктов наблюдения за морскими водами. Опробование производится 4 раза в год. Схема расположения пунктов наблюдения показана на рисунке 1.

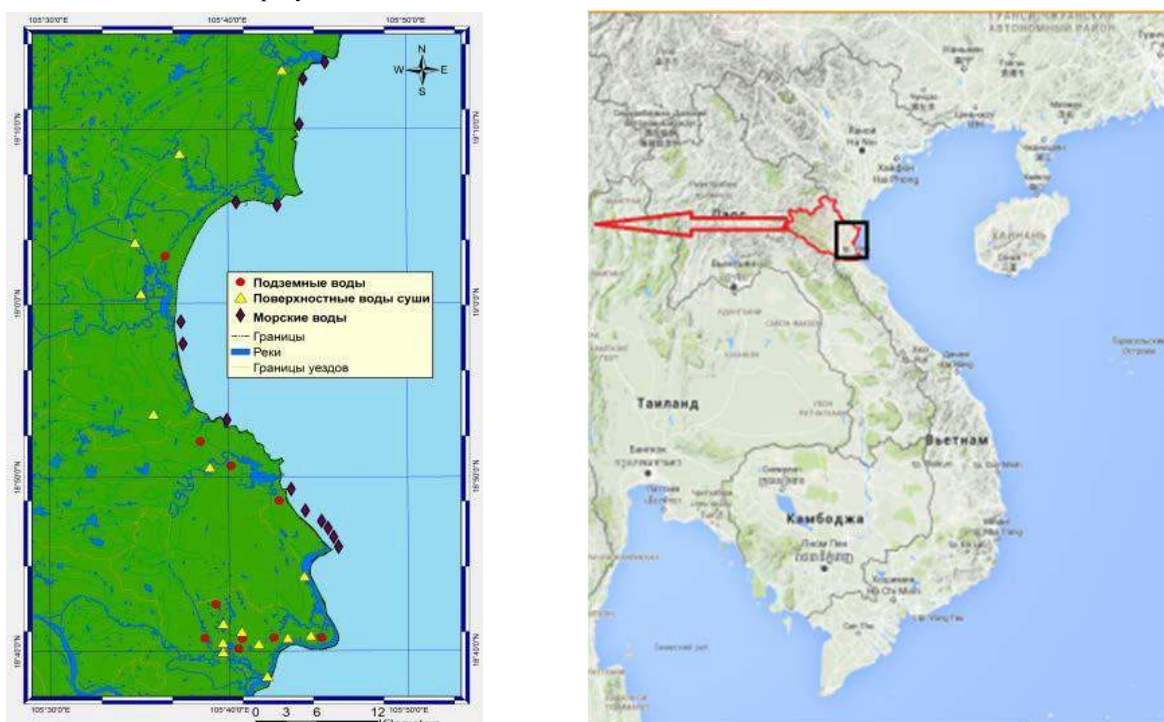
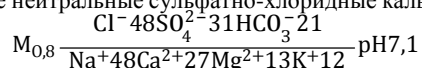


Рис 1. Схема гидрогеохимического опробования прибрежной зоны провинции Нгеан

Согласно [5] и приведенной формуле ионно-солевого состава подземные воды континентальной части провинции Нгеан умеренно-пресные нейтральные сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые воды.



В прибрежной зоне в составе подземных вод увеличивается минерализация вод и концентрация хлорид-иона, что, вероятно, обусловлено внедрением морских вод. При сопоставлении концентраций химических элементов в подземных водах прибрежной зоны провинции Нгеан со средним содержанием в грунтовых водах провинции тропического и субтропического климата отмечаются превышения по Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , Fe , NO_3^- , Mn , Cu , CN^- и Cr^{6+} . Несмотря на повышенные концентрации перечисленных компонентов они находятся в пределах допустимых концентрации для питьевых вод согласно требованиям [5]. Исключением являются хлорид-ион, превышение средних концентраций по которому составляет 1,67 раз, марганец превышение в 2,3 раза, особенно железо превышает в 5,57 раз. В отдельных точках отмечаются превышения по кадмию, меди, сульфат-иону, нитрату, мышьяку, шестивалентному хрому и цианиду. Отклонение от нормы общей жесткости отмечается в 1,3 раза выше. По микробиологическим показателям рассматриваемые воды не пригодны для использования в питьевых целях, т.к. в водах обнаружены кишечная палочка и колиформные бактерии, которые должны отсутствовать в водах, используемых для питьевых целей. Согласно [2] присутствие загрязняющих веществ в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения, могут приводить к развитию сердечнососудистых, желудочно-кишечных, раковых заболеваний.

В поверхностных водах отмечаются повышенные концентрации F^- (0,31 мг/л), Zn (0,14 мг/л), NO_3^- (1,2 мг/л), Cr^{6+} (0,02 мг/л), Mn (0,36 мг/л), Cu (0,06 мг/л) по сравнению с кларком для речных вод, но не достигающие ПДК для вод, используемых для целей орошения земель сельскохозяйственного назначения.

В прибрежных морских водах средние концентрации железа, марганца и цианид-иона превышают ПДК, используемых для рекреационных целей и пляжей. В отдельных точках наблюдаются превышения ПДК по всем химическим элементам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав природных вод прибрежной зоны провинции Нгеан, Вьетнам

Компо- ненты	Еди- змер- ения	Подземные воды		Поверхностные воды		Прибрежные воды		Кларк		Среднее содержание в подземных водах провинции тропического и субтропического климата [10]
		Содержание	ПДК [5]	Содержание	ПДК [4]	Содержание	ПДК [6]	Реч- ных вод	Морских вод	
pH		6,11 – 8,3 7,04	5,5 - 8,5	5,52 – 9,16 7,16	5,5-9	5,91 – 8,36 7,64	6,5-8,5	-	8,2	6,4
Cl ⁻	мг/л	6 – 3920 502,45	300	-	-	51 – 25800 11231,06	-	7,8	19400	7,35
F ⁻	мг/л	0,007 – 1,09 0,25	1,5	0,001 – 6,5 0,307	1,5	< 0,02 – 2,66 0,866	1,5	0,1	1,3	0,22
SO ₄ ²⁻	мг/л	1 – 488,1 73,44	250	-	-	-	-	11,2	2712	7,10
NH ₄ ⁺	мг/л	-	-	0,02 – 54,21 4,041	0,5	< 0,02 – 3,24 0,342	0,5	-	-	0,09
NO ₃ ⁻	мг/л	< 0,06 – 16,9 2,114	50	< 0,04 – 8,6 1,211	10	-	-	1,0	-	1,52
CN ⁻	мг/л	0,001 – 0,269 0,014	0,07	0,001 – 0,54 0,0164	0,02	0,001 – 0,192 0,0432	0,005	-	-	-
Fe	мг/л	0,01 – 36,74 1,67	0,3	0,01 – 3,03 0,612	1,5	0,01 – 1,94 0,263	0,1	0,670	0,0034	0,251
Zn	мг/л	0,001 – 2,66 0,239	3	0,001 – 1,35 0,137	1,5	< 0,01 – 1,75 0,135	1	0,02	0,005	37,6
Mn	мг/л	0,01 – 28,6 0,694	0,3	0,004 – 4,9 0,362	-	0,001 – 3,06 0,546	0,1	0,007	0,0004	0,0424
Cu	мг/л	0,01 – 16,04 0,2577	1	0,001 – 0,192 0,0594	0,5	0,01 – 5,2 0,24	0,5	0,007	0,0009	0,00463
Cl ⁶⁺	мг/л	0,001 – 0,07 0,01476	0,05	0,001 – 0,64 0,0195	0,04	0,001 – 0,08 0,016	0,05	0,001	0,0002	0,00335
Pb	мг/л	0,0008 – 0,00 0,00247	0,01	0,001 – 0,17 0,005	0,05	< 0,001 – 0,0 0,0027	0,02	0,003	0,0000 3	0,000205
As	мг/л	0,001 – 0,03 0,00468	0,01	0,0009 – 0,13 0,0055	0,05	0,0005 – 0,1 0,0132	0,04	0,002	0,0026	-
Hg	мг/л	0,0001 – 0,00 0,0004	0,00 1	< 0,0002 – 0, 0,00054	0,001	0,0001 – 0,00 0,0005	0,002	0,07* 10 ⁻⁶	0,15*1 0 ⁻⁶	-
Cd	мг/л	0,0002 – 0,05 0,00116	0,00 3	< 0,0002 – 0, 0,0024	0,01	< 0,0002 – 0, 0,0016	0,005	-	0,0001 1	-
Sn	мг/л	-	-	0,0005 – 0,07 0,0040	-	-	-	0,000 5	0,0008 1	-
Минера- лизация	мг/л	52 – 8548 1304,02	1500	-	-	-	-	-	-	-

Согласно приведенным данным подземные и морские воды прибрежной зоны провинции Нгеан характеризуются повышенными концентрациями Fe, Mn, CN⁻ и хлорид-ион, что затрудняет или делает невозможным их использование для целей водоснабжения и рекреации. Выявленное состояние гидросферы в рассматриваемом районе может свидетельствовать о природных особенностях района или наличии негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Выявление источников повышенных концентраций химических элементов является задачей дальнейших исследований.

Литература

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. – М., 1988. – 264 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды. Экологический, экономический, социальный и политический аспект. Российская академия наук институт водных проблем. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
3. Доклад о состоянии окружающей среды провинции Нгеан за период 2005-2009. Департамент природных ресурсов и экологии провинции Нгеан. Центр мониторинга и инженерной экологии провинции Нгеан. Нгеан, 2010. – 154 с.
4. Основные данные инвестиционной среды провинции Нгеан, Вьетнам. Народный комитет Нгеан, 2011. – 96 с.

5. Чан Т.Х. Исследование химического состава подземных вод провинции Виньфук, Намдинь и Нгеан (Вьетнам) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. Томск, 6-10 апреля 2015 г. – 458с.
6. QCVN 08:2008/BTNMT. Национальный технический регламент о качестве поверхностных вод. Утвержден постановлением Министерством природных ресурсов и окружающей среды от 31 декабря 2008г. № 16/2008/QĐ-BTNMT г. Ханой. – 6с.
7. QCVN 01:2009/BYT. Национальный технический регламент о качестве питьевых вод. Утвержден постановлением Министерством здравоохранения от 2009г. № 04/2009/TT – BYT г. Ханой. – с.9
8. QCVN 10:2008/BTNMT. Национальный технический регламент о качестве прибрежных вод. Утвержден постановлением Министерством природных ресурсов и окружающей среды от 31 декабря 2008г. № 16/2008/QĐ-BTNMT г. Ханой. – с.6
9. Плинк Н. Л. Концепция комплексного управления прибрежной зоной Санкт-Петербурга // Исследование и подготовка кадров в области морских наук. СПб., 2000. – 57с.
10. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. –366 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р.ОБИ

А.В. Черникова, Е.В. Васина

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Происходящие в настоящее время изменения климата в разных регионах земного шара связаны с колебаниями общей циркуляции атмосферы и изменением продолжительности процессов, вызывающих изменение метеорологических характеристик в конкретном районе в определённый сезон. Изменение свойств воздушных масс приходящих на территорию нижнего течения реки Оби определяет в итоге особенности гидрологического режима водных объектов и геоскопа.

Целью работы является изучение многолетних изменений скорости и направления ветра, как характеристики приземной циркуляции атмосферы.

Материалом исследований послужили специализированные массивы срочных наблюдений (через каждые 3 часа) за направлением и скоростью ветра метеостанций Березово и Толька за период с 1966 по 2014 гг. [4]. На первом этапе исследований была создана программа в Microsoft Excel, с помощью которой в результате обработки свыше 140 тысяч данных по каждой из метеостанций, согласно [2], были рассчитаны временные ряды данных скорости ветра в среднем за каждый месяц и за год по каждому направлению, и временные ряды повторяемости направлений ветра по месяцам за исследуемый период.

В течение второго этапа исследований был проведен статистический анализ данных полученных временных рядов характеристик приземного ветра. Методика статистических исследований заключалась в анализе многолетних изменений метеорологических данных, который включал в себя проверку однородности рядов наблюдений и наличия тренда. Все ряды данных были проверены на однородность с помощью теста Аббе [6], а проверка на наличие тренда производилась с помощью критерия инверсий [1] на уровне значимости $\alpha=0,05$.

Район исследований расположен на Западно-Сибирской равнине, в лесной области, на территории нижнего течения р.Оби, простираясь от 61° до 66° с.ш. и от 64° до 82° в.д., на исследуемом участке протекают реки Таз, Пур, Малая Обь. Территория района исследований располагается в умеренном климатическом поясе. Метеостанция Толька расположена в континентальной западно-сибирской центральной области, а метеостанция Березово в атлантико-арктической области [5]. Особенности климата района метеостанции Толька определяются большим количеством заливов, рек, болот и озер. Климат складывается под влиянием интенсивной циклонической деятельности в течение всего года [5]. Климат района метеостанции Березово формируется под влиянием арктического и преимущественно атлантического воздуха умеренных широт [5]. Годовое количество осадков составляет 600-700мм, район исследования характеризуется избыточным увлажнением. Среднегодовая температура воздуха и поверхности почвы на метеостанциях значительно отличается: на метеостанции Толька температура воздуха составляет -5,4°С, а температура поверхности почвы составляет -6,3°С, а на метеостанции Березово температура воздуха составляет -3,4°С, а температура поверхности почвы составляет -3,3°С. Такое различие обусловлено тем, что преобладающее направление в зимний период в районе метеостанции Березово юго-западное, поэтому воздушные массы приходят с территории Атлантического океана и Черного моря, где прослеживается влияние теплого течения Гольфстрим, а в районе метеостанции Толька в зимнее время преобладает юго-восточное направление ветра, поэтому воздушные массы приходят с территории занятой Азиатским антициклоном, в котором температура может опускаться до -60°С.

В результате обработки данных установлены особенности ветрового режима исследуемой территории. Преобладающим направлением ветра на метеостанции Толька в зимний период являются ветры юго-восточной четверти, а в летний период северной четверти (рис.1). На метеостанции Березово преобладающим направлением ветра в зимний период являются ветры юго-западной четверти, а в летний также северной четверти (рис.1). На обеих метеостанциях штили более часты зимой (17% Толька, 10% Березово), чем летом (11% Толька и 6% Березово). Преобладание того или иного направления зависит от особенностей атмосферной циркуляции над районом. Зимние и летние месяцы отличаются наибольшими различиями в преобладающем направлении ветра из-за особенностей распределения атмосферного давления. В результате проведенного статистического анализа данных можно сказать, что на метеостанции Толька максимальная скорость ветра в годовом ходе наблюдается в

апреле, мае (3м/с), а минимальная в январе, феврале (2,2м/с). На метеостанции Березово максимальная скорость ветра наблюдается в мае, июне (4,3м/с), а минимальная также в феврале, январе (3,3м/с). Для района метеостанции Березово характерны более значительные колебания скорости, чем в Тольке, а также выше среднегодовая скорость. Это связано с тем, что в Березово происходит более интенсивный перенос воздушных масс. Для обеих метеостанций в переходные сезоны года скорость ветра выше, чем в теплый или холодный период.

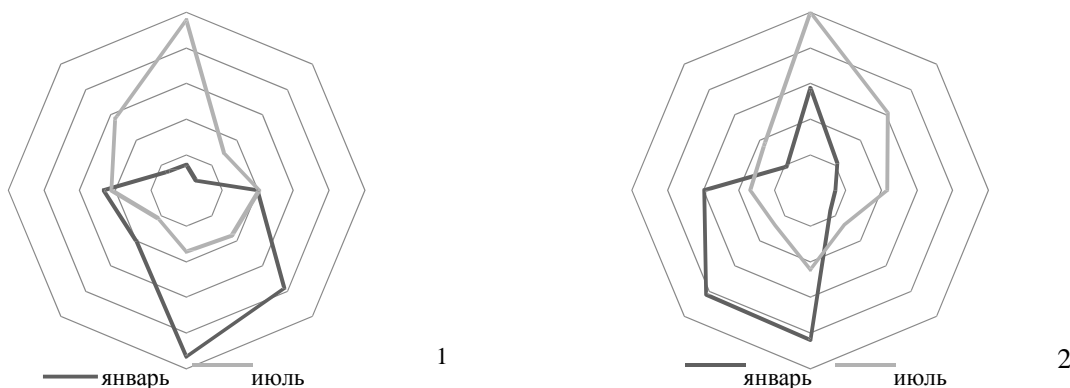


Рис. 1. Розы ветров января и июля для метеостанций Толька(1) и Березово(2), 1966 -2014гг.

При исследовании однородности выявлено, что для метеостанции Толька 77% рядов среднегодовой средней скорости не однородны, а для метеостанции Березово все ряды не однородны. Также для метеостанции Толька 63% рядов повторяемости направлений и средней скорости по направлениям не однородны, а для Березово 53% рядов повторяемости направлений и 73% рядов средней скорости по направлениям. Известно, что за исследуемый период метеостанция Березово была перенесена в 1983 году на 1,5 км к юго-западу, что может быть причиной появления в данных климатологической неоднородности.

В ходе работы выявлены тренды для рядов средней скорости и повторяемости направлений ветра. Для направления ветра выявлены в основном положительные тренды для северо-восточных, юго-восточных, юго-западных и северо-западных направлений. Другие направления трендов не имеют, однако в районе исследования метеостанции Березово доказано увеличение повторяемости штилей во все месяцы. Для данных обеих метеостанций статистически доказан отрицательный тренд средней скорости практически для всех месяцев (табл. 1) и для ряда среднегодовых значений (рис.2).

Таблица 1

Величина статистически значимых изменений средней скорости ветра* (м/с за 10 лет)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Березово	-0,4	-0,29	-0,25	-0,21	-0,23	-0,33	-0,31	-0,31	-0,3	-0,35	-0,4	-0,38	-0,31
Толька	0	0	0	-0,08	-0,15	-0,25	-0,13	-0,15	-0,08	-0,13	-0,17	-0,13	-0,13

*Примечания: “-” означает наличие отрицательного тренда, “0” означает отсутствие тренда

За период с 1966 по 2014 гг. среднегодовая скорость ветра уменьшилась на 0,6 м/с (Толька), а на станции Березово на 1,5 м/с (рис. 2). Стоит отметить, что полученные результаты могут быть недостаточно точны для всей территории, если данные отражают микроклиматическую неоднородность, т.е. возможно вокруг метеоплощадки изменилась растительность, например, на незначительном расстоянии выросли несколько рядов деревьев выше 10 метров, которые занижают действительную скорость ветра.

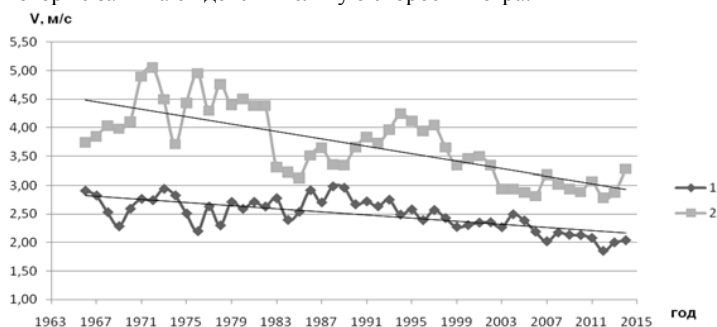


Рис. 2. Временной ход среднегодовой средней скорости ветра с линейным трендом для метеостанций Толька(1) и Березово(2), 1966-2014гг

В результате проведенных исследований описан ветровой режим района метеостанций Березово и Толька, основанный на инструментальных данных за последние 48 лет. Выявлено уменьшение среднегодовой и среднемесячной скорости ветра на обеих метеостанциях и увеличение повторяемости северо-восточных, юго-восточных, юго-западных и северо-западных направлений ветра для метеостанций, кроме того, установлено увеличение повторяемости штилей для метеостанции Березово по всем месяцам. Полученные результаты можно использовать при оценке изменения водного баланса нижнего течения р. Оби.

Литература

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – 1989. – 546с.
2. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., и др., Климатология. – Ленинград: Гидрометеиздат – 1989. – 568 с.
3. Гидрогеология СССР. Т. XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) под ред. А.В. Сидаренко. – М.: Недра, 1970. – 368с.
4. Российский гидрометеорологический портал. [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteo.ru/>
5. Национальный атлас России, Экология и природа. Т. 2. [Электронный ресурс]. – URL: <http://национальныйатлас.рф/>
6. J. Rapp, Ch.-D. Schönwiese Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990 // Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten: Serie B Meteorologie und Geophysik. – Frankfurt a. – М., 1996. – Band 5. 255 s

ГЕОТЕРМОМЕТРИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС, ТУВА А.В. Шестакова

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из важнейших проблем исследования в России и мире является изучение особенностей формирования природных водных ресурсов. К наиболее сложным по происхождению, особенностям состава и способам использования относятся термальные воды, циркулирующие в геотермальных системах. Геотермальный флюид активно участвует в рудо- и минералообразовании, а также считается наиболее перспективным альтернативным источником энергии. Определение перспективности использования гидротермальных систем, а также оценка теплового состояния недр, возможна с помощью установления величины глубинных температур гидротерм. Температура подземных вод, влияющая на взаимодействие водного раствора с минералами горных пород, выступает основным параметром геотермальной системы и относится к факторам формирования подземных вод. В связи с этим, изучение температур гидротерм представляет огромный научный и практический интерес.

В разное время работы по изучению термальных вод Байкальской рифтовой зоны проводили Ломоносов И. С. (1974), Лысак С. В. (1976), Поляк Б. Г. (1992), Замана Л. В. (2000), Плюснин А. М. (2000), Голубев В. А. (2007), Шварцев С. Л. (2015) и др. Изучением глубинных температур занимались Бадминов П. С., Оргильянов А. И., Ганчимэг Д. (2011), Рычковой К. М., Дучковым А. Д., Лебедевым В. И., Каменским И. Л. и др. (2007, 2010) проведены работы по исследованию распределения изотопного отношения гелия в минеральных источниках Тувы для оценки теплового потока на участках, а также проведены расчеты мощностей термической литосферы и температур в земной коре геотермическим методом [2]. В работах Поляка Б. Г. (1994, 1999) отражены материалы по изотопии и тепломассопотоку флюидов для Байкальской рифтовой зоны и Монголии.

Одним из проявлений геотермальных вод в Восточной Туве являются термальные источники природного комплекса Тарыс, расположенные в отрогах Прихубсугульского нагорья в устье ручья Аржаанец, на абсолютной отметке 1940 м [1]. В летний сезон на Тарыс приезжают местные жители и туристы для стихийного лечения. Наличие крупного разлома субмеридионального простирания вдоль контакта мраморизованных известняков верхнего протерозоя и нижнепалеозойских гранитов, а также трещиноватость пород, обусловило возникновение термальных источников.

Целью работы является изучение теплового состояния геотермальной системы природного комплекса Тарыс.

Источники Тарыса, имеющие температуру на поверхности до 50 °С, представляют собой геотермальную систему и формируются в результате глубокой циркуляции вод и их нагревании в региональном тепловом поле. Величина теплового потока на территории Тарыса, согласно изотопно-гелиевой оценке, составляет 68 мВт/м², что свидетельствует об аномальном прогревании недр Восточной Тувы [2]. Опробование родников Тарыса проводилось в 2012 г. под руководством Ч. К. Ойдуп, а в 2013 году работы по изучению вод велись К. Д. Аракчаа. В работе использовались результаты химического анализа 19 термальных родников, с измеренной температурой воды на поверхности от 30 до 48 °С. Данные получены при полевых работах Н.В. Гусевой и Ю.Г. Копыловой в 2015 г.

Анализ химического состава вод, наличие данных о распределении теплового потока на территории, позволяет выполнить прогноз глубинных температур резервуара в геотермальных системах с помощью расчетов различных геохимических геотермометров. Растворенный кремний и определенные катионные отношения в глубинных водах, испытывающие длительное взаимодействие с породой, обычно контролируются температурно-зависимыми реакциями между минералами и циркулирующим флюидом. Применение геотермометров предполагает достижение химического равновесия в геотермальной системе [3].

Выбор геотермометров зависит от геологических условий, доминирующих процессов в образовании геотермальных флюидов и характера восхождения вод. Учитывая, что термальные воды находятся в равновесии с минералами Na и K [4], поэтому Na-K геотермометры дадут обоснованные оценки равновесных температур. Поскольку Na-K геотермометры изменяются относительно медленно в холодной среде, которая встречается с теплыми водами при их подъеме, и не сильно влияет на смешение с грунтовыми водами, это указывает на температуры глубинного равновесия.

Для расчетов были использованы Na-K геотермометры, предложенные Arnorsson и др. (1983), Arnorsson и др. (1998), Truesdell (1976), Fournier (1979) [5]. Формулы этих геотермометров приведены ниже.

$$T = \frac{856}{0,857 + \log\left(\frac{Na}{K}\right)} - 273,15, \text{ Truesdell (1976), где Na, K в мг/л;}$$

$$T = \frac{1217}{1,438 + \log\left(\frac{Na}{K}\right)} - 273,15, \text{ Fournier (1979), где Na, K в мг/л;}$$

$$T = \frac{933}{0,993 + \log\left(\frac{Na}{K}\right)} - 273,15, \text{ Arnorsson и др. (1983), где Na, K в мг/л;}$$

$T = 733,6 - 770,551 * \log\left(\frac{Na}{K}\right) + 378,189 * \log\left(\frac{Na}{K}\right)^2 - 95,753 * \log\left(\frac{Na}{K}\right)^3 + 9,544 * \log\left(\frac{Na}{K}\right)^4$, где Na, K в моль/л, Arnorsson и др. (1998).

По температуре формирования вод и геотермическому градиенту региона определялась глубина формирования вод. Значение геотермического градиента равно 27,2 °С/км исходя из того, что средняя теплопроводимость метаморфических и магматических пород в горных районах южной Сибири – 2,5 Вт/м °С, а значение теплового потока для Тарыса – 68 мВт/м² [2]. В таблице представлены температуры и глубины формирования гидротерм, рассчитанные с помощью геотермометров для Тарыса.

Результаты расчетов геотермометров показывают, что глубинные температуры варьируются от 78 до 164 °С, при этом максимальные резервуарные температуры показал геотермометр Fournier (1979), в то время как остальные температуры оказались ниже на 17 – 50 °С. Самые низкие температуры были получены по формуле Truesdell (1976) – около 85 °С. Близкие значения температур показал расчет по Arnorsson (1983) – 96 °С. В среднем разница между остальными геотермометрами составляет 30 °С. Различие температур может быть связано с отсутствием равновесия между раствором и минералами или в результате реакций смешения с холодными водами или дегазации при их восхождении [6].

С учетом полученных глубинных температур, диапазон глубин формирования гидротерм Тарыса варьируется от 2,9 км до 6 км, в среднем составляет 4 км.

Таблица

Глубинные температуры в резервуаре, рассчитанные с помощью Na-K геотермометров

№ Родника	T (°C) на поверхности	Truesdell (1976), °C	hфор, км	Fournier (1979), °C	hфор, км	Arnorsson и др. (1983), °C	hфор, км	Arnorsson и др. (1998), °C	hфор, км
1	48	78	2,9	130	4,8	90	3,3	113	4,2
2	43	80	2,9	132	4,9	92	3,4	114	4,2
3	45	80	2,9	132	4,9	92	3,4	114	4,2
4	47	80	2,9	132	4,9	92	3,4	114	4,2
5	47	82	3,0	134	4,9	94	3,5	116	4,3
6	48	78	2,9	130	4,8	90	3,3	113	4,2
7	47	83	3,1	135	5,0	94	3,5	116	4,3
8	45	81	3,0	132	4,9	92	3,4	114	4,2
9	30	85	3,1	137	5,0	96	3,5	118	4,3
10	21	89	3,3	140	5,1	100	3,7	121	4,4
11	20	115	4,2	164	6,0	126	4,6	143	5,3
15	46	81	3,0	132	4,9	92	3,4	114	4,2
16	25	93	3,4	143	5,3	104	3,8	124	4,6
17	34	81	3,0	133	4,9	92	3,4	115	4,2
18	43	84	3,1	136	5,0	95	3,5	117	4,3
20	32	99	3,6	150	5,5	110	4,0	130	4,8
21	30	79	2,9	131	4,8	90	3,3	113	4,2
22	36	78	2,9	130	4,8	89	3,3	112	4,1
23	37	88	3,2	139	5,1	99	3,6	121	4,4
Среднее	38,1	84,9	3,1	136,4	5,0	96,3	3,5	118,0	4,3

Таким образом, наличие высокого уровня теплового потока в регионе является главным источником тепла для термальных вод, при условии, что они достигают глубин не менее 3 км. В целом, результаты

геотермометрии показали, что термальные воды Тарыса, достигающие температур 100 °С за счет нагрева просачивающейся воды по трещиноватым породам, являются перспективными альтернативным источником энергии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 16-35-00324 и № 14-05-00243).

Литература

1. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское книжное издательство. – 1968. – 105 с.
2. Дучков А.Д., Рычкова К.М., Лебедев В.И., Каменский И.Л., Соколова Л.С. Оценки теплового потока тувы по данным об изотопах гелия в термоминеральных источниках // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 2. – С. 264 – 276.
3. Anwar A. El-Fiky Hydrogeochemistry and Geothermometry of Thermal Groundwater from the Gulf of Suez Region, Egypt // JKAU: Earth Sci. – 2009 – Vol. 20 – No. 2 – pp: 71 –96.
4. 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.
5. Chelnokov G. Interpretation of geothermal fluid compositions from Mendeleev volcano (Kunashir, Russia) // Report of the United Nations University GTP, Reykjavik. – 2004. – P. 57 –82.
6. Maria Ines Magaua Burgos Geochemical interpretation of thermal fluid discharge from wells springs in Berlin geothermal field, El Salvador // Report of the United Nations University GTP, Reykjavik. – 1999. – P. 165 –191.

Секция 8

КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

А.А. Поцелуев, Ю.С. Ананьев, В.Г. Житков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

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. Различают три основные группы дистанционных исследований (ДИ) – космические, аэро- и наземные. Каждая группа методов имеет свои преимущества и ограничения, характеризуется спецификой решаемых задач [3]. В каждой группе есть свои традиционные методы и технологии исследований, но есть и методы, наиболее активно развивающиеся в последние годы. Так в космических методах приоритетными являются съемки малыми аппаратами сверхвысокого разрешения и радиолокационные исследования, а в аэрометодах – съемки и наблюдения с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Вопросы дистанционирования в космических и аэрометодах решаются за счёт использования соответствующих носителей и в первую очередь за счёт удаления от объектов исследования (в том числе от поверхности Земли) главным образом вертикально вверх и частично в горизонтальном направлении. Наземные варианты ДИ рассматриваются главным образом в аспекте горизонтального удаления (дистанционирования) от объектов находящихся на поверхности. В этом случае наблюдения могут вестись аппаратурой, как непосредственно находящейся на земной поверхности, так и размещающейся на мачтах, крышах зданий или автомобилях. Поэтому предельная горизонтальная дальность наземных методов в принципе ограничивается абсолютной высотой размещения приёмно-передающих устройств, абсолютной высотой расположения наблюдаемого объекта, состоянием атмосферы, рельефом местности, высотой различных препятствующих сооружений.

В последние годы очевидными стали преимущества космических съёмок перед аэро- и наземными исследованиями, особенно в решении задач картографирования различного масштаба и назначения [2,3]. В первую очередь это:

- объективность и метричность исходной информации;
- обзорность, непрерывность и требуемая детальность;
- отсутствие недостатков профилейных наблюдений;
- естественная генерализация и повышенная глубинность;
- высокая информативность, обусловленная получением данных в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения;
- масштабная непрерывность (возможность анализировать информацию практически с любым уровнем обзорности, генерализации и детализации);
- возможность проведения исследований в труднодоступных районах, исследования трансграничных структур, находящихся на территории различных государств, либо лицензионных участков;
- использование цифровых средств получения информации и обработка данных в среде геоинформационных систем;
- высокая экспрессность, экологичность и относительно низкая стоимость.

В настоящее время ДИ используется различными потребителями для решения широкого круга природоресурсных задач:

- в области геологии: геологическое картографирование (обзорное, мелко-, средне- и крупномасштабное); построение интерпретационных моделей геологического строения и локализации месторождений полезных ископаемых на разных уровнях генерализации; прогнозирование и поиски месторождений нефти и газа, золота, урана, редких и цветных металлов, алмазов, подземных вод, строительных материалов, камнесамоцветного сырья; поиски термальных вод; инженерно-геологическое картографирование; поиск и разведка солей в «сухих озерах» и др.;
- в области геоэкологии: картографирование нарушенности природной среды в районах антропогенной нагрузки; изучение, картографирование и зонирование различного типа охраняемых территорий; изучение динамики состояния природной среды; мониторинг зон геоэкологического риска, площадей освоения минеральных ресурсов, контроль аварийных ситуаций на нефтяных и газовых скважинах, промышленных объектах; выявление природных и техногенных процессов, оказывающих отрицательное воздействие на почвы, растительность, пастбища, водоёмы и условия проживания человека; контроль состояния рек, их водоохраных зон, а также озёр и заливов; выявление и контроль за источниками загрязнения водной среды и залповыми сбросами загрязняющих веществ, контроль состояния магистральных газо- и нефтепроводов и др.;
- в области водного хозяйства: картографирование водных ресурсов, контроль их качества; изучение и

картографирование факторов, влияющих на состояние водных ресурсов; создание гидрологических моделей конкретных регионов; изучение динамики водных ресурсов и прогноз нежелательных изменений;

– в области лесного хозяйства: изучение состояния и степени деградации лесных массивов; картографирование типов лесов и их инвентаризация; изучение таксационных и лесоводческих характеристик; изучение динамики лесных площадей и лесовосстановительных работ; мониторинг лесных пожаров;

– в области сельского хозяйства: почвенное и почвенно-мелиоративное картографирование; изучение состояния посевов и прогноз урожайности, процессов эрозии почв, учет эродированных земель, планирование рекультивации, контроль за мелиорацией, обнаружение скрытых утечек из оросительных систем и др.

В Томском политехническом университете разработкой технологий обработки и дешифрирования материалов современных мультиспектральных и радарных космических съемок для решения задач в области геологии и землеустройства занимается центр «Космогеология». Сотрудниками центра, авторами данной публикации, проведены и ведутся разномасштабные работы (1:500000 – 1:5000) в Горном (Калгутинский район) и Рудном Алтае (Зыряновский, Лениногорский, Змеиногорский, Золотушинский и Рубцовский районы), в Западной Калбе (район месторождения Бакырчик), в Восточной (Бодайбинский и Ачитканский районы) и Западной Сибири (Орто́н–Федоровский район), в различных районах Якутии, на архипелаге Новая Земля, в Северном Казахстане (Валерьяновская СФЗ), в латинской Америке (Гайана) и др. [1-3].

Исследования выполняются на всех без исключения этапах и стадиях геологоразведочных работ на различных видах полезных ископаемых – золото, уран, редкие и цветные металлы, алмазы, нефть, газ, соли, подземные воды и др.

Установлены закономерности размещения известных рудных районов и месторождений в участках сопряжения разноориентированных линейных структур с кольцевыми структурами, глубиной (мантийно-коровой) природы. Впервые показано блоковое строение некоторых районов. Выделены очаговые структуры, оказывающие закономерное влияние на размещение полезных ископаемых. На значительных площадях, перекрытых мощными аллохтонными отложениями, изучено геологическое строение фундамента и выявлены элементы рудоконтроля погребенных месторождений.

Выявлены ранее не известные (в том числе и не обнаруженные наземными и аэрофотосъемками) элементы геологического строения, имеющие важное минерагеническое значение. Получены принципиально новые данные о характере структур ряда районов и рудных полей, уточнены границы интрузивных тел и характер их взаимоотношения с вмещающими породами, проведено расчленение и определен характер залегания стратифицированных образований, выделено значительное количество новых тектонических зон рудоконтролирующего и пострудного характера, уточнено положение известных рудных объектов, выявлены новые перспективные жильные и метасоматические зоны.

Использование материалов современных космических съемок в купе с геоинформационными технологиями на начальных стадиях и в процессе выполнения геологоразведочных работ позволяет существенно уточнить и получить новые данные об особенностях геологического и в том числе глубинного строения площадей, значительно локализовать рудоперспективные площади. И, что немаловажно, актуализировать архивную «бумажную» геолого-картографическую информацию.

В настоящее время становится очевидным, что материалы дистанционных исследований не имеют ограничения по масштабам исследований и должны применяться в комплексе с другими методами на всех этапах и стадиях геологоразведочных работ.

Литература

1. Коробейников А.Ф., Ананьев Ю.С., Гусев А.И. Мантийно-коровые рудообразующие системы, концентрирующие благородные металлы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 262 с.
2. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. и др. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая) – 2-е изд., доп. и испр. - Томск: СТТ, 2010. – 228 с.
3. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 304 с.

НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ SMALLBASELINES, В МОДУЛЕ SARSCAPE

А.Д. Аненко¹, Ж.Е. Мусагалиева²

Научный руководитель доцент Д.В. Мозер

¹Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Для получения определенного результата при обработке космических радарных снимков в программе ENVI необходимо задать нужные параметры в настройках. В данной статье рассматривается несколько вариантов заданных значений в настройках раздела SmallBaselines- Interferometric Workflow, от которых зависит качество и точность выполненной работы. применяемая технология SmallBaselines -интерферометрия малых

базовых линий, предусматривает попарную интерферометрическую обработку большого количества перекрещивающихся во времени интерферометрических пар[2].

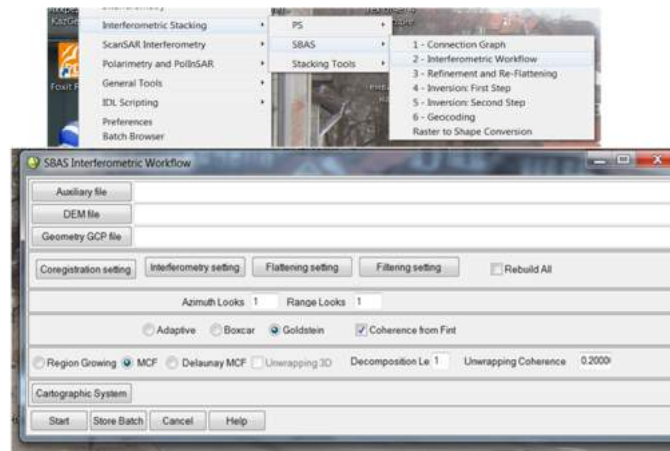


Рис. 1 Окно *Interferometric Workflow*

Эта функция позволяет выполнять обработки в автоматическом режиме в следующей последовательности: автоматическая корегистрация, расчет интерферограммы, синтез фазы рельефа, фильтрация дифференциальной интерферограммы, развертка фазы. [1].

Выше указанные этапы реализуются с настройками по умолчанию, но в процессе работы их можно корректировать в зависимости от поставленной цели.

Для выполнения этого шага необходимы определенные файлы и параметры ввода.

Auxiliary file является вспомогательным файлом, он создается после выполнения команды "Connection Graph" и обновляется в дальнейшем. Этот файл является обязательным.

Digital Elevation Model file- цифровая модель местности. Файл является обязательным, при условии, что не введена картографическая справочная система.

Geometry GCP file- предварительно созданный файл в Ground Control Point, загружается в формате .xml с помощью окна Load GCP File.

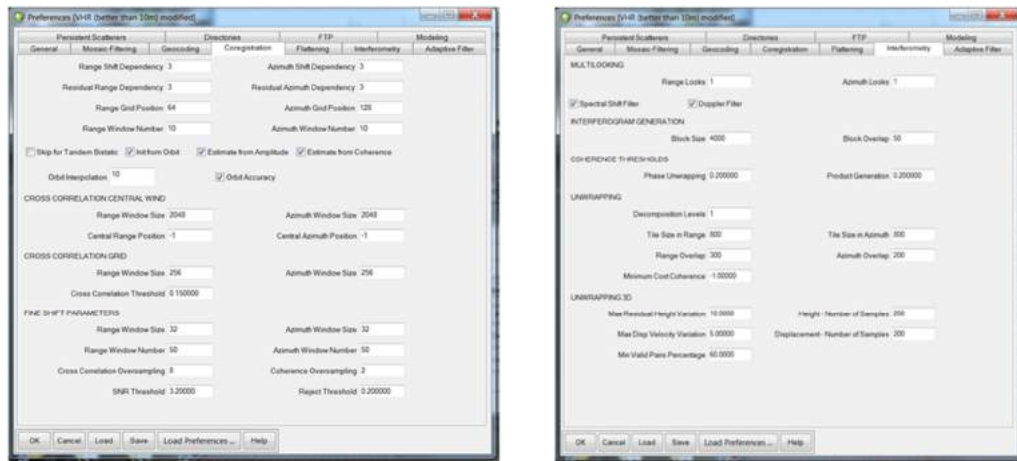


Рис.2 Окна настроек входных параметров

Coregistration Setti том, чтобы пиксели всех снимков точно совпадали с соответствующими точками на земле. Два изображения могут быть взаимно корегистрированы путем привязки каждого из них по координатам наземных точек или же одно из изображений выбирается в качестве главного, к которому привязываются другие. Любое измененное значение будет использоваться и храниться в течение последующих сеансов обработки.

Interferometry Setting-настройки интерферометрии. Настройки визуализации процессов и явлений, а также измерения физических и других величин, основанные на явлении интерференции волн и измерении разности фаз между интерферирующими волнами.

Flattening Setting-настройки выравнивания, Filtering Setting-настройки фильтров, которые используются по умолчанию.

Rebuild All- Установив команду весь процесс начинается с нуля.

Azimuth Looks и Range Looks- настройки азимута и диапазона, которые настраиваются согласно результатам, полученным после выполнения команды Multilooking.

Из предложенных вариантов настроек Adaptive, Voxcar, Goldstein, выбирается последний (рисунок 1).

При обработке космических снимков с выбранными настройками Delaunay MCF и Unwrapping Coherence Threshold =0,2, не была достигнута нужная точность.

Delaunay MCF (триангуляционная сеть)- это схема, созданная принимая пары точек, которые близко друг к другу и рисование линии, что находится на одинаковом расстоянии между ними и перпендикулярно к линии, соединяющей их. То есть, все точки на линии на диаграмме равноудалены до ближайших двух (или более) точек источника.

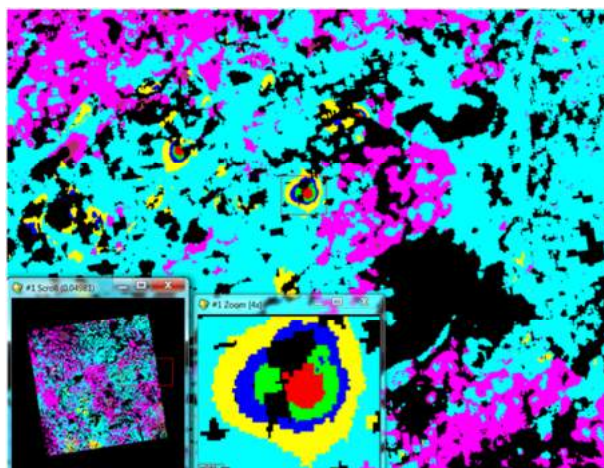


Рис.3 Интерферограмма с настройками Delaunay MCF и Unwrapping Coherence Threshold =0,2

В дальнейшей обработке этой же территории были изменены настройки с Delaunay MCF на MCF.

MCF- это квадратная сеть, которая основана на конкретных расстояниях, заданными нами ранее. Сеть имеет квадратный регион, линии которых пересекаются друг с другом под прямым углом.

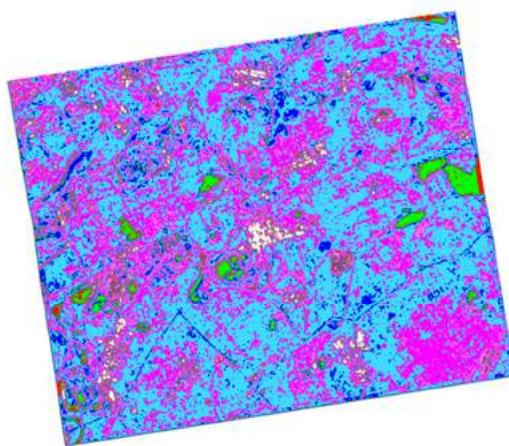


Рис. 4 Интерферограмма с настройками MCF и Unwrapping Coherence Threshold =0,2

Раздел Interferometric Workflow представляет большой выбор настроек параметров для обработки космических радарных снимков. Обработывая каждый снимок нужны индивидуальные настройки, которые зависят от ожидаемого результата.

Литература

1. Кантемиров Ю.И. Краткие теоретические основы радарной интерферометрии и ее многопроходных вариаций Ps и SBass.// Журнал "Геоматика" №1(14), 2012, 26-29 стр.
2. Мозер Д.В., Гей Н.И., Туякбай А.С., Каранеева А.Б. Применение спутниковой радарной интерферометрии при наблюдении за оседаниями подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна//Сборник докладов Международного семинара "Дни космоса в Казахстане - 2014". Астана - 2014. 7 стр.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ РАДАРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ SMALLBASELINES, В МОДУЛЕ SARSCAPE

А.Д. Аненко, Ж.Е. Мусагалиева

Научный руководитель доцент Д.В. Мозер

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Выявление процесса оседания земной поверхности и предотвращение аварийных ситуаций возможны при проведении масштабного мониторинга. В настоящее время актуальна и эффективна методика с использованием дистанционного зондирования Земли с применением спутниковой радарной интерферометрии. Был реализован проект по определению мульд оседаний на территории Карагандинского угольного бассейна. Для обработки были использованы 4 космических снимка 2015 года, полученные со спутника COSMO-SkyMed.

ENVI - это современные инструменты для обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли. Программный комплекс SARscape представляет собой набор дополнительных модулей к программе ENVI. Эти дополнительные модули позволяют выполнять предварительную и тематическую обработку радарных снимков.

Для расчета смещений и деформаций земной поверхности и сооружений с миллиметровой точностью предназначен модуль SARscape Interferogram Stacking, включающий в себя две технологии: PersistentScatterers (PS) и SmallBaselines (SBAs).

В статье рассматривается одна из технологий обработки радарных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), реализованные в программном комплексе SARscape - SmallBaselines (SBAs).

Для этого метода характерна повышенная чувствительность к малым смещениям, к выявлению небольших деформаций. К преимуществам данного метода также можно отнести меньшую зависимость от величины базовой линии и уменьшение сложностей, связанных с разверткой фазы [1].

Применяемая технология обработки SmallBaselines — интерферометрия малых базовых линий — предусматривает попарную интерферометрическую обработку большого количества перекрещивающихся во времени интерферометрических пар. Она задумана для создания новых продуктов, направленных на контроль за временными изменениями поверхностных деформаций.

Первый шаг обработки в SmallBaselines - Connection Graph. Все снимки создают пары, которые связаны друг с другом по исходным данным. Выбор пар из общего числа по некоторым критериям: максимально допустимой базовой линии, максимально допустимого временного промежутка между съемками. Инструмент ConnectionGraph позволяет в интерактивном автоматизированном режиме выбрать пары для дальнейшей обработки с учетом вышеуказанных критериев [2].

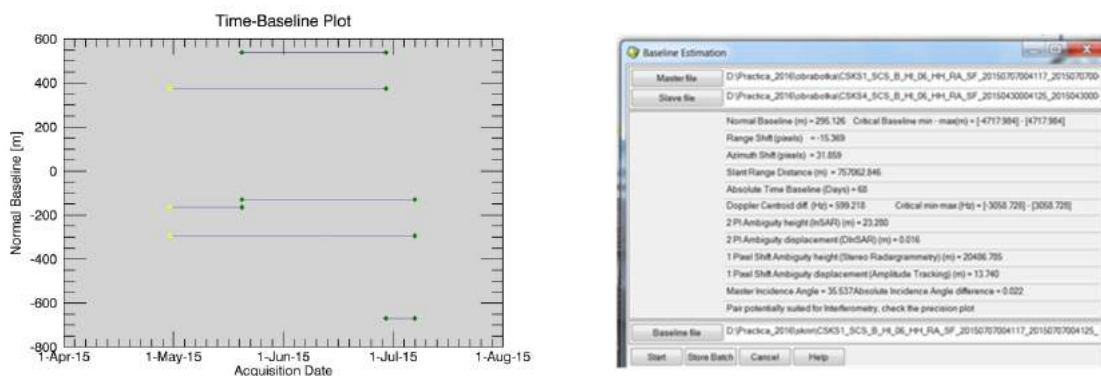


Рисунок 1 - График и информация о временном промежутке между съемками

На рисунке 1 видно, что временной интервал съемки непрерывен и промежуток времени от самой ранней даты съемки до последней составляет 68 дней, а также средняя базовая линия составляет 295,126 м.

Второй шаг- Interferometric Workflow. Для каждой из пар в автоматизированном режиме были построены интерферограммы и дифференциальные интерферограммы, выполнены фильтрация интерферометрической фазы, расчет когерентности и развертка фазы.

На выходе была получена интерферограмма смещений земной поверхности на всю площадь космического снимка.

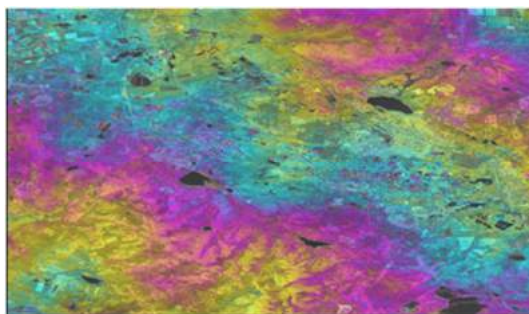


Рис.2 Интерферограмма смещений земной поверхности

Третий шаг - Refinement and Re-flattening показывает коррекцию орбиты. В связи с этим, критерии отбора Ground Control Point должны быть выполнены для всех возможных интерференционных пар.

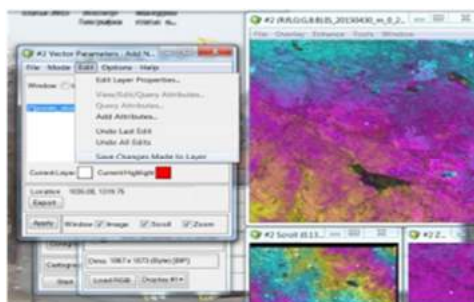


Рис. 3 Создание Ground Control Point файла

Следующий шаг SBAS Inversion выполняется в два этапа: First Step и Second Step. На этих этапах выполняются атмосферные поправки, связанные с пространственными и временными изменениями.

Завершающий шаг - Geocoding. Все результаты обработки проецируются на выбранной картографической системе, измерения смещений повторно проецируются в определенном направлении. Данные должны быть обязательно привязаны к местности. Полученный результат экспортируется в программу Google Earth.

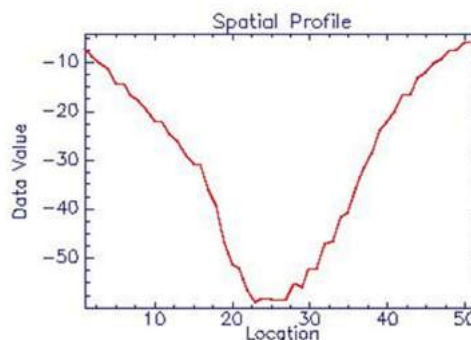
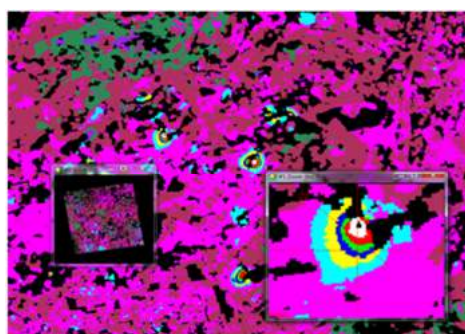


Рис.4 График оседания мульды

Обработав 4 радарных космических снимка технологией SmallBaselines, были получены мульды оседаний. вблизи шахты им. Костенко. Как показано на графике (рисунок 4) величина оседаний составляет 58мм. Для определения оседания земной поверхности необходимо периодически проводить мониторинг. Выше описанный способ обработки космических снимков позволяет получить результат в короткие сроки.

Применение спутниковой радарной интерферометрии показало преимущества данного метода - наглядность и оперативность полученных результатов, что позволяет его рекомендовать для мониторинга проработанных территорий.

Литература

1. Кантемиров Ю.И. Обзор основных методик обработки радарных данных ДЗЗ и их реализация в программном комплексе SARscape, журнал "Геоматика" 2012 №1(14) 120 с. – 30-43 с.

2. Низаметдинов Ф.К., Мозер Д.В., Гей Н.И., Туякбай А.С., Каранеева А.Д. Спутниковый радарный интерферометрический мониторинг подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна. журнал "Геоматика" 2014 № 4(25) 114 стр. – 72-79 с.

О ВЛИЯНИИ ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ

БАШКОРТОСТАН

Р.Р. Ахметшин

Научный руководитель доцент И.М. Фархутдинов
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Злокачественные новообразования (ЗНО) представляют собой чрезвычайно актуальную медико-социальную проблему современности, что обусловлено широкой распространенностью заболевания – в 2012 году зарегистрировано 14,1 млн. новых случаев заболевания и 8,2 миллиона случаев смерти, связанных со злокачественными образованиями. Ожидается, что за ближайшие 20 лет число новых случаев заболевания достигнет 24 млн и 14,6 млн случаев смерти. В России насчитывается 2,8 млн больных раком [9].

В связи с этим, фундаментальные исследования по выяснению причин возникновения и механизмов развития ЗНО являются одними из наиболее приоритетных.

В настоящее время ЗНО считается многофакторной болезнью, развитие которой инициирует внешняя среда на фоне генетической предрасположенности. **Выделяется три группы факторов, вызывающих появление ЗНО:** 1) связанные с образом жизни; 2) биологические факторы; 3) связанные воздействием окружающей среды.

Внешние факторы подразделяются на 2 типа – техногенные и природные.

К факторам внешней среды относятся ультрафиолетовое излучение, техногенное загрязнение, пестициды и другие токсины, а так же воздействие геоэкологических факторов, чье влияние на формирование ЗНО малоизучено.

Изучение механизма влияния геоэкологических факторов на распространенность ЗНО позволит науке минимизировать воздействие данного фактора.

Одним из основных факторов, определяющих влияние геологической среды на состояние здоровья человека, является микроэлементный состав горных пород, распространенных в зоне проживания населения. Как известно, горные породы являются главным источником минералов, которые в отличие от углеводов, жиров и белков в организме не синтезируются [8, 3, 5].

Первые сведения о воздействии внешней среды на развитие ЗНО появились во второй половине XVIII века. Было установлено, что риск заболеть ЗНО существенно повышается у трубочистов, регулярно контактирующими с сажой [10]. С тех пор были обнаружены многие загрязняющие окружающую среду вещества, вызывающие рак в различных частях тела. В то время как канцерогенность многих лабораторных синтезированных химических компонентов были предметом интенсивного изучения, о воздействии природной среды на здоровье человека было известно значительно меньше.

На сегодняшний день имеется целый ряд сведений о влиянии геологических условий среды проживания на распространенность ЗНО. Так, в Северной Ирландии было проведено исследование, в ходе которого была установлена связь между пространственным распределением ЗНО и наличием литологических, почвенных ассоциаций потенциально токсичных элементов [11].

Исследованию роли микроэлементов и природной радиоактивности в РБ благоприятствует уникальное расположение республики, где населенные пункты находятся в самых разнообразных хорошо изученных геологических зонах. Широкий диапазон геологических структур (платформа, предгорный прогиб, складчатая область) и горных пород (осадочные, вулканогенные, магматические, метаморфические породы различного состава, строения и возраста), обуславливающий разнообразие микроэлементного профиля биосферы и различные уровни радиоактивности, позволяют использовать данный регион как уникальный научный полигон для изучения биологической роли геологических факторов.

Установлено влияние горных пород и микроэлементного состава местности проживания на развитие сахарного диабета на территории РБ [7].

В геологическом отношении западная часть РБ приурочена к юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы, восточная часть – к складчатому Уралу, что обуславливает различную геохимическую обстановку в разных районах РБ, надвиговое строение Урала способствует выведению более тяжелых горных пород на дневную поверхность и обогащению окружающей среды микроэлементами [4].

Картирование распространенности ЗНО в РБ позволило выделить кластер – группу районов с относительно низкими показателями в зоне Южного Урала: Абзелиловский, Баймакский, Бурзянский, Зианчуринский, Зилаирский, Хайбуллинские районы, площадью 24048 км², с населением 156326 человек.

В геологическом отношении районы сравнительно неблагоприятного южноуральского кластера расположены в горной части республики. Возможно, неблагоприятное воздействие на распространенность ЗНО оказывает повышенная концентрация тектонических нарушений в пределах кластера [3].

Повышение биодоступности микроэлементов в зонах разрывной тектоники установлено многими авторами. Исследования на Западном Урале и в Приуралье обнаружили большое количество геохимических аномалий (Pb, Zn, Cd, Be, P и др.), приуроченных к геодинамически активным зонам. Ю.Л. Ахкозов с соавторами

выявил, что зоны разрывных нарушений характеризуются повышенной мобильностью воды, микроэлементов, радионуклидов [1].

В ряду нарастающей кремнекислотности-щелочности содержание урана и тория возрастает, достигая своего максимума в щелочных гранитах. В терригенных породах наблюдается тенденция возрастания содержания урана и тория в ряду: конгломераты – гравелиты – песчаники – алевролиты – аргиллиты. Данная тенденция нарушается в осадочных породах прибрежных фаций (пляжные пески) и в породах, обогащенных органическим веществом и фосфором. Многими исследователями отмечается прямая корреляционная связь между содержанием углеродистого вещества и фосфора с ураном и торием [2].

Максимум накопления урана фиксируется в породах черносланцевой формации. Ультраосновные породы и океанические базальты характеризуются низким уровнем естественно радиоактивных элементов.

Целесообразность такого исследования обоснована также накопившимися за последние десятилетия сведениями о влиянии радиоактивности на все живое.

Проведенные исследования установили связь региональных геологических условий с распространенностью ЗНО.

Литература

1. Ахкозов Ю.Л. и др. Неотектонические движения как фактор, определяющий радиационно-гигиенические свойства гранитов. Геолого-Мінералогічний Вісник. 2008. № 2 (20). – С. 4–11.
2. Барановская Н. В., Игнатова Т. Н., Рихванов Л. П. Уран и торий в органах и тканях человека. Вестник Томского государственного университета. – 2010. – №. 339.
3. Игнатова Т.Н. и др. Региональные биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека. Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 1. – С. 178–183.
4. Камалетдинов М.А. Современная теория шарьяжей Геологический Сборник ИГ УНЦ РАН. 2001. № 2. С. 29–37.
5. Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Судыко А.Ф. Химические элементы в организме человека как основа для реализации идей медицинской геологии. Горный журнал. 2013. № 3. – С. 37–42.
6. Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М. О влиянии геотектонических факторов на состояние здоровья населения // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. № 21. 2015. – С. 132-135.
7. Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М. Влияние геологических факторов на развитие сахарного диабета на примере Республики Башкортостан. Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. № 20. 2014. – С. 85-88.
8. Фархутдинова Л.М., Сперанский В.В., Гильманов А.Ж. Микроэлементы волос у больных с зобом Клиническая Лабораторная Диагностика. 2006. № 8. – С. 19–21.
9. Bernard W. Stewart and Christopher P. Wild World cancer report, ISBN 978-92-832-0429-9, 2014
10. Dissanayake C.V., Chandrajith R.. Introducing to Medical Geology, Focus on tropical environments, 2009; Pp. 154-155.
11. McKinley J.M. et al. Investigating local relationships between trace elements in soils and cancer data, 2014.

ВОЗМОЖНОСТЬ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РОТАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ НА МНОГОЗОНАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ ЗЕМЛИ

Д.И. Гуляев, А.А. Модоров

Научный руководитель доцент Н.А. Кочеева, А.В. Каранин

Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, Россия

Нужно отметить, что ротационная динамика не только остается дискуссионной, но и подвергается критике [7].

Появляется все больше данных, свидетельствующих о проявлении вихревых образований. Некоторые исследователи считают, что их можно рассматривать в качестве главных тектонических элементов земли, существующих в пределах всех геосфер [3].

Проблема вращательных движений в геологии находится на стыке многих научных дисциплин, в том числе, и «достаточно экзотических» с точки зрения классической геологии [4].

Исследователи Алтая приходят к выводу о том, что рассмотрение кольцевые структур актуально и для нашей территории. Например, еще в 2008 году Г.С. Самойлова опубликовала свои соображения об особенностях структурной организации ландшафтов Горного Алтая [5]. Она рассматривает «Алтай в качестве ядра макронуклеара регионального уровня, состоящего из взаимодействующих нуклеаров более низкого уровня» [5]. Г.С. Самойлова рассматривает не только типичные кольцевые структуры, но и нуклеары имеющие меридиональное или близкое к нему направление. Этот аспект рассмотрения нуклеаров говорит о сложности задачи – как комплексной проблемы, стоящей на стыке микро- и макромира, дискретности и непрерывности пространства и времени, с одной стороны, и пронизывающей всю материю, независимо от физического состояния вещества [6].

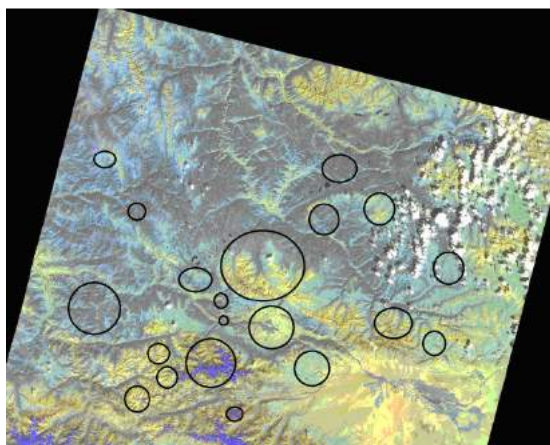
Опубликованный материал по проблеме ротационной тектоники помогает с новых позиций посмотреть на исследования и в нашем регионе. Это созвучно украинским исследователям, которые сделали попытку рассмотрения динамики подземных вод в связи с ротационной тектоникой [1]. Логично полагать, что и

гидрохимические особенности могут быть связаны с ротационной динамикой или со структурами, сформированными в результате её проявления [2].

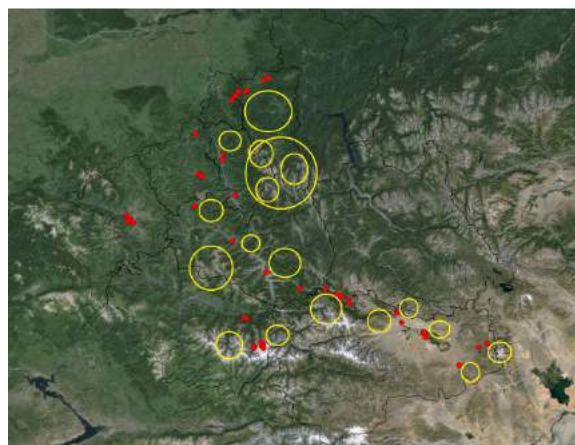
Авторы рассмотрели территорию РА с позиций ротационной тектоники с учетом возможного нахождения здесь нуклеаров различного порядка. В итоге получили набор снимков, где можно проследить кольцевые структуры. На рис.1 приведен пример одного из таких снимков, где отмечены наиболее отчетливые концентрические структуры, которые можно рассматривать в качестве нуклеаров. Оставляем за рамками рассмотрения информативность отдельных каналов и их комбинаций. Подчеркнем лишь то, что не все комбинации каналов пригодны для этой цели. На сегодняшний день авторы полагают, что выявление комбинаций каналов для каждой местности представляется творческим процессом, который можно прогнозировать, но невозможно однозначно утверждать какая из комбинаций окажется наиболее пригодна.

В рамках поставленной задачи были выбраны точки гидрохимического опробования 2014 года. В этом году обстоятельства позволили опробовать природные воды на максимальной площади. Это позволило сопоставить проведенное исследование с основными постулатами ротационной тектоники и нуклеарного подхода в географических исследованиях.

На рисунке 1 видно, что отмеченные структуры чаще всего характеризуются векторным характером и радиальной направленностью потоков природных вод. Учитывая соображения, высказанные Г.С. Самойловой можно полагать, что, расположив точки гидрохимического опробования между кольцевыми структурами, получим информацию о вещественном составе блоков пространственно приближенных к районам опробования.



Комбинация каналов 765



Совмещение пунктов гидрохимического опробования 2014 года (точки) с космическим снимком, который анализировался с позиций ротационной тектоники

Рис.1. Фрагменты космических снимков территории Республики Алтай в синтезированных каналах с нанесенными кольцевыми структурами

В 2014 году гидрохимическое исследование территории Республики Алтай осуществлялось с учетом новых взглядов. На некоторых участках природные условия (расположение водотоков) позволили максимально приблизить опробование к границам кольцевых структур (нуклеаров) (рис.1).

Отдельно нужно сказать о соподчиненности нуклеаров (рис.1). По мнению авторов, рассмотрение этого аспекта применительно к гидрохимическим исследованиям позволит оптимизировать схему опробования, что актуально для горной страны. Анализ полученных результатов гидрохимического исследования с учетом ротационной тектоники дает новые данные для объяснения некоторых особенностей состава и режима подземных и поверхностных вод.

В то же время авторы отдают отчет в недостаточной проработке методических основ внедрения некоторых позиций ротационной тектоники в практические исследования. Несмотря на дискуссионность некоторых положений фактический материал свидетельствует о возможностях.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки №440

Литература

1. Буняк О.А. Гидродинамический режим понтического водоносного горизонта на территории Одессы и ротационная динамика // Проблемы геологии и освоения недр. № 2001 С.416-417. lib.tpu.ru
2. Гуляев Д.И., Модоров А.А. Использование данных дистанционного зондирования земли в географических исследованиях // Материалы XIX научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 65-летию высшего образования в Республике Алтай. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2014. С – 105-107
3. Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Мельниченко Ю.И. Фундаментальная проблема соотношения вертикальных и горизонтальных тектонических движений (часть 2) // Региональные проблемы. Том 15. №1, 2012. С.12-20
4. Полетаев А.И. Сдвигово – ротационная мотивация структурной эволюции Земли // Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. Т. II. М.: ГЕОС, 2002. С.104–107.

5. Самойлова Г.С. Горный Алтай. Особенности структурной организации ландшафтов/ Известия Горно-Алтайского отделения РГО. Вып.1. 2008. – С.117-124
6. Хаин В.Е. Глобальная геодинамика: новые успехи, старые и новые проблемы // Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. Т. II. М.: ГЕОС, 2002. С.279–280.
7. Чебаненко И.И. Является ли ротационная динамика Земли (причиной, движущей силой) главным источником геологических процессов на планете Земля?//Геологический журнал. 2011. №1. С.128-131

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЕШЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

М.И. Джумашев, Н.А. Федоров

Научный руководитель доцент Ю.С. Ананьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Современный уровень научно-технологических разработок открывает новые перспективы использования объективной многоцелевой космической информации при геологическом изучении недр. Основной целью использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗ) является повышение информационности и прогностических качеств разномасштабных геологических, гидрогеологических, минерагенических и других карт геологического содержания, а также обеспечение оперативного мониторинга геологической среды. В настоящее время ДЗ используются при геологических работах в виде геоинформационных продуктов – дистанционных основ (ДО) Госгеолкарт – 1000/3 и – 200/2, созданных на базе многоспектральных снимков Landsat 7, Landsat 8 и гиперспектральных данных ASTER. ДО создаются в соответствии с «Требованиями к опережающей дистанционной основе Государственных геологических карт Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000».

Опτικο-электронные спутниковые системы дистанционного зондирования Земли (ДЗ) позволяют получать пространственную информацию о земной поверхности в видимом, инфракрасном и тепловом диапазонах. Они способны распознавать пассивное отраженное излучение земной поверхности в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. В таких системах излучение попадает на соответствующие датчики, генерирующие, электрические сигналы в зависимости от интенсивности излучения. Исходя, из данных мировой группировки спутников ДЗ у России несколько действующих спутников: Метеор-М №1, №2, МКА-Н, Монитор-Э, Обзор-О, Ресурс-ДК1 и Ресурс-П №1, №2, Канопус-В и др. Материалы, получаемые с этих спутников играют огромную роль в решении геологических задач. Например: геологическое картирование; информационное обеспечение поиска нефти, природного газа, золоторудных, урановых, полиметаллических и других месторождений полезных ископаемых; создание и обновление топографических и специальных карт и планов вплоть до масштаба 1:5000 и многие другие задачи.

Для извлечения геологической информации из материалов ДЗ используют процедуры дешифрирования. На данный момент наиболее широкое распространение получили следующие виды дешифрирования аэро- и космических снимков: *вещественное и структурное*.

В основе *вещественного дешифрирования* лежат спектральные методы дистанционного зондирования. Изучение спектральных свойств минералов и горных пород методами ДЗ основано на минералогических и петрографических исследованиях. В настоящее время минеральный и литологический состав земной коры известен достаточно хорошо. Более 92% земной коры по массе составляют силикаты – соли кремниевых кислот, поэтому их исследованию и придаётся такое большое внимание. В самом общем виде главные диапазоны линий поглощения основных классов минералов представлены на рисунке 1 (1). Исходя из наличия технических средств и расположения спектральных линий поглощения основных минералов, был сделан вывод, что на сегодняшний день для спектрального анализа материалов дистанционного зондирования в геологии наиболее целесообразно использовать данные полученные радиометром ASTER. Данные получаемые с этого радиометра характеризуются наличием трех каналов в видимой, шести в инфракрасной и пяти в тепловом диапазонах.

Спектры горных пород отличаются большим разнообразием и определяются минеральным составом, типом кристаллической решётки минералов, размером зерен минералов, степенью увлажненности и другими факторами. В видимом диапазоне спектра минералы и горные породы различаются слабо. Значительно больше различий наблюдается в ближнем инфракрасном (БИК) диапазоне. Здесь многие группы минералов, такие как глины, карбонаты, сульфаты имеют отчётливые линии поглощения, регистрируемые современными средствами ДЗ. В качестве примера на рисунке 1 (2) приведены спектры некоторых минералов в БИК диапазоне [4].

Структурное дешифрирование предусматривает выявление по аэрокосмическим изображениям особенностей ландшафта, связанных с проявлением на земной поверхности тектонических форм и элементов глубинного строения. При дешифрировании МДС используется *контрастно-аналоговый* и *геоиндикационный* методические подходы [2]. *Контрастно-аналоговый метод* изучения структурных элементов литосферы по МДС заключается в типизации полей фотоизображения с определенным набором дешифровочных признаков. В этом случае априорно предполагается, что территории со сходными геолого-геоморфологическими условиями имеют на МДС одинаковый фоторисунок, а с различными – отличаются по фотоизображению. При изучении тектонических особенностей по МДС таким способом основное значение имеет анализ структуры фотоизображения. Структурные формы платформенного чехла и фундамента, активизированные на неотектоническом этапе, отражаются на МДС в виде линейных, кольцевых и площадных аномалий рисунка аэрокосмического изображения. Линейно вытянутым контрастным фрагментам фоторисунка соответствуют

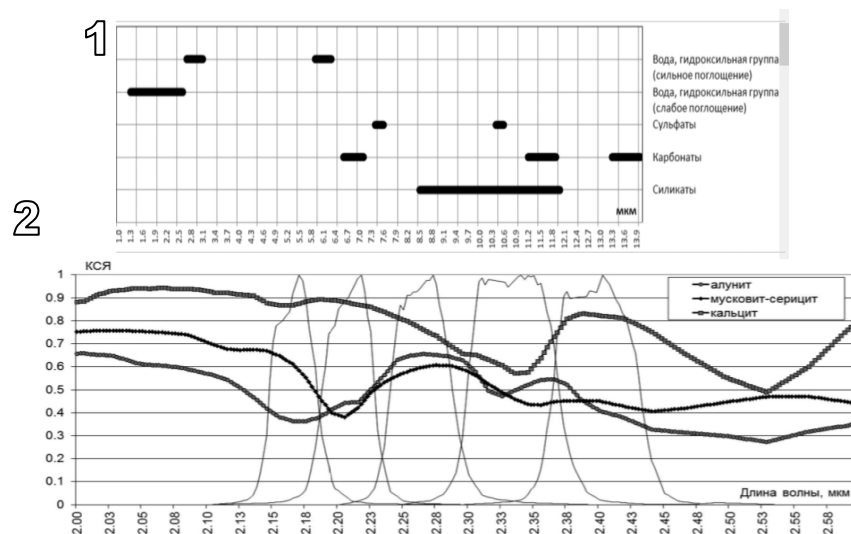


Рис. 4 Линии поглощения основных классов минералов и гидроксильных групп воды в минералах (1); коэффициенты спектральной яркости некоторых минералов в диапазоне 2,0-2,6 мкм: алунит (сульфаты), мусковит-серицит (слюды), кальцит (карбонаты). Тонкими линиями показаны спектральные функции пропускания каналов спектрорадиометра ASTER (2)

линеаменты – индикаторы тектонической нарушенности земной коры. Системы полосовых аномалий более темного фотона, чем соседние участки фотоизображения, являются показателями зон трещиноватости с повышенной проницаемостью для глубинных флюидов. Изометричная ориентировка фотоаномалий характерна для кольцевых структур – сложно построенных гетерогенных образований земной коры. Площадным аномалиям фоторисунка соответствуют тектонические блоки, различающиеся новейшим геодинамическим режимом. При тектонических построениях на основе МДС наиболее информативен *геоиндикационный метод*, предусматривающий анализ ландшафтных индикаторов проявлений структурных элементов литосферы [3]. По аэро- и космическим снимкам с привлечением значительного объема фактологического материала (геоморфологического, геохимического, геолого-геофизического и др.) устанавливают корреляционные связи между ландшафтными особенностями земной поверхности, геодинамическим режимом развития и погребенными структурными формами. Чем выше степень унаследованности структурного плана платформенного чехла структурам фундамента, тем информативнее геоиндикационное дешифрирование МДС. Рассмотрим, структурное дешифрирование на примере кольцевой структуры Инаглинского интрузивного массива и интрузивного массива Кондер (рис. 2 (1,2)).



Рис. 2 Инаглинский интрузивный массив (1); интрузивный массив Кондер (2)

Суммируя все вышесказанное, в первую очередь хочется отметить колоссальный вклад в развитие геологии материалов дистанционного зондирования. Использование их в научных исследованиях не только обновило методику геологического изучения поверхности Земли, но также и открыло новые возможности. Тематическое картографирование исследуемых территорий движется по пути все большей автоматизации и упрощения этого сложного процесса. Для геолого-геоморфологических исследований снимки ДЗЗ сейчас выступают чуть ли не главными опорными материалами в силу своей разносторонней информативности и

обзорности. Доступность данных будет максимально упрощаться, а качество материалов лишь повышаться во времени. Дистанционное зондирование – дисциплина будущего, однако имеется ещё много недоработок как технического, так и теоретического характера. Необходимо сказать, что этим проблемам уже уделяется много внимания учеными в области данной науки. Таким образом, наука дистанционного зондирования движется по вектору постоянного развития и совершенствования.

Литература

1. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков: Учеб. для вузов. / В.И. Аковецкий. М.: Недра. 1983. – 377 с.
2. Верещака Т.В., Зверев А.Т., Сладкопечев, С.А. Судакова С.С. Визуальные методы дешифрирования: Учеб. пособие / Т. В. Верещака, А. Т. Зверев, С.А. Сладкопечев, С. С. Судакова. М.: Недра. 1990. – 341 с.
3. Кац Я. Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. / Основы космической геологии: Учеб. пособие. / Я.Г. Кац, А.В. Тевелев, А.И. Полетаев. М.: Недра. 1988. – 235 с.
4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых / под. ред. докт. геол.-мин. наук, проф. А.А. Поцелуева. – 2-е изд. – Томск: STT. 2012. – 304 с.

ГИГАНТСКИЕ ТЕКТНИЧЕСКИЕ БРЕКЧИИ В ЗОНАХ РАЗЛОМОВ

П.О. Маерков

Научный руководитель доцент В.Г. Житков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тектонические брекчии, как горные породы, состоящие из угловатых обломков горных пород, сцементированных мелко- тонкозернистым материалом, широко известны и относятся к проявлениям разломной сдвиговой тектоники с особыми условиями формирования. Эти особые условия определяются относительно низкими значениями температуры и давления. Другими словами, тектонические брекчии - образования малых глубин, или "эпизоны", характеризующейся парагенезисами хрупких деформаций.

Данные породы описаны в геологической литературе и в особой дополнительной характеристике не нуждаются. Обратим внимание лишь на то, что размеры обломков в тектонических брекчиях, согласно данным описаниям колеблются от первых метров до долей миллиметра.

Проводимые исследования с использованием материалов мультиспектральных космических съемок позволили получить новую, очень важную и актуальную, на наш взгляд, информацию в отношении масштабов проявления тектонических брекчий в зонах крупных разрывных структур.

В качестве примера нами взяты фрагменты зон тектонических сдвиговых деформаций западной Монголии и Ирана в силу их практически полной обнаженности и высокой спектральной контрастности, слагающих данные деформационные комплексы, горных пород. Исследования проводились на материалах мультиспектральных космических съемок Landsat ETM+ с комбинацией спектральных каналов в видимом диапазоне, а также в препаратах синтеза видимого, ближнего и среднего инфракрасного диапазонов с размером пиксела 30 м, обработанных по апробированным методикам [1, 2].

Район, насыщенный мегабрекчиями гранитоидов расположен в западной части Монголии и примерно в центральной части тектонической зоны. "Обломки" гранитов имеют близкие к изометричным угловатые формы и размеры от 10 до 24 км в поперечнике (рис. 1). Они "плавают" в черносланцевом пластическом субстрате тонко полосчатой, линзовидно-полосчатой, свилеватой текстур.



Рис. 1. Мегабрекчия гранитов. Светлые блоки в центральной части снимка - "обломки" гранитов (размеры от 10 до 24 км). Зап. Монголия

же тектонической зоны. Размеры угловатых фрагментов гранитов колеблются в пределах от 5 до 30 км, а общий диапазон "растаскивания" составляет 187 км в северо-западном направлении. Как и в предыдущем примере, блоки гранитоидов заключены в пластичный сланцевый субстрат тонко полосчатой, линзовидно-полосчатой и свилеватой текстуры.

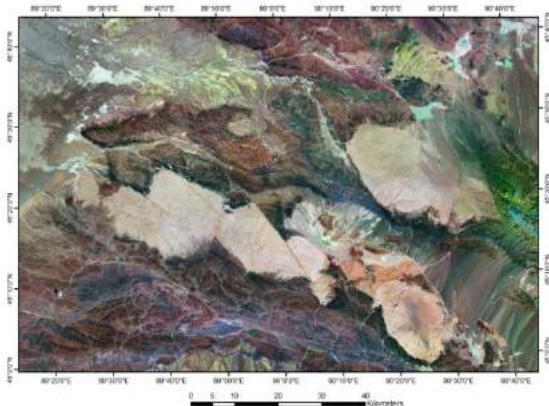


Рис. 2. Мегабрекчия гранитов. Светлые блоки - "обломки" гранитов (размеры от 5 до 30 км). Зап. Монголия

Показательным примером гигантских тектонических брекчий может служить один из гипербазитовых поясов, расположенный в центральной части Ирана (рис. 3).

Гипербазитовый пояс представляет собой две полосы субмеридионального простирания мощностью 3-5 км, формирующих обрамление крупной тектонической линзы. Отсюда следует, что по отношению к внутренней части этой тектонической линзы, ленты, содержащие гипербазиты являются пластичными образованиями (они обтекают жесткий блок). Однако, при укрупнении масштаба становится хорошо различимым внутреннее строение гипербазитовых лент. Они состоят из угловатых, полуокатанных и линзовидных обломков размерами от первых десятков до первых сотен метров, а в качестве цемента выступает мелкодробленный материал того же состава.

Следует отметить, что все гипербазитовые пояса Ирана представляют собой аналогичную гигантскую тектоническую брекчию.

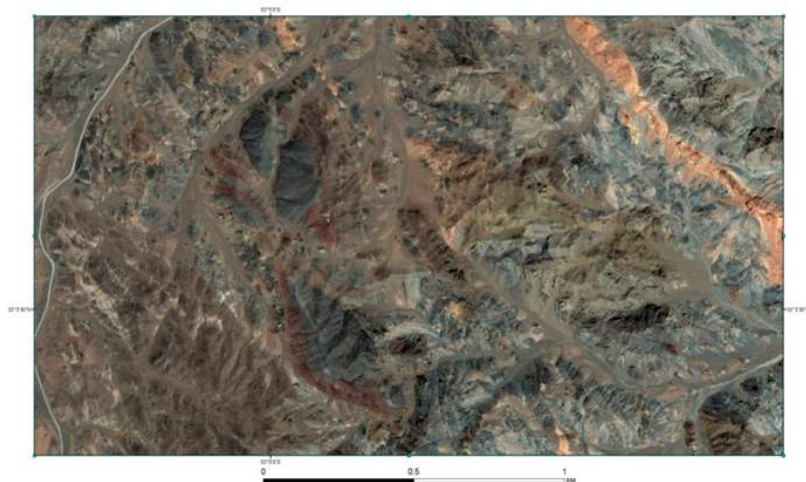


Рис. 3. Гипербазитовая тектоническая мегабрекчия. Размер обломков 10-500 м. Центр. Иран

Выводы

1. В тектонических зонах сдвигового течения дезинтеграции с образованием гигантских брекчий могут подвергаться крупные тела интрузивных пород с растаскиванием обломков на сотни километров. Это означает, в частности, что данные "интрузивные тела" могут находиться на значительном удалении от родоначального теплового очага.

2. Знания о существовании такого геологического явления как гигантские тектонические брекчии с размером обломков в десятки километров должны помочь геологам-съемщикам и поисковикам при интерпретации геологической ситуации не только в закрытых и полужакрытых районах, но и в достаточно обнаженных местностях (поскольку размер данных геологических объектов настолько велик, что без использования материалов космических съемок их правильная диагностика может представлять значительные трудности). В результате вполне возможно появление комплексов "малых интрузий", которые на самом деле представляют собой дезинтегрированные крупные тела, имеющие значительно более древний возраст.

3. Вопрос о возрасте гранитов, залегающих в виде гигантских тектонических брекчий становится не очевидным, поскольку эти "тела" не прорывают вмещающие породы, а цементированы ими.

4. Гранитные блоки в гигантских тектонических брекчиях нередко являются пегматитоносными. Существующая в среде геологов версия о том, что пегматиты образуются в гранитах, сформированных в спокойных тектонических обстановках, таким образом, не оправдана, поскольку данные о таких обстановках в мощных зонах сдвигового течения отсутствуют.

Литература

1. 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.
2. 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.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОАНАЛИТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УЧЕТА И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Мусейко

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Построение систем учета земель сельскохозяйственного назначения является одним из важных направлений, развивающихся в текущее время. Постоянно растущий объем информации о состоянии и использовании земель обуславливает актуальность информационного обеспечения регулирования земельных отношений. Геоинформационная система "ЦПС:АгроУправление" на платформе "1С:Предприятие" является комплексным решением для автоматизации задач управления электронными картами, ведения агрономического учета, проведения мониторинга земель сельскохозяйственных предприятий, успешно используется для организации геоинформационного центра как сельскохозяйственных производителей, так и крупных агрохолдингов. Данная система легко масштабируется под необходимую структуру управления агробизнеса и обладает эффективными интеграционными возможностями. Геоинформационная система "ЦПС:АгроУправление" разработана компанией "Центр Программ Систем" – ведущим разработчиком и системным интегратором информационных технологий для сельского хозяйства. Геоинформационная система реализована как веб-приложение на платформе "GeoС", которая в свою очередь интегрировала возможности двух технологических платформ: "1С:Предприятие 8" и GeoServer.

ГИС-проекты для сельского хозяйства, направленные на повышение эффективности использования сельскохозяйственных земель, повышения урожайности и валового производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия, обладают чрезвычайной актуальностью. Опыт компании "Центр Программ Систем" в реализации сельскохозяйственных ГИС-проектов показывает их высокую результативность, как с точки зрения экономической эффективности для пополнения бюджетов всех уровней, так и в отношении увеличения объемов производства. Примером положительного опыта применения "ЦПС:АгроУправление" является ГИС-проект по мониторингу использования пахотных земель в Тамбовской области, реализованный компанией ООО «ЦентрПрограммСистем» в 2013 году. В результате проекта, за счет проведения инвентаризации пашни, создания прозрачных механизмов контроля за использованием каждого поля, Тамбовская область смогла резко улучшить свои производственные показатели и войти в пятерку лучших регионов по производству зерна в Центральном федеральном округе. Еще одним примером может служить Приморский край, где используя данные дистанционного зондирования Земли из космоса, было выявлено 130 тыс. га неиспользуемых пахотных земель. Этот значительный резерв для расширения посевных площадей был использован в 2014 году – посевные площади сельскохозяйственных культур увеличились на 45 тыс.га. Таким образом, перспективность использования ГИС-проектов в развитии сельскохозяйственного производства не подлежит сомнению. Следующим шагом в развитии геоаналитических систем в сельском хозяйстве должна быть реализация комплексных региональных ГИС-проектов, которые вовлекали бы в свою структуру управленческие задачи многих отраслей, и обеспечивали бы информационную и инструментальную поддержку выполнения Программ социально-экономического развития регионов, долгосрочных целевых региональных программ и других документов стратегической направленности.

Результатом применения комплексных региональных ГИС-проектов в Камчатском крае, является единый геосервер, с геоинформационными слоями общего и отраслевого назначения которого работают Министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности, Министерство земельных и имущественных отношений, Министерство строительства, Министерство рыбного хозяйства, Агентство лесного хозяйства и охраны животного мира. Дальнейшее развитие таких проектов может служить унифицированным подходом и инструментом, которые могут быть использованы специалистами и руководителями различных отраслевых направлений для упрощения работы с пространственной информацией и привлечения к общей задаче по управлению территорией все большего количества ведомств, организаций, населения.

В Томской области с 90-х годов, за исключением нескольких хозяйствующих субъектов, не проводились агрохимические обследования земель сельскохозяйственного назначения, не проводился анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий [3]. Исследования в основном сводились к точечным обследованиям отдельных площадей. Потому за последние 30 лет такие исследования не могут быть достаточно

информативными. За этот период появились новые сельскохозяйственные предприятия. Границы большинства появившихся хозяйств не зафиксированы на картографических материалах, а также отсутствуют картографическое обоснование внутрихозяйственного землеустройства таких предприятий (т.е. отсутствуют достоверные и актуальные данные о площадях посевов). Единственным источником такой информации являются лишь отчеты, которые формируют сами хозяйства, зачастую не заинтересованные в подаче достоверных и точных сведений [2]. Поэтому возникла необходимость в исследованиях, целью которых является получение информации, содержащей агрохимические и иные обследования, в разрезе каждого района и хозяйствующего субъекта. На основании таких данных появится возможность разработки зональных и агроландшафтных систем земледелия Томской области. Также необходимость данных исследований обусловлена развитием сельскохозяйственного производства на территории Томской области, поэтому такие исследования будут способствовать социально-экономическому развитию всего региона в долгосрочном периоде [1]. В рамках реализации таких исследований активно начала развиваться система мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с 2011 года. С 2013 года совместно с Томской агрохимической службой и Сибирским НИИ сельского хозяйства и торфа. Специалисты Департамента по социально-экономическому развитию села Томской области в регионе приступили к созданию цифровых карт сельхозугодий, которые будут включать в себя данные об агрохимических обследованиях почв, плодородии земель, севообороте, урожайности в разрезе каждого сельхозпредприятия [5].

В ходе работы были исследованы материалы инвентаризации, пространственные и иные данные о землях сельскохозяйственного назначения, имеющиеся в органах государственной власти, органах местного самоуправления, хозяйствующих субъектах и иных организациях. Сформированы данные, в том числе необходимые для разработки региональной геоаналитической системы агропромышленного комплекса Томской области. Результаты агрохимического обследования земель сельскохозяйственных угодий были нанесены на векторные карты. Для работы на станции агрохимической службы «Томская» было использовано программное обеспечение ArcMap из пакета ArcGIS 10.1, Агрокарта, программное обеспечение «Агроуправление». Модуль программного пакета ArcMap используется для ведения картографических баз данных, хранения и анализа результатов оцифровки наземных обследований и оформленных в виде реляционных баз данных. Модуль Агрокарта использовался для импортирования информации по агрохимическому обследованию пашни в ArcMap из программы Excel и обработки агрохимических и других специальных расчетов.

Цифровая информация по агрохимическому обследованию обрабатывалась в базе данных Агрокарты. В программе предварительно размещались справочные данные о классификации почв по содержанию элементов питания. Обработка данных заключалась в их группировке в соответствии с грациями, утвержденными Министерством сельского хозяйства Российской Федерации.

Конечным результатом при работе в ArcMap стало создание компоновок, в которых были собраны все компоненты будущей карты (векторизованные участки, агрохимические почвенные пробы с точной координатной привязкой). Такая компоновка значительно упрощает создание качественных карт с помощью ArcMap. Заключительным этапом такой работы стало создание базы данных на основе программного обеспечения «Агроуправление», которое позволило работать с цифровой версией карт хозяйств, агрохимическими характеристиками, с информацией о собственнике.

В работе использовались космические снимки с высокой степенью детализации – они позволяют получать достоверную информацию на территории. Поскольку Томская область характеризуется очень сложной конфигурацией полей, испещренных лесными околками и мелкими земельными участками, то использование космоснимков высокого разрешения улучшили качество оцифровки, уменьшили потерю в площади при дешифровке контуров. На основе данных, предоставленных собственниками, проводилась векторизация по существующим в данный период хозяйствующим субъектам и муниципальным образованиям в районах области. Затем было проведено уточнение векторизованных контуров. Для этого специалисты станции проводили выезды на местность с применением GPS-навигаторов.

В настоящее время оцифровано более 50% земель и произведена их привязка к местности. В 2016 году планируется переход с локальной информационной системы «АгроУправление» на геоинформационный портал (доступ через веб-интерфейс).

Это позволит лучше контролировать эффективность господдержки, отслеживать, как используются сельскохозяйственные угодья. Агрономы сельхозпредприятий с помощью электронных карт смогут точнее составлять планы по обработке полей (определять необходимость в удобрении и т.д.). К тому же цифровые карты позволят точнее прогнозировать урожай [4].

Работы по созданию электронных карт с нанесением на них всесторонней информации о земельных участках и их использовании позволят создать научно обоснованную систему ведения земледелия в каждом хозяйстве Томской области. А также позволит быстро получать информацию (и при необходимости оперативно ее менять), что необходимо при управлении земельными ресурсами. Развитие данной системы позволит проследить динамику и контролировать технологические процессы производства. Создание такого ресурса даст возможность хозяйствам перейти к точному земледелию, а государственным структурам – контролировать площади посевов.

Литература

1. Варламов А. А., Захаров С.Н. Мониторинг земель. – М.: ГУЗ, 2000. – 158 с.
2. Газалиев М.М. Земельные отношения в сельском хозяйстве – М.:РЦСК, 2008. – 318 с.

3. Земельно-ресурсное районирование Томской области: Метод. рекомендации / Под ред. В.К. Каличкин, В.А. Хмелев, В.Г. Азаренко, С.А. Ким. – Новосибирск, 2001. – 32 с.
4. Основы геоинформационных систем / Под ред. А.К. Ковальчук, С.В. Шайтура. – М.: МГПУ, 2006. – 127 с.
5. Мусейко А.В. Внедрение геоаналитической информационной системы учета и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения томской области // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – С. 529 – 530.

ПРОДУКТЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗОНАХ СДВИГОВОГО ТЕЧЕНИЯ И МАСШТАБЫ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ

Б.Р. Намсараева

Научный руководитель доцент В.Г. Житков

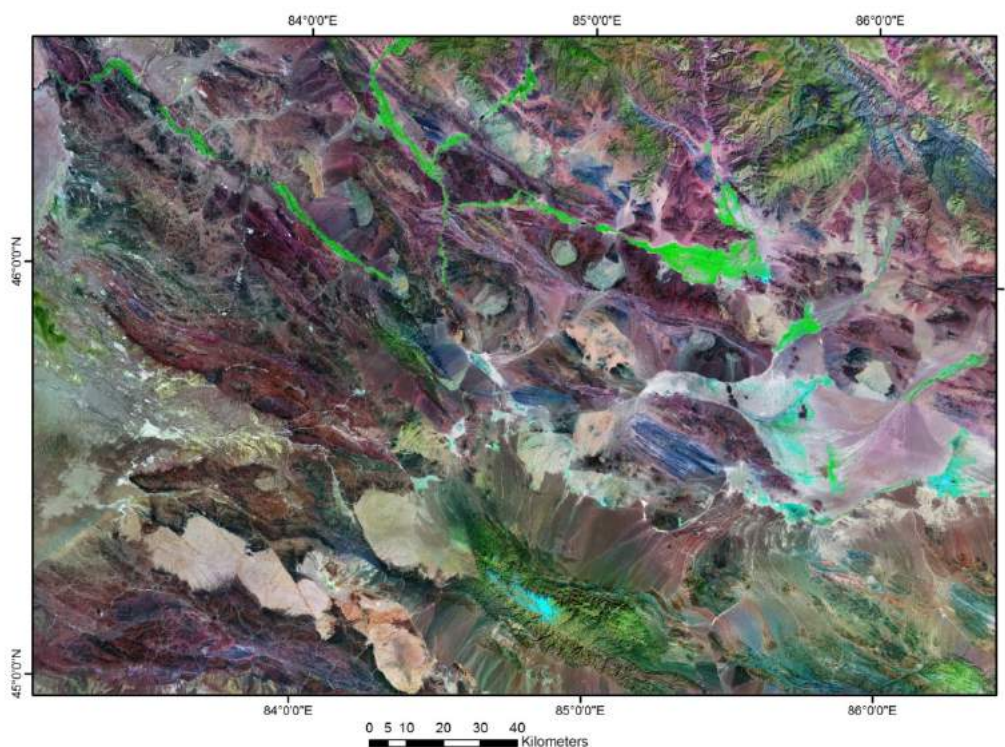
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Анализ материалов мультиспектральных космических съемок среднего и высокого разрешения территорий с высокой степенью обнаженности позволил получить новые уникальные данные о строении и составе крупных тектонических зон, выделить структурно-вещественные парагенезисы, сформированные в определенных условиях температур и давления.

Крупные тектонические швы, имеющие мощность в десятки и сотни километров, по характеру структурно-вещественных парагенезисов можно с полным основанием назвать зонами тектонического течения с присущими им деформациями сдвига. На участках с определенными условиями давления и температуры формируются своеобразные породные комплексы, имеющие петрографические аналоги на микро- и макро-уровнях (под микроскопом, в штуфах и обнажениях), но при размерах в десятки и сотни километров. Терминология для подобных образований пока отсутствует, по этой причине мы будем называть их по соответствию петрографическим аналогам с приставкой "мега".

В качестве одного из примеров подобных зон сдвигового течения рассмотрен фрагмент крупного тектонического шва (рис.), проходящего через западную Монголию, Китай и восточный Казахстан, имеющую северо-западное простирание и общую мощность более 200 км. Изученный фрагмент расположен на территории западной Монголии и имеет мощность ок. 140 км.

Северо-восточный фланг сдвиговой зоны мощностью ок. 40 км представлен параллельно-полосчатыми образованиями зеленосланцевой и амфиболитовой фации метаморфизма. По аналогии с подобными петрографическими образованиями их можно назвать полосчатыми мега-милонитами. Мощность отдельных полос колеблется от 10 до 400 м при протяженности от первых до десятков километров. Простирание полос северо-западное, согласное с общим простиранием тектонического шва. Характерно проявление фрактальности в строении данных образований, которое выражается в том, что отдельные полосы мега-милонитов при увеличении масштаба изучения сами демонстрируют полосчатое строение с мощностью полос в первые метры.



**Рис. Фрагмент зоны сдвигового течения северо-западного простирания. Западная Монголия.
Мультиспектральный космический снимок Landsat ETM+**

Средняя часть тектонической зоны имеет мощность около 50 км и сложена преимущественно динамометаморфитами зеленосланцевой и филлитовой фаций. Строение данного фрагмента тектонического потока в целом характеризуется как линзовидно-блоковое. При этом внутренние части крупных тектонических линз зачастую сложены фрагментами тел гранитоидов округлой формы, которые по периферии "обтекаются" более пластичным сланцевым материалом. Размеры блоков гранитоидов имеют размеры от 7 до 12 км. По своей морфологии и характеру строения данные тектонические массивы имеют петрографический аналог в виде очковых милонитов и бластомилонитов, поэтому мы присваиваем им название "мега-бластомилониты". В этой же части зоны нередко встречаются блоки изоклиально-складчатого строения. Поскольку и вся зона в целом и отдельные ее части имеют характерные признаки сдвигового течения, постольку и складчатые формы, несомненно, относятся к складкам ламинарного течения. Амплитуда складок достигает 30 км при ширине 1-1,5 км.

Юго-западный фланг рассматриваемого тектонического потока характеризуется широким развитием тектонических мегабрекчий гранитоидов, обломки которых размером в десятки километров погружены в сланцевый матрикс линзовидно-струйчатой текстуры. Ширина данной подзоны составляет около 50 км. В целом она демонстрирует метаморфизм филлитовой фации. При этом тектонические мега-брекчии гранитоидов свидетельствуют о том, что формирование структурно-вещественного парагенезиса данной подзоны происходило в условиях более хрупких деформаций, чем в двух предыдущих подзонах.

Литература

1. 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.
2. 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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Е. Польшикова

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Расширяется добыча и интенсифицируется переработка углеводородного сырья: осваиваются новые месторождения и ведется реконструкция старых, строятся трубопроводы, терминалы, предприятия переработки и нефтехимии. На этом фоне острой становится проблема создания системы комплексной оценки воздействия нефтегазового комплекса на природную среду, позволяющей своевременно и точно выявлять места загрязнения, координировать работу соответствующих служб. На решение этих задач ориентирована система космического мониторинга, использующая данные спутниковой съемки различного разрешения и с различными спектральными характеристиками.

Существует несколько методик детектирования воздействий нефтегазовой индустрии на окружающую среду на базе данных дистанционного зондирования Земли. Такие методики позволяют решить целый комплекс задач: выработка методических рекомендаций по организации мониторинга состояния природной среды в местах добычи нефти и газа; создание инструмента комплексной оценки экологических последствий добычи нефти и газа; оценка накопленного воздействия нефте- и газодобычи на природную среду.



Рис. 1. Снимок Landsat 7, 23 мая 2000 г. Инфракрасная камера с разрешением 30 метров [5]

Основа методик - независимая дистанционная оценка, проводящаяся без тотального полевого обследования территорий нефтегазодобычи, которая базируется на использовании данных, находящихся в свободном или коммерческом доступе [2].

Космические аппараты дают возможность регулярного обзора территории России и стран СНГ в реальном времени с пространственным разрешением от сотен до единиц метров, и таким образом помогают осуществлять решения в сфере оперативного спутникового мониторинга, в том числе и мониторинга факелов ПНГ.

Сжигание попутного нефтяного газа сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды, которое отчетливо проявляется на спутниковых снимках в инфракрасном режиме: вокруг факела радиус термического разрушения почв колеблется в пределах 10–25 метров, растительности — от 50 до 150 метров (рис. 1) [4].

Еще одной актуальной задачей является *обнаружение нефтяных разливов* на космических снимках, так как нефтяные компании зачастую скрывают, либо не разглашают информацию о возникающих авариях, чтобы

избежать санкций, которые будут к ним применены, а данные дистанционного зондирования Земли объективно отражают складывающуюся ситуацию. К тому же использование КС позволяет более эффективно решать задачи оценки экологического состояния обширных по площади территорий Западной Сибири [2].

Основных загрязнителя два: нефть, засоленные (минерализованные) воды. В чистом виде ни тот, ни другой загрязнитель в окружающую среду не попадают. Нефть всегда содержит значительное количество минерализованных вод, и практически всегда, говоря о разливе сырой нефти следует иметь ввиду, что из трубы поступает смесь углеводородов с минерализованными водами и другими загрязнителями. Минерализованные (технические, промывочные) воды обычно тоже содержат некоторое количество нефти [6].

Путем визуального дешифрирования можно выделить участки, на которых растительность была изменена ранее, но сегодня следы нефтепродуктов отсутствуют (рис. 2). Как правило, такие участки по типу растительности отличаются от загрязненных участков. Дополнительными дешифровочными признаками являются часто диффузные границы таких участков, их контура, по форме напоминающие поток, приуроченность к водотокам и ложбинам, свидетельствующая о том, что на растительный покров отрицательно воздействует какая-то жидкость, стекающая вниз по склону [1].

На данный момент остро стоит проблема разлива минерализованных вод. И на космических снимках их иногда сложно отличить от нефтяных. Тем не менее, можно назвать характерные дешифровочные признаки таких разливов:

Отсутствие четко выраженного «ядра» разлива, в отличие от разливов нефти. Засоленные воды гораздо более подвижны и обычно сразу равно мерно заливают всю площадь, в отличие от нефти, в распространении которой видны плавные переходы от мазутного «ядра» к слабозагрязненным краям разлива. Пятно разлива засоленных вод однородное и более «тусклое», чем нефтяное пятно.

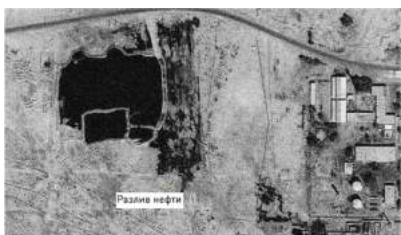


Рис. 3. Разлив нефти, Ирак. Снимок TerraSAR-X. Радарная съемка. Режим SpotLight. Пространственное разрешение 2 м [7]

В отличие от нефтяного разлива, который выражено «расползается» еще несколько лет, пятно разлива минерализованных вод остается неизменным.

Выраженное сезонное уменьшение/увеличение обводненности отдельных частей (например, ложбин стока). В случае нефтяных разливов такие сезонные колебания обычно незаметны на фоне сильного загрязнения [6].

Радарные снимки также являются чрезвычайно удобным и эффективным источником получения детальной, точной и всеобъемлющей информации о рельефе местности — намного более мощным, оперативным, достоверным и экономичным, чем использование, к примеру, космических стереопар или аэрофотоснимков [7]. Например, спутник [TerraSAR-X](#) обеспечивает радарную съемку с разрешением 2 м, с помощью которой отчетливо виден разлив нефти на пустынной местности (рис. 3).

Специальные технологии интерферометрической съемки позволяют определять незначительные подвижки грунта - эти данные могут быть использованы для контроля состояния трубопроводов, обнаружения нелегальных врезок в нефтегазопроводы и оценки сейсмоопасности [7].

Таким образом, использование данных дистанционного зондирования на территориях труднодоступных для наземных исследований является удобным способом изучения воздействия НГДК на окружающую среду. А наличие архивных КС, сделанных до начала освоения месторождений, позволяет в динамике проследить происходящие изменения и сделать соответствующие оценки [3].

Литература

1. Алексеева М.Н., Яценко И.Г., Перемитина Т.О. Оценка состояния и динамики восстановления растительного покрова нефтедобывающих территорий с использованием космических снимков // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – №10 (177). – С. 16-19.
2. Токарева О. С., Климентьев Д. С. Оценка последствий нефтяных разливов на основе данных дистанционного зондирования земли // Интерэкспо гео-сибирь. – 2010. – №1. – С. 17.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
4. E. Kutepova, A. Knizhnikov & K. Kochi: Associated Gas Utilization in Russia: Issues and Prospects: Annual Report, Issue, 4, Moscow: WWF Russia, KPMG, 2012
5. Дешифрирование объектов нефтедобывающей инфраструктуры и экологических последствий добычи нефти по космическим снимкам среднего разрешения в зоне тайги [Электронный ресурс] // НП «Прозрачный мир» URL: <http://www.transparentworld.ru/ru/environment/monitoring/impact/doc/> (дата обращения: 27.10.2015)



Рис. 2. Самолгорское месторождение. Снимок Terra/Aster. Пространственное разрешение 15 м. 2 июля 2002 г. Участок, загрязненный нефтепродуктами. Цифрой 1 обозначено загрязнение, скрытой вторичной растительностью [1]

6. Нефтедобыча и ДДЗ: Типы загрязнителей // GIS-Lab [Электронный ресурс] URL: http://wiki.gis-lab.info/w/Нефтедобыча_и_ДДЗ:_Типы_загрязнителей (дата обращения: 01.11.2015)
7. Применение космических снимков в деятельности нефтегазового комплекса // Компания «Иннотер» [Электронный ресурс] URL: <https://innoter.com/scientific-articles/985> (дата обращения: 30.10.2015)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ GIS ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ГОРОДА ТОМСКА

А.Р. Протасова, Ж.Е. Макажанова

Научный руководитель старший преподаватель Р.Э. Серякова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время территория левобережья г.Томска является перспективной для развития комплексной застройки. По примеру большинства крупных городов таких, как г. Новосибирск, следует развивать левобережье. К сожалению, из-за отсутствия надлежащих правил застройки и землепользования, застройка происходит стихийно. Благополучие города и его облик напрямую зависят от принятых инженерно-планировочных решений. Кроме того, данная территория имеет ряд физико-географических, гидрологических, морфологических и геоэкологических особенностей, которые необходимо учитывать при планировке.

Целью данной работы является разработка рекомендаций рационального использования территории Левобережья для дальнейшей застройки с учетом некоторых инженерно-экологических факторов, а также существующей малой застройки и создание интерактивной карты на основе данной информации.

Многофункциональная карта была создана с использованием такого программного обеспечения, как Quantum GIS – свободная кроссплатформенная геоинформационная система. Комплекс свойств территории, который включает в себя особенности рельефа местности, зоны подтопления, территориальные и родниковые зоны, местоположение водозабора и дамбы были нанесены на карту на основании материалов научной литературы и данных инженерно-геологических изысканий.

Созданная интерактивная карта позволяет учитывать все вышеперечисленные инженерно-экологические факторы для целей градостроительства (Рис. 1).

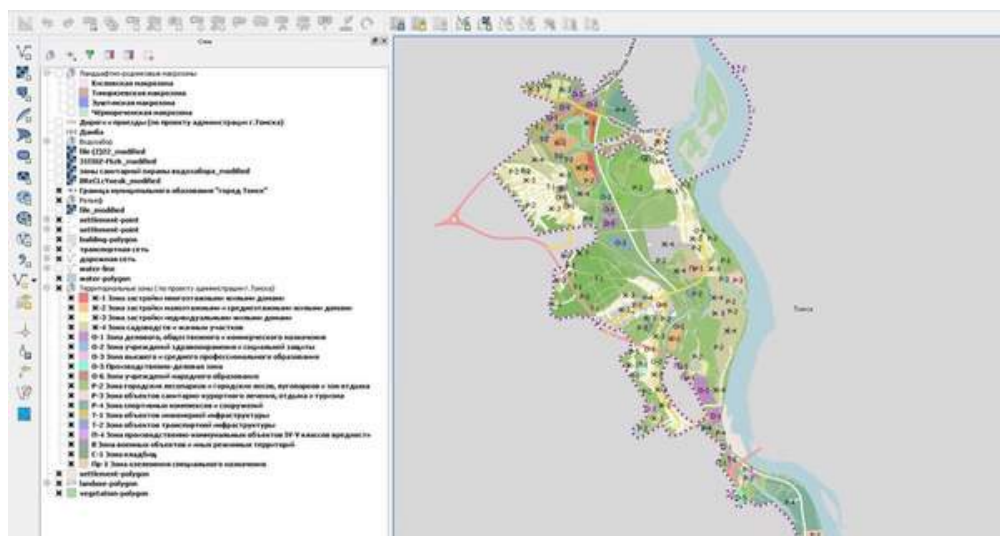


Рис.1 Интерактивная карта, Quantum GIS

Анализируя полученную информацию, были определены основные аспекты, которые следует учитывать при разработке проекта планировки Левобережья.

В первую очередь, территория левобережья является водосборной, ввиду расположения на ней родниковых мегазон с питьевой водой. Комплекс водозаборных скважин имеет три пояса санитарной защитной охраны. Первый пояс включает территорию, на которой запрещено все виды строительства. Второй и третий пояса разрешает градостроительную деятельность, только при условии обязательного канализования зданий. [3]

Другой уникальной достопримечательностью территории являются памятники культурного наследия, границы и зоны охраны которых, в настоящее время не предусмотрены.

При застройке левобережья г. Томска необходимо учитывать, имеющиеся на данной территории точечные промышленные объекты, которые нельзя объединить в одну территориальную зону, кроме того, санитарно-защитные зоны некоторых из них затрагивают жилую застройку. [1] В свою очередь, одной из важных особенностей местности является затопление низких участков и подтопление большей части территории во время прохождения паводков. Состояние транспортно-дорожной сети не удовлетворяет

потребностям территории, следует обеспечить сообщение левобережья с основными магистральными улицами города на правобережье. Влияние объектов транспортной и инженерной инфраструктуры, в том числе и отрицательное, на прилегающие территории неизбежно, поэтому при организации исследуемой местности необходимо использовать экологизированные подходы, принимая во внимание рекомендации установленных градостроительных регламентов. [5]

На данной территории преобладают ветры южного и юго-западного направления, поэтому размещение производственных зон в северной части территории Левобережья нежелательно.

Исходя из полученных данных, были составлены рекомендации по изменению в зонировании территории. Территория на рисунке 2, относящаяся к территориальной зоне Ж-1 (зона застройки многоэтажными жилыми домами), находится в подтопляемой зоне. Согласно правилам, застройка многоэтажными жилыми домами на подтопляемых территориях запрещена, следовательно, рекомендуется изменить зону Ж-1 на зону Ж-2 (зона застройки малоэтажными жилыми домами).



Рис.2 Территориальная зона Ж-1

Таким образом, полученная в ходе работы многофункциональная карта позволяет учитывать все факторы, которые могут влиять на развитие комплексной застройки Левобережья Томи. Благодаря данной карте при проектировании и дальнейшей застройке левобережья можно добиться максимальной эффективности в использовании земельных ресурсов, а также создать благоприятные условия для жизнедеятельности населения и сохранить целостность объектов культурного наследия, водных объектов и лесных ресурсов местности.

Литература

1. Скатерщиков С.В., Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р.Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации. Материалы по обоснованию проекта /С.В. Скатерщиков, О.В. Красовская, И.С. Майзель, А.Г. Петров // ЭНКО НПИ. – 2011. 101– с.
2. Попов В.К. Экологизация землеустройства урбанизированных территорий в городе Томске: состояние и проблемы / В.К. Попов, С.В. Серяков, Р.Э. Хафизова // Вестник ТГАСУ. – 2013. – № 2. – С. 337–345.
3. Вертман, Е.Г. Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников г. Томска / Е.Г. Вертман, А.Д. Назаров. – Томск : ТПУ, 2004. – 199 с
4. Цибульникова М.Р. Экономико-географические аспекты оптимизации территориального управления природопользованием в период перехода к устойчивому развитию (Обь - Томское междуречье, Томская область) [Текст]: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / М.Р. Цибульникова. - Томск, 2002. - 23 с.
5. Серяков С.В. Геоэкологические аспекты комплексной застройки левобережья г. Томска / С.В. Серяков, Р.Э. Серякова, А.В. Баранова, А.А. Поцелуев // НИ ТПУ. – 2014. – С. 185-193.
- 6.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДЕШИФРОВОЧНОЙ СХЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ СТРУКТУР ДИСТАНЦИОННОЙ ОСНОВЫ ГОСГЕОЛКАРТЫ-200/2 ЛИСТА N-45-XXX

А.А. Страхов

Научный руководитель старший преподаватель Ф.Р. Сатаев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Создание дистанционной основы в рамках геологического картографирования проводится с целью повышения информативности, обзорности и достоверности государственных геологических карт. ДО-200/2 – это информационный продукт, созданный по материалам дистанционного зондирования, результатам их формализованных преобразований, дешифрирования и интерпретации, используемый при составлении геологической и других карт, входящих в комплекты Госгеолкарты-200/2 и представленный в цифровой форме [3, 5].

Для создания ДО использовался снимок Landsat 8 OLI (номер сцены – LC81440232013247LGN00, дата съемки – 2013-09-04, время съемки – 05:01:45, WRS_PATH = 144, WRS_ROW = 23, качество изображения – 9).

Выявленные при дешифрировании прямолинейные и дуговые линеаменты и кольцевые структуры образуют плотную и довольно равномерную сеть. Некоторое повышение плотности распределения линеаментов наблюдается в северо-восточной и центральной части района.

Среди прямолинейных линеаментов были выделены линеаменты первого, второго и третьего порядков. Первые дешифрируются при масштабах МДЗ мельче 1:200 000 и представлены в основном протяженными линеаментами, которые достигают 4 – 17 км в длину. Средняя длина этих образований колеблется в пределах 5 – 7 км. Их количество на территории составляет 222. Незначительно преобладают линеаменты северо-восточного направления (60°) и юго-восточного ($105-120^\circ$) (рис. 1а). Линеаменты первого порядка отображают строение тектонического каркаса территории и трассируют его основные элементы, связанные главным образом с глубинными разрывными нарушениями. В ряде случаев они совпадают с разломами, выделенными при картировании этой территории различными исследователями. Очень четко проявляется западная граница балыксинского грабена, менее отчетливо выделяется его восточная граница. Тектонические границы всех структурно-формационных зон трассируются линеаментами достаточно четко.

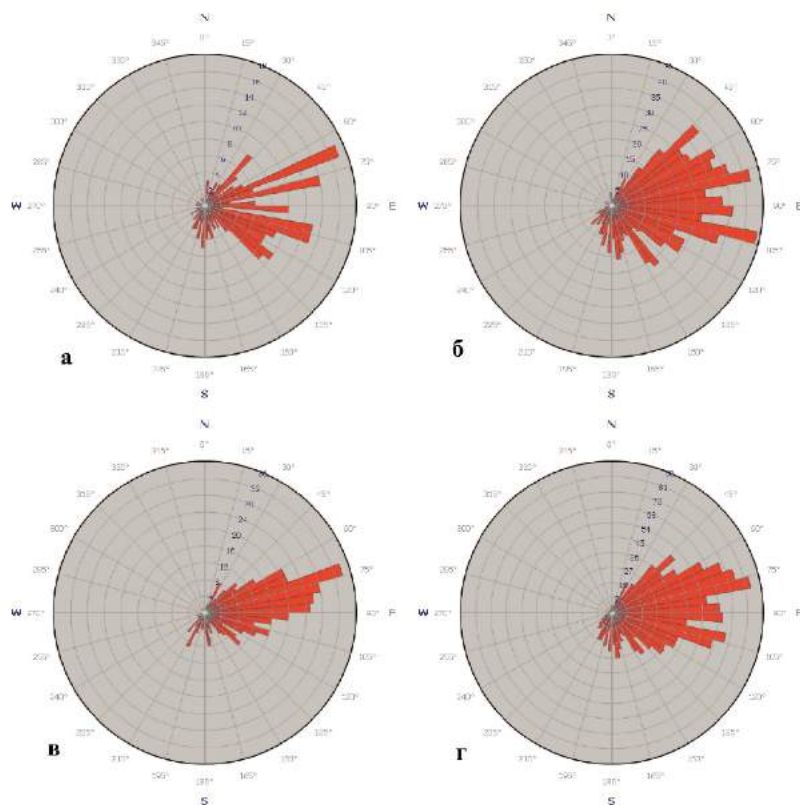


Рис. 5 Розы-диаграммы направлений выделенных в процессе дешифрирования линеаментов (а – первого порядка, б – второго порядка, в – третьего порядка, г – четвертого порядка)

Линеаменты второго порядка, более дискретно распределены по площади. По направлениям простираний этих линеаментов в целом соблюдается та же картина, что и для линеаментов первого порядка, однако есть общая тенденция смещения их в сторону восток-северо-восточного простирания ($60-80^\circ$) (рис. 1б). Длина линеаментов колеблется от 1,5 до 4,5 км, их количество составляет 823.

Линеаменты третьего порядка распространены практически равномерно и повсеместно. По направлениям простираций этих линеаментов в целом соблюдается закономерная связь с космоструктурами 1 и 2 порядка. Основным направлением простираения в этом случае является востоко-северо-восток ($62-77^\circ$) (рис. 1в). Длина линеаментов колеблется от 0,3 до 1,5 км, их количество составляет 490. Подавляющее большинство их находится в пределах 0,7-1 км в длину. Небольшие поля их концентрации выделяются на юге, северо-западе и северо-востоке.

Таким образом, прямолинейные линеаменты всех порядков обнаруживают структурную и парагенетическую взаимосвязь. Направления простираций на розе-диаграмме всех выделенных структур данного типа соответствуют восток-северо-востоку ($63-72^\circ$) и в намного меньшем количестве востоко-юго-востоку ($105-115^\circ$). Общее число выявленных линеаментов – 1535. Средняя длина 2,7 км (рис. 1г).

Используя названные выше статистические данные была выявлена связь преобладающих направлений линеаментов с простираением антиклинория Западного Саяна и крупных региональных разломов, таких как Саяно-Минусинский, Северо-Саянский, Борусский и Кандатский [4], так же установлена пространственная связь выявленных структур с джебашской зоной Западного Саяна [2].

Направления линеаментов 2-го и 3-го порядков (восток-северо-восточное), а так же направления наиболее крупных линеаментов 1-го порядка (северо-западное) свидетельствуют о наличии системы сопряженных продольных и поперечных разломов, образовавшихся при развитии Тувинско-Минусинско-Западносибирской РКС [1].

Доминирующими являются продольные разломы представленные либо крупными региональными нарушениями. Они ортогонально пересекаются поперечными разломами, имеющими трансформный характер, которые по масштабам развития редко выходят за пределы рассекаемых ими региональных структур. В совокупности данные нарушения образуют своеобразный разломный каркас РКС и являются структурами первого порядка.

Оперяющие их и менее масштабные разломы, характеризующиеся примерно такой же пространственной ориентировкой, представляют собой структуры второго порядка. По масштабам развития они имеют внутрорегиональный характер [1] и хорошо прослеживаются на изучаемой территории в виде линеаментов 2-го порядка описанных выше.

Помимо отмеченных разломов в пределах составных частей региональных структур, располагается весьма значительное количество нарушений, имеющих локальный характер проявления – это выделенные линеаменты 3-го порядка. Их структурный план заметно более разнообразен, чем у структур более высоких порядков, но они субсогласны по простираению с разломами первого и второго, и соответственно с линеаментами 1-го и 2-го порядков. По масштабам развития эти мелкие (продольные и поперечные) сопряженные разломы (линеаменты) относятся к структурам третьего порядка [1].

Таким образом, в ходе интерпретации схемы линейных структур было установлено преобладающее направление линеаментов 2-го и 3-го порядков (восток-северо-восточное) и направление наиболее крупных линеаментов 1-го порядка (северо-западное). Эти статистические данные показали, что выделенные линеаменты имеют прямую связь с Тувинско-Минусинско-Западносибирской РКС, а именно с её системой продольных и поперечных разломов.

Литература

1. Гринев О.М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфотектоника, минерагения. – Томск : СТТ, 2007. – 434 с.
2. Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии): учебник для вузов. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 448 с.
3. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов. – Томск : Изд-во СТТ, 2012 г. – 304 с.
4. Схема структурно-геологического районирования Алтая, Саян и Енисейского края / сост. и подгот. к печати картфабрикой ВСЕГЕИ г. СПб. ; редакторы П.С. Матросов, Г.Н. Шапошников, А.П. Щеглов. – 1: 5 000 000. – СПб., 19__ г. – 1 карта (3 листа)
5. Требования к дистанционным основам Госгеолкарты-1000/3 (ДО-1000/3) и Госгеолкарты-200/2 (ДО-200/2) / СПб. : Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2006 г. – 21 с. (МПР России, ФГУНПП «Аэрогеология», ГУП «НИИКАМ»).

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В РЕШЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ЗАДАЧ

С.В. Тимошков, Р.И. Сафин, Т.Е. Каркаранов

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

К настоящему времени разработана большая группа методов, в которых используются разнообразные физические и технические подходы в дистанционных геологических исследованиях [7]. Эффективность проведения МКС зависит от метода, территории проведения работ и выполнения запланированных съемок. Использование материалов космических съемок позволяет получать качественно новую информацию не только

при геолого-съёмочных и прогнозно-поисковых работах, но и на более детальных стадиях оценочных и разведочных работах. Это актуально как для новых, так и для детально изученных площадей. Из этого следует, что требуется применение таких технологий, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств уточнить геологическое строение и значительно локализовать перспективные участки для постановки детальных работ комплексом глубинных методов.

Необходимо подчеркнуть, что в отличие от традиционно используемых в наземных и аэроисследованиях профильных наблюдений, которые характеризуются выборочной пространственной информативностью (в зависимости от ориентировки профилей), современные МКС позволяют получать информацию в широком спектре от коротковолновой части видимого диапазона (0,3-0,4 мкм) до теплового (10-20 мкм) и радиодиапазона ($n \cdot \text{см}$) с малым, средним и высоким ($<1 \text{ м}$) пространственным разрешением [2]. В данных диапазонах съёмки геологические объекты и явления проявляются по-разному. Важно при этом учитывать природные условия региона работ – особенности рельефа, характер растительности, тип и мощность рыхлых отложений, обводненность, климатические особенности, наличие вечной мерзлоты и пр. По данным МКС они дают принципиально новую геологическую информацию даже на мало изученных площадях.

При выборе методов дистанционных исследований в каждом конкретном случае следует опираться на следующие основные положения:

- комплекс применяемых методов должен соответствовать характеру исследуемых объектов и условиям их проявления в данной обстановке;
- в комплексе не должно быть дублирующих друг друга методов;
- выбранный комплекс методов должен обеспечить минимальные затраты времени и средств на решение поставленных задач.

Дистанционные исследования позволяют выявлять косвенные признаки месторождений полезных ископаемых и геологические структуры.

Данные дистанционного зондирования широко используются при решении различных задач, в том числе, весьма успешно, в прогнозировании и поиске месторождений полезных ископаемых, в геологических и геоэкологических исследованиях и картографии и т.д.[4]. Сложность и высокая стоимость получения геолого-геофизической информации традиционными наземными и аэро методами в труднодоступных районах, где осуществляется поиск и добыча полезных ископаемых, повышает значение технологий дистанционного получения данных.

В России уделяется большое внимание созданию новых космических аппаратов для изучения земной поверхности. В этих технологиях будут использоваться более ста новых изобретений и более двухсот программ. АО «Российские космические системы» получило государственную регистрацию и будет заниматься созданием новых космических аппаратов. 28 разработок «Российских космических систем» включены в базу данных перспективных изобретений Роспатента. Среди них – бортовая информационная система с радиолинией метрового диапазона волн, устройство для сбора и обработки результатов телеметрических измерений, системы оценивания помехозащищенности навигационного контура космических аппаратов, спутникового мониторинга смещений инженерных сооружений с использованием спутниковых навигационных систем.

В России материалы космических съёмок стали широко использоваться в геологоразведочных работах. Этому способствует появление новых космических систем расширяющих спектр решаемых геологических задач [1,2,5,6]. За последние 5 лет запущены такие спутники, как Электро-Л №2; Канопус-В; Ресурс-П №2; БКА. Именно они обеспечивают оперативное решение многих задач отрасли, в числе которых такие важные как:

- 1) создание высокоточной топографической основы для привязки скважин, сейсмопрофилей и инфраструктуры промыслов, а также для многоцелевых задач на всех этапах геологоразведочных работ;
- 2) детальная оценка инженерно-геологических условий участка работ и выявление предпосылок стихийных бедствий (наводнений, оползней, землетрясений и др.);
- 3) изучение региональной структуры и зон нефтегазового накопления для слабо исследованных территорий

Восточной Сибири и Дальнего Востока;

- 4) выявление зон трещиноватости в карбонатных резервуарах, обладающих высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

В частности в Томском политехническом университете разработкой технологий комплексирования, обработки и анализа МКС для решения геологических задач масштаба от 1:1000 000 до 1:5000 занимается научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология» [3]. Выполняются исследования прогнозного, поискового, оценочного и разведочного назначения (в том числе инженерно-геологические исследования) на различные виды полезных ископаемых в различных структурах земной коры.

Говоря о возможностях «космической» геологоразведки, подразумевается удивительный эффект, благодаря которому, подняв точку наблюдения, можно увеличить не только площадь, но и «глубину» обзора. Методом космического зондирования можно всего за полгода со спутника исследовать огромную территорию и дать прогноз, где есть нефть, уран или подземные воды. Исходя из этого, надо сказать, что результаты космической съёмки открыли геологам Землю «в разрезе».

Современные системы дистанционного зондирования Земли позволяют выполнить одновременную съёмку наблюдаемой территории в нескольких спектральных диапазонах и с различным разрешением на местности повышением четкости и разрешением космических изображений, основанные на различных способах комплексирования разноспектральной видеоинформации [8].

Первое направление - это комплексирование разноспектральных геометрически совмещенных изображений. Благодаря спектральному принципу съемки, одноименные объекты в различных спектральных диапазонах отображаются совершенно по-разному. Это создает предпосылки для создания методов и алгоритмов формирования некоего нового изображения, в котором с высокой четкостью объединяются все объекты наблюдаемой сцены.

Второе направление - это комплексирование равнозональных изображений, полученных в одном и том же спектральном диапазоне с помощью ПЗС-линеек, поля зрения, которых специально субпиксельно смещаются на доли расстояния между соседними фотоприемными элементами. Смещение полей зрения одноименных фотоэлементов позволяет более плотно сканировать наблюдаемую территорию и путем специальной математической обработки полученных данных повысить четкость и разрешающую способность наблюдаемых объектов.

Третье направление - это комплексирование изображений от ПЗС-линеек, работающих в различных спектральных каналах и имеющих субпиксельное смещение полей зрения. Такое комплексирование позволяет повысить качество изображений как за счет сканирования территории в более частой решетке пространственной дискретизации, так и за счет объединения информации из различных спектральных диапазонов, т.е. здесь объединяются идеи комплексирования первых двух направлений. В рамках каждого направления предполагается построить модели исходных изображений, разработать алгоритмы и методы их комплексирования и методики оценки степени повышения четкости и дешифрируемости объектов за счет проведения математической обработки.

Литература

1. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г. Космоструктурные позиции золоторудных объектов Заангарской части Енисейского кряжа. – Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. С. 38–47.
2. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 6. 2015. Ч. 2. – С. 260-265.
3. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: матер. 2-ой научн. – практ. конф. (21-24 апреля 2015 г.) - Новосибирск: СНИИГГИМС, 2015. С. 188 – 189.
4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований и поисков месторождений полезных ископаемых. – Томск: STT, 2014.– 304 с.
5. Сделано у нас. Космический аппарат дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П» № 2 введен в эксплуатацию. [Электронный ресурс].Режим доступа <http://sdelanounas.ru/blogs/?search=%D0%A0%D0%5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81-%D0%9F>
6. Mapgroup. Ресурс-П 1, 2, 3, 4, 5 (Resurs-P 1, 2, 3, 4, 5).[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/221-resurs-p-resurs-p-1> (Дата обращения 19.02.2016)
7. GALSPACE. Дистанционное зондирование Земли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://galspace.spb.ru/nature.file/dzz.html> (Дата обращения 22.02.2016)
8. РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Разработка методов и информационных технологий комплексирования разноспектральных изображений с целью повышения четкости и дешифрируемости объектов наблюдаемой сцены.[Электронный ресурс].Режим доступа : http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_269851(Дата обращения 25.02.2016)

Секция 9

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

ПРОБЛЕМЫ ЗАСОРЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

В.Л. Богданов, профессор¹, Т.С. Постернак, аспирант², О.А. Пасько, профессор², В.Ф. Ковязин, профессор³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

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

³ Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность исследований обусловлена настоящей потребностью сельскохозяйственных производителей в разработке стратегических направлений борьбы с сорными растениями, основанных на многолетнем прогнозе. К сорным относят «дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции» [6], среди которых различают: сеgetальные (сорнополевые, пашенные), растения естественных угодий, рудеральные (бурьянистые, мусорные, пустырные) и растения специальных площадей [3, 7]. Сорные растения являются спутниками культурных и конкурируют с ними за минеральные вещества и влагу, затеняя их, замедляя рост и развитие. Видовой состав агроценозов сорных растений включает: а) комплекс видов, естественно и стабильно произрастающих на полях, б) виды, попавшие с рудеральных местообитаний вследствие снижения уровня агротехники, в) адвентивные виды, признанные вредоносными в других регионах. Скорость расселения сорных растений во многом зависит от биологических особенностей: пластичности, конкурентоспособности, продуктивности и т.п.

Задачами исследования являлись: проведение анализа видового состава, выделение наиболее агрессивных сорных растений европейской и азиатской частей России на примере Ленинградской и Томской областей, а также апробация эффективных способов борьбы с ними.

В настоящее время в Ленинградской области произрастает 298 видов сорных растений, относящихся к 38 семействам; доминируют 25 представителей семейств Астровые, Бобовые, Гречишные, Капустные, Мятликовые [10]. Более чем 50-летние наблюдения выявили стабильность структуры флористического спектра. На полях Томской области произрастают 22 вида сорных растений, многие из которых – космополиты, характерные для посевов всей России, в т.ч. Ленинградской области (лебеда, осот полевой, пырей ползучий и ромашка непахучая и др.) (рис. 1). Наиболее агрессивны осот полевой и розовый, пырей ползучий, лебеда и гречиха татарская [13] (представители семейств Астровые, Маревые и Гречишные). Их лидерство обусловлено высокой семенной продуктивностью, длительным органическим покоем семян и наличием нескольких жизненных форм. Корни осота полевого, осота розового и лебеды способны проникать в почву на глубину до четырех-пяти метров и достигать увлажненных горизонтов. Минимально представлены ярутка полевая, дымянка лекарственная, аистник цикутовый, пикульник обыкновенный (рис.1). Высокое увлажнение территории Томской области (гидротермический коэффициент равен 1,4-1,2 [2]) благоприятствует агрессивному распространению сеgetальной и рудеральной растительности. Обследование полей яровых и озимых культур, проведенное в 2010-2015 гг. выявило их 100 %-ную засоренность [12] (рис. 2).

Сорные растения попадают на поля различными способами – с заброшенных и засоренных участков, при высевах неочищенных семян или применении неперепревшего навоза. В Томской области высокий уровень засоренности земель связан с недостаточностью проведения агротехнических работ, отсутствием минерального питания для культурных растений и благоприятными региональными агроклиматическими условиями для массового распространения сорняков-космополитов.

В Европейской части России большую экологическую угрозу представляет гигантское растение борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnovskyi Manden*) (далее борщевик), завезённое с Кавказа в северные районы России в середине 40-х годов прошлого века. В результате селекционных работ в качестве кормовой культуры, устойчивой к суровым климатическим условиям, был выведен вид борщевика, позволявший получать за вегетационный период около 500-600 ц/га зелёной массы [5, 4]. С падением сельскохозяйственного производства его прекратили скашивать, и он начал распространяться на заброшенных землях, садовых участках, откосах мелиоративных каналов, обочинах дорог, образуя массивы площадью от нескольких квадратных метров до нескольких гектаров. Высота растения составляет 1,5-3,0 м и более, толщина у основания – 4-6 см. Корневая система мощная, хорошо развитая стержне-кистевая, проникает вглубь почвы до 70 см и более. Борщевик обладает повышенной репродуктивной способностью. Одно растение формирует 5 – 20 тыс. семян в год, которые способны прорасти в течение 5-6 лет и более и распространяются с помощью ветра, поверхностных вод, птиц, колёс автомобилей. Репродуктивная стадия развития наступает на 2-й год, продолжительность жизни растения – до 8 лет и более [11].

Естественных врагов борщевика практически нет из-за содержания фурукумаринов, поэтому он мало повреждается травоядными животными. В силу биологических особенностей и химического состава растение является серьёзной угрозой для здоровья человека, при попадании на кожу которого фурукумарин под влиянием ультрафиолета солнечного света вызывают дерматиты, протекающие по типу ожогов (1-й, 2-й и 3-й степени – в зависимости от времени контакта). Известны случаи токсикологического отравления, сопровождавшегося нарушением работы нервной системы и сердечной мышцы [9].

Повышенная конкурентоспособность в экосистеме и устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, позволяют борщевiku Сосновского быть более агрессивным и неуязвимым по сравнению с родственными видами [8]. Он захватывает наиболее освещенные и плодородные участки, вытесняет естественную растительность и формирует новую моновидовую сукцессионную систему. По нашей оценке, борщевик ежегодно способен захватывать около 5-7 % новых территорий, нанося значительный экономический ущерб в связи с засорением и неиспользованием земель.

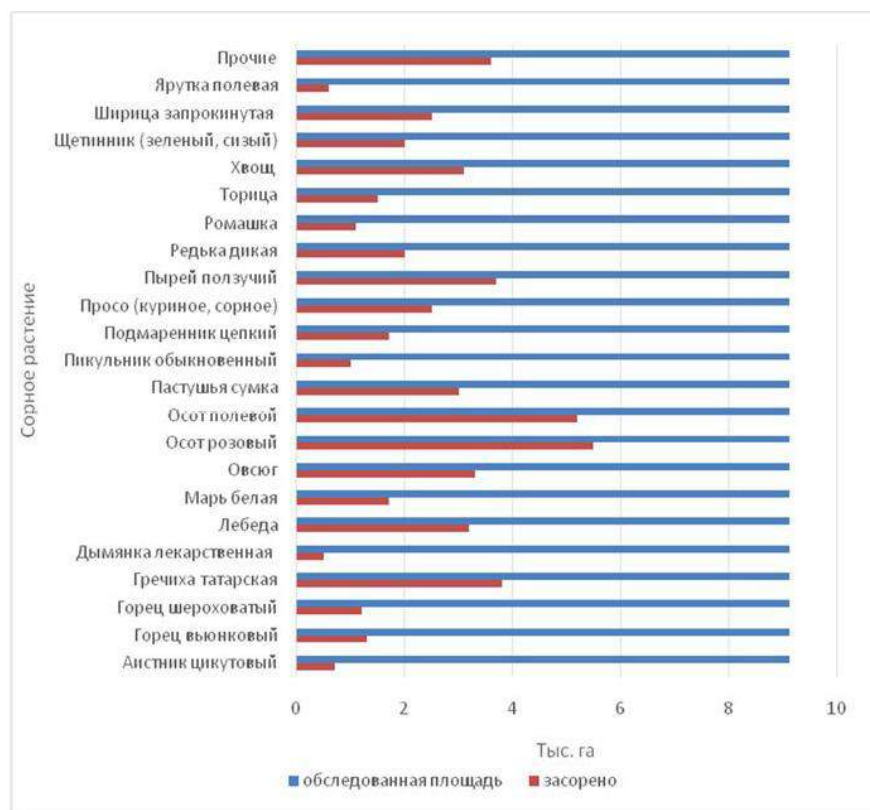
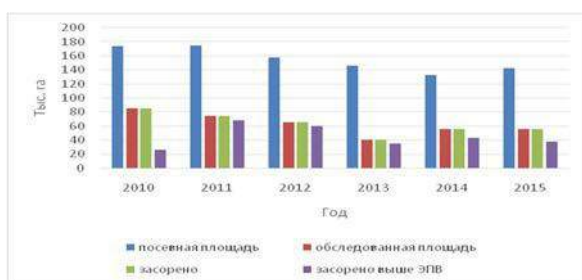
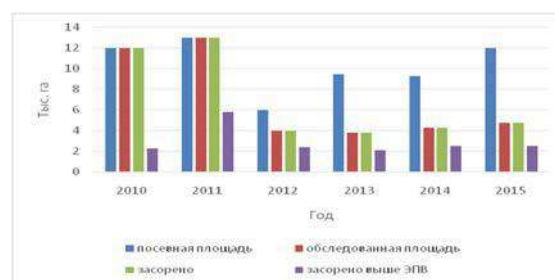


Рис. 1– Соотношение сорных растений в культуре яровой пшеницы Томской области в 2015 г. [по 10]



А – яровые культуры



Б – озимые культуры

Рис. 2 Динамика засоренности Томской области за 2010-2015 гг. [по данным 2]

Площадь территории, охваченной борщевиком, и скорость его распространения столь велики, что составить актуальную карту засоренности земель практически невозможно. Нами предпринята попытка анализа общедоступной информации и ее визуализации для территории Европейской части России. За информационную единицу был принят административный район. На карте-схеме отмечены административные районы, по которым удалось получить информацию о местах локализации борщевика или официальные данные о наличии проблем, связанных с его неконтролируемым распространением (рис. 3).

Вторичный ареал массового распространения борщевика на территории Европейской части России практически совпадает с зонами избыточного (Северо-Западный ФО) и достаточного (большая часть Центрального ФО) увлажнения [1]. Это хорошо видно на карте-схеме (рис. 3), где выделены области с положительным и отрицательным значениями средней годовой разности осадков и испаряемости, характеризующей влагообеспеченность территории. Единственным фактором, сдерживающим дальнейшее продвижение борщевика в южные районы, остается недостаточная влажность климата, которая в свое время мешала его культивации. В последние годы борщевик стал появляться в областях, территории которых

характеризуются неустойчивым и недостаточным увлажнением (Белгородская, Воронежская, Пензенская, Саратовская, Ульяновская). Полученная картина, естественно, является неполной, однако дает представление о масштабе бедствия и является предостережением для тех районов, куда борщевик начал проникать совсем недавно. Наиболее засорены этим растением территории Ленинградской, Московской, Ивановской, Кировской, Новгородской, Псковской, Вологодской, Архангельской, Тульской, Ярославской областей. Серьезное положение сложилось в республике Коми – растительные сообщества борщевика занимают обширные пространства в южной части республики, особенно интенсивно распространяясь на землях сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов.

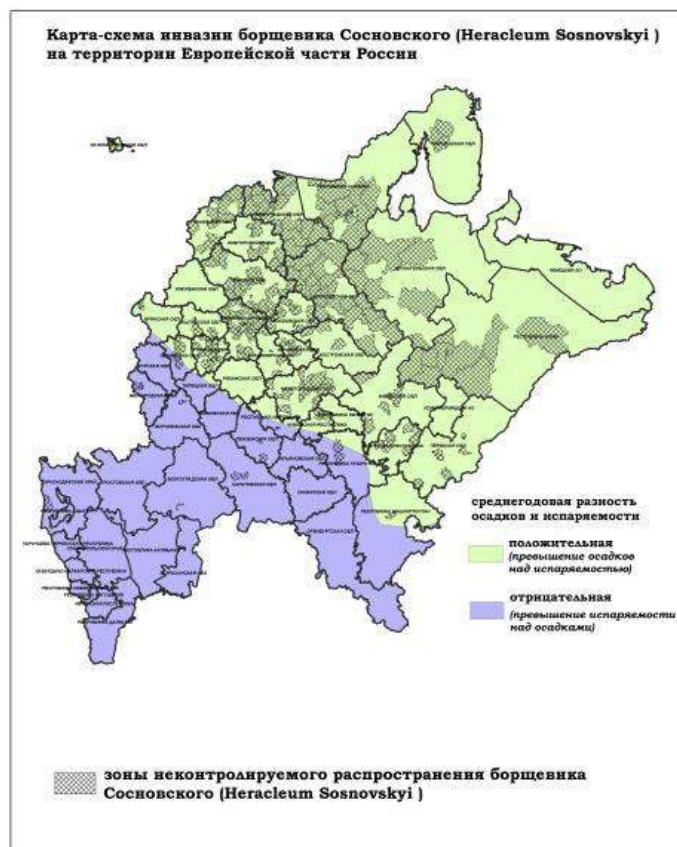


Рис.3 Карта-схема борщевика Сосновского на территории Европейской части распространения России

На территории Ленинградской области в 2013 г. было выявлено более 83 тыс. га земель, в большей или меньшей степени засорённых борщевиком. Анализ текущей ситуации и прогноз показали, что если проблему оставить без внимания, то через 10 лет до 25-30 % земель в природных ландшафтах и до 15-20 % сельскохозяйственных земель могут быть засорены. Чрезвычайно актуальными становятся исследования по поиску эффективных малозатратных мероприятий по борьбе с этим экологически опасным видом сорняка и по восстановлению естественных экосистем. Экологические условия Ленинградской области благоприятны для борщевика [1], что позволяет ему расселяться на данной территории практически повсеместно.

В полевом опыте изучали влияние агротехнических мероприятий на произрастание борщевика. Проводили вспашку, дискование, боронование почвенного покрова луга, засоренного борщевиком, с последующим посевом овощных культур, а также – выжигание старой растительности. До агротехнической обработки почвы обилие борщевика в фитоценозе составляло 5 – 12 растений на 10 м². Осенью на лугу провели вспашку с последующим дискованием почвы. Весной на вспаханном поле наблюдали отдельные растения борщевика. В конце мая агротехнические мероприятия повторили и посеяли укроп. В сентябре выявили, что борщевик стал встречаться очень редко и произрастать единичными экземплярами. Был сделан вывод о высокой эффективности агротехнической обработки почвы, способствующей уничтожению борщевика. Следует отметить, что такие мероприятия должны проводиться регулярно в течение нескольких лет, поскольку большой запас семян в почве позволяет растению в короткие сроки восстанавливать популяцию. Выжигание старой растительности в экосистеме старовозрастного мелиорированного луга негативного влияния на распространение борщевика не оказало.

С целью изучения влияния гербицидов на репродуктивную способность и уничтожение борщевика был заложен полевой опыт в Выборгском районе Ленинградской области. Испытывали действие смеси гербицидов (глифосат и банвел ВР) в дозах 1 – 8 л / м² поверхности почвы. Обработку растений проводили в фазе стеблевания 9 июня. Выявили, что наиболее эффективной дозой для уничтожения борщевика явилась смесь

глифосата и банвела ВР 8 л/м² в соотношении 3:1 соответственно. Спустя 3 недели после обработки стебли и листья борщевика завяли, а корни 1-го, 2-го и 3-го порядков почернели. Однако семена борщевика, находившиеся в почве, не пострадали и спустя некоторое время дали всходы. Через месяц после химической обработки экосистема начала постепенно восстанавливаться. Из разнотравья первопоселенцами оказались сурепка обыкновенная, пикульник обыкновенный, мать-и-мачеха обыкновенная.

В следующем варианте опыта изучали влияние мульчирования поверхности луга черной пленкой на рост и развитие борщевика. Полевой опыт был заложен в Выборгском районе Ленинградской области. В начале мая участок луга, засоренного борщевиком (в среднем 2 растения на 1 м²; фаза розетки) укрывали черной пленкой, которую убирали спустя 3,5 месяца. 100 % растений борщевика погибли, кроме того, семена, собранные с поверхности почвы после мульчирования, оказались невсхожими.

Таким образом, прием мульчирования борщевика на ранних стадиях его развития показал его высокую эффективность для борьбы с ним. Дальнейшая обработка почвы и посев многолетних трав позволили восстановить аборигенную экосистему.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Ленинградской области (Справочник). – П.: Гидрометеиздат, 1975. –118 с.
2. Агроклиматические ресурсы Томской области (Справочник). –П.: Гидрометеиздат, 1975. – 146 с.
3. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений. – М.: Академия, 2009. –400 с.
4. Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В. Инвазия экологически опасного растения борщевика Сосновского (*Heraclеum Sosnowskiy Manden*) на территории Европейской части России. Региональная экология. – 2011. № 1-2 (131). –С.43-52.
5. Богданов В.Л., Шмелева И.В., Николаев Р.В. Экологические проблемы землепользования на сельских территориях в Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции «Географические науки в обеспечении стратегии устойчивого развития в условиях глобализации» (к 100-летию со дня рождения профессора Н.Т. Романовского). 25-28 октября 2012 г. – Минск, Беларусь. – Минск. Издательский центр БГУ, 2012. – С. 266-271.
6. ГОСТ 16265-89 «Земледелие. Термины и определения», сорные растения – ГОСТ 16265-89. – 12 с.
7. Курдюкова О.Н., Конопля Н.И. Семенная продуктивность различных видов сорных растений // Вестник защиты растений, 1, 2014. – С. 32-36
8. Ламан Н.А. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский. – Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси: Минск, 2009. – 40 с.
9. Моисеев К.А., Александрова М.И. Борщевик Сосновского /памятка/ Институт биологии Коми филиала АН СССР. – Сыктывкар. 1968. – 12 с.
10. Мысник Е.Н. Особенности формирования видового состава сорных растений в агроэкосистемах Сев.-Зап. региона РФ. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.б.н.– Санкт-Петербург – Пушкин. – 2014. – 22 с.
11. Орлов Б.Н., Гелашвили Д.Б., Ибрагимов А.К. «Ядовитые животные и растения СССР», Москва «Высшая школа» 1990 Электронный ресурс. Условия доступа: <http://www.zooclub.ru/flora/118567.shtml>.
12. Отчет выполнения перечня и объемов работ, предусмотренных государственным заданием на 2014 год / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Станция агрохимической службы «Томская». — Томск, 2015.
13. Сводная ведомость основного обследования засоренности сельскохозяйственных культур на 1 декабря 2015 года / Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Томской области. — Томск, 2015.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УНИВЕРСИТЕТАХ США

**Э.К. Дикин, профессор, координатор междисциплинарных знаний в ГИС
Государственный университет Нью-Йорка (Фредония), США**

ГИС – это компьютерная система, которая состоит из аппаратного и программного обеспечения и включает сбор, обобщение, анализ и графическое отображение данных с их географической привязкой. Подсчитано, что 85 % государственных агентств США используют подобную информацию, связанную как минимум – с улицами, адресами, границами, почтовыми кодами, широтами и долготами и т.д. Организации частного сектора также в подавляющем большинстве работают с ГИС, которые, как видим, стали необходимыми для функционирования как государственных, так и частных организаций. Кроме того, ГИС используют для эффективного управления критическими событиями и процессами, для всестороннего анализа политики, экономики и т.д.

Естественно, что эти моменты университеты США учитывают в подготовке студентов для их карьеры или дальнейшей учебы. Цель обучения состоит в том, чтобы обеспечить выпускников междисциплинарным образовательным опытом, который готовит их к использованию ГИС в рамках выбранных ими направлений и профилей.

Учебный план в университете характеризуется междисциплинарными контентом и подходом и опирается на множество дисциплин и кафедр. Служба обучения включена в несколько ГИС-курсов, к примеру, таких, как «Программирование с использованием 3-D графики и мультимедиа», «Визуальные основы Веб-Программирования», «Информатика и ГИС», «ГИС и Картография» в форме целенаправленного изучения, самостоятельного изучения или стажировки.

В рамках таких дисциплин, как «Планирование» и «Лесное хозяйство», студенты проходят один или несколько курсов по ГИС разной тематики; например, в университете Калифорнии Беркли – вариативный курс

по ГИС, связанной с урбанизацией, в университете Корнел – обязательный курс по ГИС, связанный с сельскохозяйственными и биологическими науками.

Ниже представлены примеры того, как ГИС были использованы студентами Государственного университета Нью-Йорка (Фредония) для изучения различных вопросов и проблем (рис.1, 2).

В процессе обучения студенты выполняют ГИС-проекты по самым разнообразным темам: «Определение результатов голосования», «Визуализации активности избирателей, участвовавших в четырех президентских выборах в штате Нью-Йорк», «Документ краеведения», «Поддержка сохранения исторического наследия», «Модель рельефа», «Исследование социальных проблем», «Оценка землепользования/земельного покрова», «Использования почвы в водохранилище Мэпл Спрингс бассейна озера Чатакуа». Удачным оказался проект по изучению возможностей ГИС для исследования пригодности мелкомасштабных изображений при обнаружения разломов.

Государственный университет штата Нью-Йорка (Фридония) является сравнительно небольшим ВУЗом (6 тысяч студентов), однако его программы характерны для общей модели обучения ГИС во всех университетах США, в т.ч. таких крупных исследовательских центров, как государственный университет Пенсильвании и государственный университет Нью-Йорка в Буффало (33.000 и 29.000 студентов).

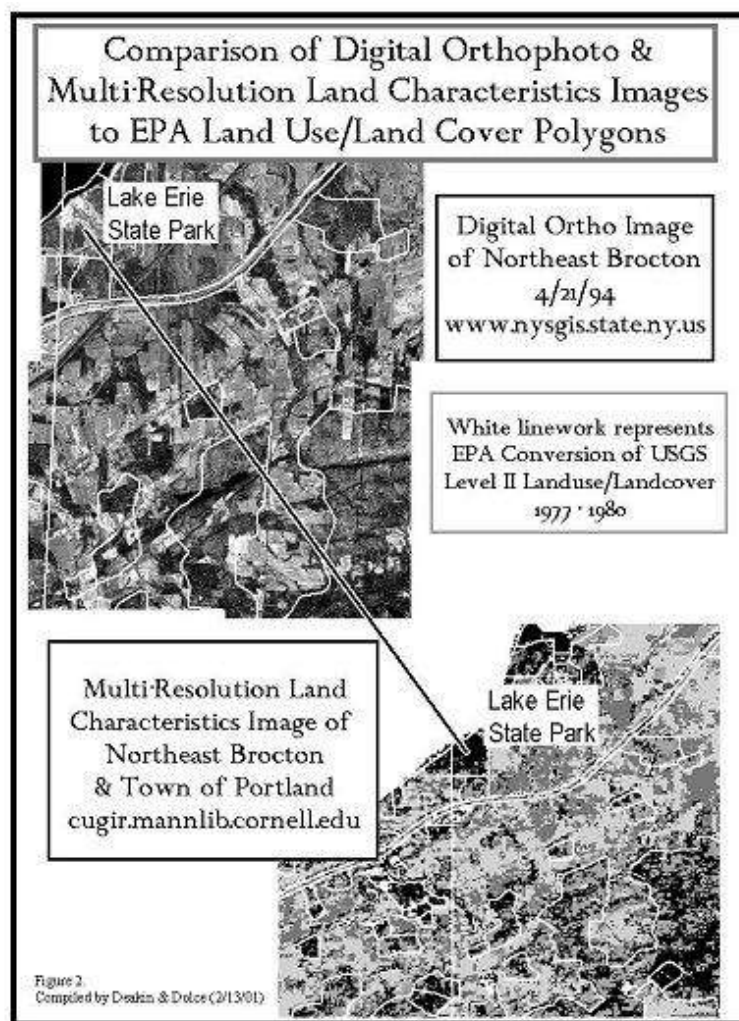


Рис. 1 – Работа «Оценка землепользования» выполнена студентом Марией Дольче с использованием программы Arcview и цифровых ортофотопланов

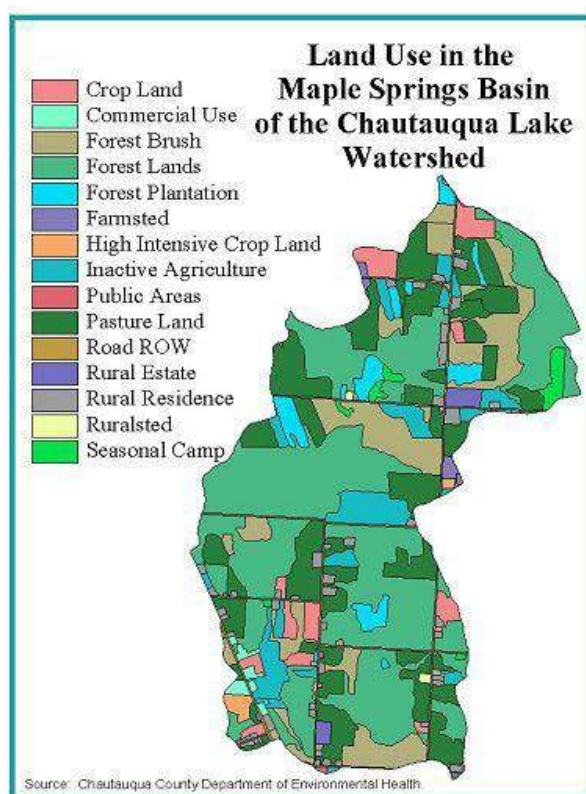


Рис. 2 – Карта землепользования выполнена коллективом студентов по заказу Департамента охраны окружающей среды и здоровья

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.К. Игембаева, доктор философии (PhD)

Научный руководитель профессор Т.П. Пентаев

Казахский Национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

Согласно Закону РК "Об административно-территориальном строении Республики Казахстан" административно-территориальными единицами республики являются село, округ, сельский округ, районы города, город, район, область. В число региона входят область, район и сельский округ как основная структура административно-территориального строения.

По данным Земельного комитета от 1 ноября 2012 года в системе административно-территориальной структуры определены 14 областей, 2 крупных городов республиканского значения, 161 административных районов, 223 городов и областного и районного значения, 6806 сельских населений и 2453 сельских округов.

При разработке районного и областного баланса земли было определено число населенных пунктов. Число городов и кентов по сравнению с 2011 годом сократились на 6 единиц, это произошло за счет изменения статуса кентов в Алматинской (3) и Южно-Казахстанской (3) области в порядке, установленном законом в категорию сельских местностей. Число населенных пунктов увеличились на 17 единиц (идентификация с данными статистических органов). Указом № 601 Правительства Республики Казахстан от 10-мая 2012 года был утвержден «Список населенных местностей с низким социально-экономическим развитием». В него вошли 409 населенных местностей, в том числе: по Акмолинской области - 10, Актыбинской - 22, Алматы - 36, Караганда - 69, Кызылорда - 20, Кустанай - 8, Атырау - 16, Восточно-Казакстанской - 62, Жамбыл - 32, Западно-Казакстанской - 52, Павлодар - 47, Мангистау - 5, Северо-Казакстанской - 13, Южно - Казакстанкой области - 17.

По площади территории самые крупные регионы Караганда (42,8 млн. га), Актыбинск (30,1 млн. га) и Восточно-Казакстанская область (28,3 млн. га), которые занимают 37% всей территории республики. Самые мелкие по площади регионы Северо-Казакстанская (9,8 млн. га), Южно-Казакстанская (11,7 млн. га) и Атырауская (11,9 млн. га) области.

Таблица 1

Количество административных районов и населений по состоянию на 1 ноября 2012 года, площадь земли

Области	Площадь земли, тыс. га	Число административно-территориальных единиц			
		Районы (города без районов)	Города и неселения	Села	Сельские округа
Акмолинская	14621,9	17	26	616	236
Актюбинская	30062,9	12	8	410	141
Алматинская	22379,2	16	25	740	251
Атырауская	11863,1	7	8	166	71
Южно-Казахстанская	28322,6	15	34	252	
Жамбулская	14426,4	10	14	378	153
Западно-Казахстанская	15133,9	12	6	456	155
Карагандинская	42798,2	9	48	384	192
Кызылординская	22601,9	7	5	226	143
Костанайская	19600,1	16	13	630	256
Мангистауская	16564,2	5	6	55	43
Павлодарская	12475,5	10	9	406	169
Северо - Казахстанская	9799,3	13	5	698	204
Южный Казахстан	11724,9	12	16	866	187
г. Алматы	45,1	-	1	-	-
г. Астана	71,0	-	1	-	-
Всего (площадь)	272490,2	161	225	6806	2453

Примечание - Данные Агентства статистики Республики Казахстан

За отчетный период произошли изменения площади на территории Алматинской области и г. Алматы. По указу Президента РК №385 от 21 сентября 2012 года «Об изменении границ г. Алматы» 11,9 тыс. га земли Алматинской области были присоединены к городу Алматы. Подобные изменения повторились и в 2014 году.

За отчетный период превышения в использовании земельных ресурсов не отмечалось. Агентство по управлению земельными ресурсами Республики Казахстан продолжало несколько лет работать по идентификации категории земель, по земельным, лесным и водным законодательным актам. В результате инвентаризации сельскохозяйственных земель, используемых в обороте сельского хозяйства, уточнены площади для каждой категории земельных ресурсов.

Анализ данных земельного учета выявил изменения в разделении земельного ресурса по категориям по года (рисунок).

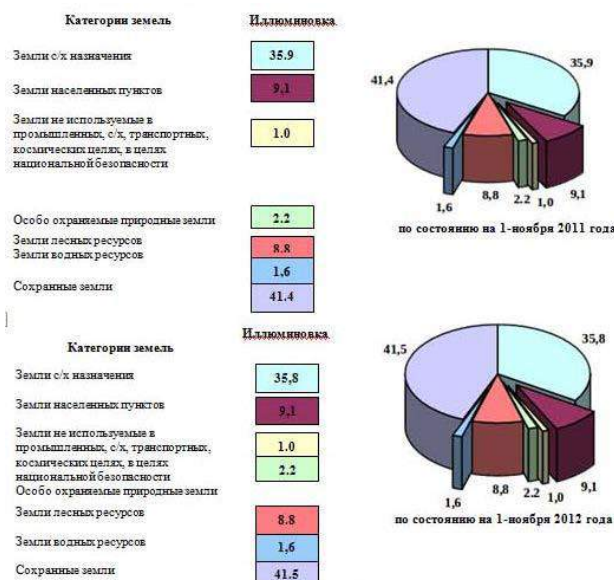


Рисунок – Динамика структуры земельного ресурса по категориям, %

Исторически сложившееся административно-территориальное расположение в Республике и неоднородные природно-климатические условия обуславливают структуру и различные доли земельных ресурсов в населенных и ненаселенных краях по категориям.

Доля пахотных земель (посевные и непосевные) в целинных землях по отношению к общей площади превышает в северных зерновых областях республики, в частности в Павлодарской области – 692,4 тыс га (34,9 %), Акмолинской – 198,3 тыс га (10,0 %) и в Западно-Казахстанской области – 455,2 тыс га (22 %).

Таким образом, по результатам анализа категории земель с/х назначения для эффективного и выгодного использования сельскохозяйственных земель предлагаем применить следующие меры:

- анализировать использование и управление земельными ресурсами на основе данных земельного мониторинга и земельного кадастра;
- определить факторы, влияющие на эффективность сельскохозяйственного производства;
- проанализировать эффективность землепользования в сельском хозяйстве;
- спрогнозировать развитие землепользования сельскохозяйственного назначения на 5-летний период;
- произвести техническое оснащение системы земельного мониторинга современными приборами, передвижными экспресс-лабораториями, совершенствование работы системы путем использования методов дистанционного наблюдения и использования аэрокосмических данных.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТАНОВКИ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ ЗЕМЕЛЬ ИНОГО СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.И. Антохонова

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В существующей практике учета земельных ресурсов особо выделяются вопросы постановки на кадастровый учет земель иного назначения. К ним относятся земли, которые входят в категорию земель промышленности и другого специального назначения, однако в главе XVI Земельного Кодекса Российской Федерации перечень земель иного специального назначения не указан.

Актуальность темы данной статьи обуславливается необходимостью решения вопросов учета земель, отводимых под объекты таможенного назначения как иных на территории города Кяхты, Республики Бурятия.

Целью исследования является разработка предложений для решения правовых вопросов, касающихся постановки на кадастровый учет земель иного специального назначения.

Задачи исследования:

- выявить категорию земельного участка, отведенного под таможенный пункт пропуска в г. Кяхта;
- определить порядок перевода земель из одной категории в другую и выявить существующие неточности и несоответствия в земельном законодательстве;
- предложить решения по постановке на кадастровый учет данного земельного участка.

Объектом исследования является площадка реконструкции многостороннего автомобильного пункта пропуска (МАПП) «Кяхта», в Республике Бурятия, с пропускной способностью 1000 авт/сут (рисунок).

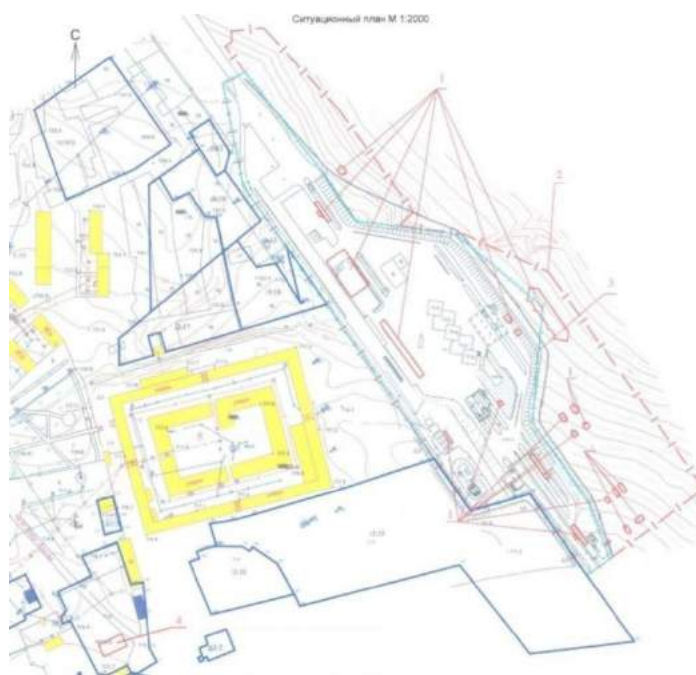
Особенности постановки на кадастровый учет земельных участков, относящихся к землям иного специального назначения, заключаются в следующем:

1. Данный земельный участок с объектами таможенной службы находится одновременно на территории трёх образований: муниципального образования г. Кяхта, Республики Бурятия как субъекта Российской Федерации и самой Российской Федерации. В порядке, установленном Федеральным законом "О разграничении государственной собственности на землю" от 17.07.2001 N 101-ФЗ (ред. от 03.06.2006), земельный участок под таможенным пунктом относится к собственности Российской Федерации [5]. Согласно этому производится процедура постановки на государственный кадастровый учет в общем порядке.

Согласно публичной кадастровой карте, данный земельный участок относится к территории земель поселений. Для осуществления реконструкции автомобильного пункта пропуска и дальнейшей постановки на кадастровый учет земельного участка необходимо осуществить перевод земельного участка из категории земель поселений в категорию земель иного специального назначения.

2. Земельный участок, подлежащий реконструкции объектов таможенного контроля, меняет свои границы в пределах муниципального образования г. Кяхта. Для постановки на кадастровый учет требуется перевод земель для данного случая из категории поселений в категорию земель иного специального назначения. Этот перевод сопровождается изменением границ муниципального образования г. Кяхта.

В данный момент нормы, которые регулируют перевод земель из одной категории в другую, включены в ряд нормативно-правовых актов земельного, водного, лесного и градостроительного законодательства. Помимо этого существует Федеральный закон «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» №172-ФЗ от 21.12.2004 г. Согласно этому закону, порядок перевода земель проработан в полной мере, однако, возникают вопросы об особенностях перевода земель категории поселений в земли категории иного специального назначения. В этом случае, при изменении границ территории поселений необходим перенос границ населенного пункта [4].



1 – проектируемые объекты, 2 – граница проектируемого участка, 3 – граница землепользования с кадастровым номером 03:12:150464:1, 4 – проектируемая гараж-стоянка на четыре грузовых автомобиля, 5 – памятник архитектуры царских времен [3]

Рис. Ситуационный план многостороннего автомобильного пункта пропуска (МАПП) «Кяхта», Республика Бурятия:

В ст.8 Земельного кодекса Российской Федерации строго разделены полномочия Российской Федерации, ее субъектов и муниципальных образований, касающиеся перевода земель. В данном случае, так как земельный участок находится в федеральной собственности – перевод земель из одной категории в другую осуществляется по постановлению Правительства Российской Федерации.

Изменение границ населенных пунктов должно также соответствовать положениям органов местного самоуправления и субъектов Российской Федерации. Следовательно, если бы после изменения границ населенного пункта без проведения процедуры перевода земель, изменилось бы целевое назначение земельного участка, находящегося, к примеру, в федеральной собственности, такое изменение должно быть признано незаконным. Ввиду этого становится целесообразным изменение или уточнение положений норм Земельного кодекса Российской Федерации и Федерального закона «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую».

3. При постановке образованного земельного участка на кадастровый учет возникает необходимость проведения процедуры межевания, которая зачастую упускается, так как не регламентируется Земельным кодексом Российской Федерации. Чтобы земельный участок считался недвижимостью и подлежал каким-либо сделкам, он должен быть соответствующим образом обособлен, должны быть известны его границы, местоположение и размер. Границы земельного участка определяются порядком, установленным земельным законодательством на основании документов, которые выдаются собственнику государственными органами по земельным ресурсам [2]. Мероприятия по определению этих границ называются межеванием [1].

Несмотря на то, что объектом сделок могут являться только участки, прошедшие государственный кадастровый учет, необязательно, чтобы земельный участок подлежал межеванию и соответствовал земельному законодательству, нужно лишь, чтобы выданные ранее документы о праве собственности были действительными и содержали кадастровый номер земельного участка.

Результатом постановки на кадастровый учет является кадастровый паспорт земельного участка, содержащий графическую и текстовую копии сведений, которые содержатся в государственном кадастре, например: адрес земельного участка, его площадь, кадастровый номер, описание границ участка и их отдельных частей, категория земель и разрешенное использование земельного участка, качественные характеристики, ограничения прав на земельный участок, зарегистрированные вещные права на участок, наличие на участке объектов недвижимого имущества. При этом, как говорилось выше, мероприятия по межеванию земельного участка не обязательны, нужно лишь присвоить участку кадастровый номер. Для выхода из данной ситуации следует ввести обязательную процедуру межевания земельного участка с установкой межевых знаков.

Выводы:

-установлена иерархическая подчиненность по правилам постановки на кадастровый учет земельного участка, находящегося в категории земель иного специального назначения;

-выявлено, что земельное законодательство, регулирующее порядок перевода земель из одной категории в другую, снимает основные проблемы на стадии правоприменительной практики, но не на стадии разработки нормативно-правовых актов. Отсюда происходят не всегда верные решения судов, которым приходится брать на себя и правотворческую функцию;

-установлена необходимость внесения некоторых изменений в действующее законодательство, устранения существующих неточностей и несоответствий и создания новых законодательных актов. Они должны охватывать все вопросы, касающиеся понятия «категория земель» и описывать полное изменение целевого назначения земельного участка.

Литература

5. Аверьянова, Н. Н. Государственное регулирование земельных отношений Текст.: учеб. пособие/ Н. Н. Аверьянова. ООО Проспект, 2016. – 84 с.
6. Земельный кодекс Российской Федерации // Собрание законодательства Российской Федерации, 08.04.2013, №14, ст.1663.
7. Проектная документация. Федеральная таможенная служба. Сибирское таможенное управление. Бурятская таможня. Реконструкция многостороннего автомобильного пункта пропуска (МАПП) «Кяхта», Республика Бурятия, пропускной способностью 1000авт/сут. 221/08 - 10107 Том 2/ Государственная корпорация "Росатом", ОАО "Атомэнергпром", Открытое акционерное общество Сибирский проектно-изыскательский институт "ОРГСТРОЙПРОЕКТ".
8. Федеральный закон «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» от 21.12.2004 №172-ФЗ (ред.от 20.04.2015).
9. Федеральный закон "О разграничении государственной собственности на землю" от 17.07.2001 N 101-ФЗ (ред. от 03.06.2006).

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ САДОВОДЧЕСКОГО ТОВАРИЩЕСТВА В РОССИИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

А.В. Алиферова

Научный руководитель директор ООО «Азбука земельно-имущественных отношений»

Т.А. Тырышкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Первое садоводческое товарищество появилось в России в середине XX века. На данный момент число садоводческих товариществ в Томской области составляет около 550 штук с общим числом участков более 12 тысяч. Создание новых садоводческих товариществ продолжается до сих пор. Предоставление земельного участка для ведения гражданами садоводства, огородничества или дачного хозяйства входит в полномочия органов местного самоуправления, которые в соответствии с действующим законодательством распоряжаются неразграниченными землями, находящимися в муниципальной собственности.

Целью данной работы является анализ процедуры предоставления земельного участка для размещения садоводческого товарищества до и после земельной реформы 2015 года. Актуальность работы заключается в подробном рассмотрении внесенных с 1 марта 2015 года изменений во все уровни земельного законодательства.

Создание садоводческого товарищества в нашей стране в настоящий момент – процедура достаточно сложная и затрагивает многие области права (гражданское, земельное, налоговое). Председатель образованного товарищества должен обладать достаточными знаниями во многих вопросах. После образования и регистрации в органах налоговой службы соответствующего юридического лица, оно вправе обратиться за предоставлением земельного участка.

До 1 марта 2015 согласно статьям 30, 31 ЗК РФ (в старой редакции) образование земельного участка для размещения садоводческого товарищества происходило как образование земельного участка для строительства с предварительным согласованием места размещения.

В границах Томского района земельные участки для размещения садоводческих товариществ предварительно согласовывали с Комиссией Томского района по выбору земельных участков для строительства объектов, действовавшей на основании Распоряжения от 17.03.2009 г. № 66-П.

В целом, процесс создания и оформления земельного участка для целей садоводства был разделен на два больших этапа: формирование общего земельного участка, передаваемого самому товариществу на праве аренды и формирование участков для его членов и передаваемых им в собственность (рис. 1).



Рис. 1– Схема образования земельного участка для садоводства до 1 марта 2015 года

1 марта 2015 г. вступил в силу Федеральный закон от 23 июня 2014 г. № 171-ФЗ "О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации" [4] (далее - Закон). Его основной целью является установление нового порядка предоставления земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности, и изменение правового регулирования возникновения, прекращения и реализации прав на земельные участки.

Самым главным изменением, касающимся предоставления всех земельных участков, является перераспределение полномочий между муниципальными образованиями. Как отмечено выше, предоставлением земельных участков из неразграниченной собственности занимались городские округа и муниципальные районы. С 1 марта 2015 года полномочия по распоряжению такими землями перешли на уровень того муниципального образования, чей Генеральный план является основным для данной территории. Таким образом, на территории Томского района, где каждое из 16-ти сельских поселений приняло к 2015 году свой Генеральный план, полномочия перешли именно к ним.

До 1 марта 2015 года приобретение садового, огородного или дачного земельного участка из земель сельскохозяйственного назначения допускалось только, если заинтересованное лицо являлось членом соответствующего садоводческого, огороднического или дачного некоммерческого объединения. С 01.03.2015 года для получения таких участков не обязательно вступать в некоммерческие объединения.

Существенно изменился и порядок предоставления земельных участков некоммерческим организациям граждан для ведения дачного хозяйства, садоводства и огородничества. С 1 марта 2015 г. вступили в силу новые правила, согласно которым предоставление земельных участков для ведения дачного хозяйства осуществляется только по результатам торгов, участниками которых могут быть исключительно юридические лица. Земельные участки для ведения садоводства и огородничества предоставляются некоммерческим объединениям граждан в безвозмездное пользование. При этом законом установлены правила расчета максимальной площади земельных участков, которые могут быть предоставлены для ведения садоводства и огородничества. После разработки документации по планировке территории, образования земельных участков и их распределения между членами некоммерческой организации граждан, такие земельные участки предоставляются данным членам в собственность или аренду без проведения торгов.

Из Федерального закона «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан» № 66-ФЗ [1] полностью исключается глава VI «Особенности предоставления в собственность и оборота садовых, огородных и дачных земельных участков», в том числе и статья 28, устанавливавшая особый порядок приватизации земельных участков для членов объединений, не получивших право собственности на земельный участок по каким-либо причинам. Фактически эта статья переносится в части 2.7 — 2.10 статьи 3 Федерального закона «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации» № 137-ФЗ.

Важное нововведение – возможность аренды земельного участка за плату не выше земельного налога на этот участок, если он не может быть предоставлен в собственность члену объединения по причине резервирования для государственных или муниципальных нужд, либо ограничения в обороте.

Изменяется и комплект документов, которые должен подать член объединения в орган местного самоуправления (или государственный исполнительный орган) для получения решения о предоставлении земельного участка в собственность. Описание местоположения земельного участка заменяется на схему расположения участка на кадастровом плане территории. Схему можно не предоставлять, если имеется утверждённый проект межевания территории, проект организации и застройки территории объединения, либо, если описание местоположения границ зафиксировано в Государственном кадастре недвижимости. Вместо заключения правления о закреплении за данным членом СНТ земельного участка и о соответствии описания его местоположения фактическому предоставляется протокол (выписка из протокола) общего собрания членов (собрания уполномоченных) о распределении земельных участков между членами, либо иной документ (выписка из документа), устанавливающий такое распределение [3]. Что касается земельного участка, относящегося к имуществу общего пользования (земли общего пользования), то, как и сейчас, срок переоформления прав на него не устанавливается, а порядок остаётся прежним.

Общая схема предоставления земельного участка после проведения последней на данный момент земельной реформы выглядит следующим образом (рис. 2):



Рис. 2. Схема образования земельного участка для садоводства после 1 марта 2015 года

Земельная реформа, начатая в Российской Федерации с момента создания самого государства, продолжается до сих пор. Законотворческие процессы не затихают, продолжая вносить изменения в нормативно-правовые акты всех уровней, начиная с Федеральных законов, отвечая принципу адекватного отражения нормативно-правовых потребностей.

Произошедшая в марте 2015 года реформа несла в себе главной целью упорядочение многообразия трактовок предыдущей редакции и создания такой системы земельных правоотношений, которая бы максимально отвечала бы уже сложившимся процессам в этой области. Рассматривая разделы, связанные с предоставлением земельных участков для ведения гражданами садоводства, огородничества и дачного хозяйства, в первую очередь стоит отметить упрощение процедуры предоставления, более продуманные требования к организации объединений граждан, более верное распределение полномочий. Стоит так же отметить появившуюся необходимость создания множества административных регламентов на территории всей страны. Ведь с 1 марта 2015 года полномочия по распоряжению, а значит и по предоставлению земель, находящихся в неразграниченной муниципальной собственности перешло к тем муниципальным образованиям, чьи генеральными планами и градостроительными регламентами данные территории регулируются, т.е. функции одного органа исполнительной власти муниципального района теперь исполняют множество сельских поселений.

Литература

1. Федеральный закон от 15.04.1998 № 66-ФЗ «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан»
2. Федеральный закон РФ от 25.11.2001 № 136-ФЗ «Земельный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ (ред. от 31.12.2014) «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.03.2015)
4. Федеральный закон от 31.12.2014 № 499-ФЗ "О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации"

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ САДОВОДЧЕСКИХ ТОВАРИЩЕСТВ, ВЫЗВАННЫЕ РАЗВИТИЕМ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.В. Алиферова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На протяжении многих лет в Российской Федерации происходит сокращение площади сельскохозяйственных угодий, пашни и посевных площадей и изменение структуры использования земель, предназначенных для производства сельскохозяйственной продукции. Изучение состояния земель сельскохозяйственного назначения, в том числе, предназначенных для садоводства, является первой ступенью на пути к максимально рациональному использованию данного природного ресурса.

Цель данной работы заключается в рассмотрении и анализе проблем при использовании земель сельскохозяйственного назначения (предназначенных для садоводства), вызванных происходящими процессами урбанизации для формулировки основных принципов, ведущих к улучшению системы управления данными территориями и их более рациональному использованию.

Прилегающие к городу территории наиболее подвержены демографическим, социальным и территориальным изменениям, так как постоянно находятся между самим городом и более удаленными сельскохозяйственными районами. Именно здесь сталкиваются краткосрочные рыночные интересы, которые рассматривают землю как товар, и долгосрочные интересы, где земля является ресурсом.

Основными направлениями влияния урбанизации на использование земель для производства сельскохозяйственной продукции являются следующие:

1. Использование сельскохозяйственных земель для несельскохозяйственных целей (жилая, коммерческая и промышленная застройка).

Самым распространенным видом несельскохозяйственного использования сельскохозяйственных земель вблизи города является жилищное строительство. Городские жители перебираются в сельскую местность, что приводит к появлению новых поселений, в которых не занимаются сельским хозяйством. Развитие современных технологий позволяет работать удаленно, то есть больше времени проживать за городом. Поэтому рынок загородного жилья становится все более привлекательным для городских жителей.

2. Развитие инфраструктуры.

Увеличение жилой застройки вокруг городов требует развития инфраструктуры, а именно систем транспорта, коммуникаций, водо- и газоснабжения, строительства социальных объектов (детские сады, школы, поликлиники и т.д.). На территории садоводческих товариществ зачастую уже существуют основные коммуникации, рассчитанные на использование только в летний период. Инвестиции в инфраструктуру, включающие строительство новых дорог и модернизацию коммунального хозяйства, могут быть одним из наиболее важных факторов развития урбанизации, поскольку обеспечивают ее основу. Инвестиции в развитие инфраструктуры оказывают влияние на изменение структуры использования сельскохозяйственных земель в сельских районах, еще больше усложняя его. Расширение и модернизация сети автомобильных дорог ведут к негативным последствиям для сельской местности в связи с ростом транспортного потока и ухудшением экологии. С 2002 по 2011 гг. земли под дорогами в Российской Федерации увеличились на 58 тыс. га, наибольший прирост происходил в период с 2005 по 2008 гг. [2].

3. Рост стоимости земельных участков.

Для большинства участков в зоне городского влияния сельскохозяйственное производство создает сравнительно меньше чистой прибыли на гектар, чем при использовании для строительства жилья и коммерческой недвижимости. Следовательно, при урбанизации сельских районов рыночная цена участков для потенциальной коммерческой застройки превышает их рыночную стоимость как объектов сельскохозяйственного назначения.

4. Рост издержек для сельскохозяйственных производителей.

Рост численности населения за счет городских жителей и потребность в улучшении инфраструктуры приводят к появлению новых издержек для садоводов (уборка территорий и вывоз мусора, обслуживание и ремонт дорог, рост коммунальных расходов). К тому же появление новых городских жителей с более высокими доходами влечет за собой рост цен на привычные товары и услуги, росту стоимости жизни для сельскохозяйственных производителей и членов их семей в целом. При этом пропорционального роста дохода может и не произойти.

Строительство новых дорог и появление жилой застройки вблизи сельскохозяйственного производства может привести к ухудшению экологической ситуации и снижению плодородия почв, а это значит, что производителю сельскохозяйственной продукции придется тратить больше средств для их восстановления, то есть увеличивать расходы на удобрения и работы по улучшению земельных участков [4].

5. Изменения в территориальном планировании

Органы местного самоуправления, которые занимаются развитием территории, разрабатывают программы планирования и улучшения жизни в сельской местности, в то время, как городские власти преследуют цель эффективного развития городов. Интересы этих структур могут пересекаться, когда города выходят за свои границы и начинают влиять на территории, прилегающие к ним. Ярким примером изменений в территориальном планировании в России стал закон о расширении и присоединении к Москве новых территорий, ранее входивших в состав Московской области. С 1 июля 2012 года территория российской столицы увеличилась в 2.4 раза и растянулась до Калужской области, а население города выросло на 230 тысяч человек за счет жителей Подмосковья. Общая площадь новых территорий составила 147 тыс. га, часть из которых – это сельскохозяйственные земли, используемые для производства продукции сельского хозяйства [3, 1].

6. Прочие факторы.

К прочим факторам можно отнести ухудшение экологической ситуации из-за близости города, конфликты с «новыми соседями», вызванные наличием производства рядом с жилой застройкой. Они могут заставить садоводов отказаться от производства более выгодных продуктов. К тому же, у городского образа жизни есть и обратная, негативная сторона, которая выражается в росте преступности (воровство, вандализм и др.), что тоже осложняет деятельность садоводов.

При управлении территориями уже существующих садоводческих товариществ обычно возникают проблемы с нарушением установленного вида разрешенного использования, переориентацией пользователя с разведения многолетних плодово-ягодных растений на организацию дачи или, в крайнем случае, постоянного проживания на данном земельном участке.

На уровне муниципальных образований и субъектов основные проблемы рационального использования территорий садоводческих товариществ связаны с планируемым изменением категории и назначения всего массива. Главным фактором при этом является территориальная близость к границе населенного пункта.

Анализ проблем, рассмотренных в данной работе, позволил сформулировать следующие основные принципы, требующие соблюдения при рациональном использовании территорий, предназначенных для садоводства:

1. Территории садоводческих товариществ за пределами населенных пунктов являются землями сельскохозяйственного назначения, а значит, подлежат особому вниманию и охране, как и все сельскохозяйственные угодья в соответствии с Земельным кодексом [5].

2. Изменение вида разрешенного использования и категории земельных участков должно быть обосновано не только привлекательностью данной территории для развития жилищного строительства, но, как минимум, большим процентом заброшенности территории или низким уровнем плодородия.

3. Активно используемые территории садоводческих товариществ с высокоплодородными землями следует сохранять в качестве сельскохозяйственных угодий.

4. Любые изменения в назначении данных территорий должны проходить после обследований и экспертных заключений специалистов по сельскому хозяйству, градостроительству и публичных слушаний.

Литература

1. Губанова Е. С., Селякова С. А. Вопросы развития городской агломерации // Проблемы развития территории . 2009. № 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-razvitiya-gorodskoy-aglomeratsii> (дата обращения: 06.06.2015).
2. Кудашкин А. С., Колобова А. И. Оптимизация параметров развития садоводства в регионе // Вестник АГАУ. 2012. №8. С.138-143.
3. Нецадин А. и Прилепин А. «Городские агломерации как инструмент динамичного социально-экономического развития регионов России» URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/gorodskie-aglomeratsii> (дата обращения: 06.06.2015).
4. Парахин Н. В. Современное садоводство России и перспективы развития отрасли // Современное садоводство — Contemporary horticulture. – 2013. – №2.
5. Федеральный закон РФ от 25.11.2001 № 136-ФЗ «Земельный кодекс Российской Федерации».

АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРАВ НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ В ГОРЕЦКОМ ФИЛИАЛЕ РУП «МОГИЛЕВСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»

В.С. Бекерова

Научный руководитель старший преподаватель В.В. Савченко
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Республика Беларусь

Согласно статье 20 Кодекса Республики Беларусь о земле, право на земельный участок, ограничения (обременения) права на земельный участок возникают, переходят, прекращаются с момента государственной регистрации соответственно их возникновения, перехода, прекращения, за исключением случаев, предусмотренных законодательством [1].

Основное предназначение системы регистрации прав состоит в том, чтобы гарантировать собственность и сроки владения недвижимым имуществом; уменьшить споры о недвижимости; гарантировать возврат ипотечных кредитов; развивать и контролировать рынки недвижимости; поддерживать систему сбора налогов; защитить государственное имущество; улучшить качество территориального планирования городов; поддерживать оценку недвижимого имущества; предоставлять данные, необходимые для управления недвижимостью и т. д. [2].

Горецкий филиал является обособленным подразделением РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру». В соответствии с приказом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 17 января 2011 г. № 16 «Об утверждении реестра организаций по государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним, их филиалов и бюро» в настоящее время в состав филиала входит пять бюро: Дрибинское, Мстиславское, Чаусское, Круглянское и Шкловское [3].

По состоянию на 1 января 2015 г. удельный вес земельных участков, предоставленных в частную собственность на территории Горецкого района, составлял менее 0,1 % от площади земель района. В структуре земель, находящихся в государственной собственности, наибольший удельный вес занимали земельные участки, предоставленные в постоянное пользование, – 92 %. На земельные участки, предоставленные в пожизненное наследуемое владение, приходилось 5,6 %, во временное пользование – 2 % и арендовалось около 0,3 % земель Горецкого района, находящихся в государственной собственности. В таблице 1 приведена информация о государственной регистрации возникновения, перехода, прекращения права собственности на земельные участки в Горецком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».

Таблица 1

Динамика государственной регистрации возникновения, перехода, прекращения права собственности на земельные участки в Горецком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»

Год	Государственная регистрация		
	возникновения права	перехода права	прекращения права
2009	1293	29	18
2010	756	41	11
2011	843	54	11
2012	1004	42	26
2013	1446	42	51
2014	1162	44	47

Таблица 2

Динамика государственной регистрации возникновения, перехода, прекращения иных, кроме права собственности, прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки в Горецком филиале

Год	Государственная регистрация		
	возникновения права	перехода права	прекращения права
2005	434	241	11
2006	1070	243	107
2007	768	173	91
2008	1572	237	78
2009	1799	224	55
2010	1195	269	42
2011	1445	273	43
2012	1766	346	76
2013	2567	356	110
2014	2218	429	128

Согласно приведенным данным в Горецком филиале в большинстве случаев осуществлялась государственная регистрация возникновения права собственности на земельный участок. Так, в течение 2014 г. было совершено 1162 регистрации возникновения права собственности, 44 регистрации перехода и 47 регистраций прекращения права собственности на земельный участок. При этом следует отметить, что регистрировалось преимущественно возникновение права государственной собственности на землю. В таблице 2 приведена информация о регистрации в Горецком филиале возникновения, перехода и прекращения иных, кроме права собственности, прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки.

Как и в случае с правом собственности большинство регистраций в Горецком филиале осуществлялось в отношении возникновения иных, кроме права собственности, прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки. Так, в 2014 г. регистраторами было выполнено 2218 таких регистраций. В тоже время было зарегистрировано 429 переходов прав и 128 прекращений иных, кроме права собственности, прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки. Далее рассмотрим регистрацию перехода прав на земельные участки в разрезе видов прав и структурных подразделений Горецкого филиала РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» (табл. 3).

Таблица 3

Динамика государственной регистрации перехода прав на земельные участки в Горецком филиале

Наименование филиала, бюро	Год	Зарегистрировано в разрезе видов прав				
		пожизненное наследуемое владение	постоянное пользование	временное пользование	аренда	собственность
Горецкий филиал	2012	206	41		99	42
Дрибинское бюро	2012	51	38		179	5
Круглянское бюро	2012	61	43		21	16
Мстиславское бюро	2012	91	30	2	52	3
Чаусское бюро	2012	192	53		19	75
Шкловское бюро	2012	213	17		140	93
Горецкий филиал	2013	234	72		50	42
Дрибинское бюро	2013	75	8		12	5
Круглянское бюро	2013	92	64		33	19
Мстиславское бюро	2013	125	43		44	
Чаусское бюро	2013	202	46		30	71
Шкловское бюро	2013	291	46		43	84
Горецкий филиал	2014	532	598	2	104	44
Дрибинское бюро	2014	196	308	1	41	5
Круглянское бюро	2014	192	81		58	11
Мстиславское бюро	2014	386	197		146	2
Чаусское бюро	2014	409	208	25	80	83
Шкловское бюро	2014	753	162	5	148	123

Как видно из таблицы 3, в течение 2012-2014 гг. в Горецком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» и его бюро большинство регистраций перехода права осуществлялось в отношении права пожизненного наследуемого владения, а единичные случаи таких регистраций относятся к праву временного пользования земельным участком. На протяжении исследуемого промежутка времени наибольшее количество переходов права собственности на земельные участки регистрировалось в Шкловском бюро Горецкого филиала. При этом максимальные показатели имели место в 2014 г. – 123 регистрации перехода права собственности. Следует отметить, что количество зарегистрированных переходов прав в первую очередь зависит от социально-экономических условий в регионе и, как следствие, от состояния первичного и вторичного рынков недвижимого имущества.

Литература

1. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. Государственная регистрация недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним. В 3 т. Т. 1 / С.А. Шавров, А.С. Козлова, Ю.В. Гудкова. – Минск: Тонпик, 2005. – 260 с.
3. Об утверждении реестра организаций по государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним, их филиалов и бюро: Приказ Государственного комитета по имуществу Респ. Беларусь от 17 января 2011 г. № 16 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ В РОССИИ

А.А. Быкова

Научный руководитель доцент Н.С. Копылова

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия

На сегодняшний момент, в области природоохранной деятельности России все чаще встречается понятие «эконет», в аспекте экологической сети (ЭС).

Однако, на законодательном государственном уровне, в нормативно-правовых документах, такого понятия не закреплено и регулирования им не происходит. При этом на региональном уровне во многих субъектах Российской Федерации проходит активная работа по созданию и внедрению экологических сетей. Так, например, в Хабаровском крае в региональное законодательство в рамках программы Всемирного фонда дикой природы (WWF) по созданию эконета в 2013 году была включена специальная форма особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – водно-болотное угодье (ВБУ), а в Иркутской области только планируется создать локальные участки экологической сети, которые, постепенно соединяясь, составят общую Байкальскую экологическую сеть.

Приведение таких разночтений в законодательстве к общему основанию связано с разработкой единой концепции формирования общей экологической сети в Российской Федерации. Именно этим обстоятельством, объясняется актуальность рассмотрения данного вопроса.

Так что же такое экологическая сеть или эконет? Существует несколько определений этого понятия. Так, например, согласно данным из энциклопедического словаря по Снакину В.В. - «это охраняемые территории и связывающие их экологические коридоры» [3], WWF России определяет эконеты, как системы заповедных территорий и связывающих их экологических коридоров, буферных зон и других территорий с экологически обоснованным режимом использования. Также существует определение, предложенное в рамках формирования общеевропейской экологической сети - это единый комплекс природных и полуприродных элементов ландшафта, которые требуют сохранения или управления в целях обеспечения благоприятного природоохранного статуса экосистем, местообитаний, видов и ландшафтов европейского значения в пределах традиционной области их распространения. Каждое предлагаемое определение по своему раскрывает суть, но все они имеют три основных блока, которые являются составляющими для экологической сети: это система охраняемых территорий (ядер), которые связаны экологическими коридорами (ландшафтными, фрагментарными, линейными) и буферными зонами.

Стоит отметить, что впервые эконеты как инструмент сохранения биоразнообразия появились в Европе. «Идея Европейской экосети» или «ЕЕCONET» (European Ecological Network — Европейская экологическая сеть) впервые была предложена коллективом голландских исследователей в 1993 г. в Маастрихте, одобрена министрами охраны окружающей среды 55 стран в Софии в 1995 г. и вошла во Всеевропейскую стратегию сохранения биологического и ландшафтного разнообразия.

На протяженной территории России встречаются разнообразные природно-климатические зоны с уникальными ландшафтами и экосистемами разного ранга, многие из которых, отнесены к особо охраняемым, но никак не связаны между собой. Это не позволяет говорить о глобальном сохранении экосистем. Особо охраняемые природные территории не поддерживают высоко уровня экологического баланса. Однако организация ООПТ признается одним из эффективных путей для сохранения биоразнообразия. Существующая в России система ООПТ и ЭС отличаются. В общем приближении они схожи, но при детализации экосеть будет выглядеть сложнее и её состав, и конфигурация будут зависеть от местных условий и результатов обследования.

Накопленный опыт европейских стран по созданию эконетов необходимо учитывать при разработке экологической сети в России, согласно единой концепции национальных стратегий и планов действий для выполнения Конвенции о биоразнообразии [1], которую Российская Федерация должна также соблюдать.

Основной вектор развития по данному вопросу задают субъекты европейской части страны, где созданы рабочие группы из ведущих специалистов в этой области [2]. Создано общее информационное пространство в сети Интернет для экологических организаций северо-западного региона России, с целью своевременного информационного оснащения и взаимодействия. В 2001 г. в докладе «Формирование экологических сетей в странах бывшего СССР» упоминалось о том, что была предпринята попытка по созданию справочно-методического пособия по проектированию и созданию экологических сетей на территории РФ, но дальнейшего развития и завершения она не получила [4]. Однако, в то же время была сформирована рабочая группа по экологическим сетям Северной Евразии, которая в рамках программы разработала проекты ЭС Центра Русской равнины, Волго-Вятского региона и Нижнего Поволжья. Были опубликованы методические разработки, три сборника статей и пять выпусков информационных материалов по экологическим сетям.

Решение экологических задач всегда связано с решением широкого спектра вопросов – правовых, социальных и финансовых вопросов. Так, в 2013 г. наиболее серьезную финансовую поддержку проектам, непосредственно связанным с формированием экологических сетей в России, оказал Всемирный фонд дикой природы. Поэтому развитие государственных и подобных международных институтов, которые бы оказывали комплексную поддержку в формировании экологической сети России, имеет важное значение. Именно на основе грамотно выстроенной структуры ЭС охраняемые территории должны быть связаны между собой экологическими коридорами, которые позволяли бы животным мигрировать, расселяясь на большие расстояния и спасаться в случае угрозы. Это позволит решать задачу биологического и ландшафтного разнообразия в России в концепции развития ЭС.

Литература

1. Конвенция о биологическом разнообразии от 05.06.1992. // Собр. законодательства РФ – 06.05.1996 г. – №19. – Ст. 2254.
2. Рабочая группа по Экологической сети Северной Евразии (РГ ЭССЕ): Информ. Материалы по экологическим сетям. – М.: ЦОДП. 2000. Вып. 5. Вып. 4. – М., ЦОДП, 2000. – 31с.
3. Снакин, В. В. Экология и природопользование в России. – М.: Academia, 2008. – 814 с.
4. Формирование экологических сетей в странах бывшего СССР: современное состояние, основные проблемы и перспективы Документ подготовлен Представительством МСОП для стран СНГ. Committee of experts for the development of the Pan-European Ecological Network, Istanbul, 4-6 October 2001.

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЗЕМЕЛЬ И ХОДЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ**И.С. Ванюшин****Научные руководители профессор О.А. Пасько, доцент О.М. Гергет
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Необходимость импортозамещения и повышения конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции как на внутреннем, так и на внешних рынках требуют внедрения инновационных достижений с целью снижения ее себестоимости и повышения качества. Задача усложняется отсутствием актуальной достоверной информации по многим земельным участкам в связи с незавершенностью проведения реформы в сельскохозяйственном хозяйстве России [3, 4]. Руководителям и специалистам предприятий во время полевых работ необходимо:

- получать удаленный доступ об истории полей, их состоянии;
- ускорять принятие своевременных и грамотных управленческих решений;
- мобильно распоряжаться имеющимися ресурсами (в зависимости от ситуации);
- снижать расход энергоресурсов;
- повышать эффективность и рентабельность сельскохозяйственного производства.

Основанием для выполнения работ стала необходимость разработки эффективного и оперативного способа получения, учета и хранения информации об использовании трудовых и материально-вещественных ресурсов предприятий АПК. Их финансирование осуществлялось из средств бюджета Томской области в рамках выполнения госконтракта сотрудниками и преподавателями Института природных ресурсов и Института кибернетики ТПУ.

Целью выполнения работы стало усовершенствование системы получения, учета и хранения актуальной информации об использовании трудовых и материально-вещественных (в первую очередь, земельных) ресурсов предприятия АПК.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- разработать приложение, содержащее справочную информацию, необходимую при проведении полевых работ и реализовать приложение на устройстве, предложенном заказчиком;
- провести анализ возможностей обновления информации в режиме on-line без дополнительных работ по обустройству сети коммуникаций;
- разработать эффективную с точки зрения энергопотребления систему обработки и использования данных устройства;
- осуществить возможности использования файлов и данных, добавленных пользователем самостоятельно;
- реализовать поддержку приложением всех типов файлов, предусмотренных планшетом, а также – возможность альтернативных решений для выбора наиболее эффективной.

Правовой базой выполнения работ стали следующие документы [1, 2, 5-11], основанием для выполнения работ – необходимость учета земель сельскохозяйственного назначения и мониторинг их использования на территории Томской области в интересах социально-экономического и инновационного развития Томской области до 2020 года.

Программа разрабатывалась в IDE Microsoft Visual Studio, при поддержке плагина Xamarin для кроссплатформенной разработке приложения. Данная IDE была выбрана как наиболее адаптированная с точки зрения возможностей отладки приложения с использованием эмулятора или прямой отладки через устройство, подключенное через USB-разъем.

В сочетании с плагином Xamarin разработка приложения расширилась до кроссплатформенной, что позволило более эффективно распространять приложение на прочие платформы при условии необходимости дальнейшего расширения приложения. Использование подобного функционала также позволило сконцентрироваться на фактической разработке конкретного приложения. Дальнейшее переориентирование на прочие платформы требовало лишь замены описания дизайна программы в соответствии с выбранной платформой.

В качестве первичной платформы, под которую было разработано приложение, была выбрана операционная система Android как наиболее доступная и удобная для реализации приложения операционная система. Она позволила эффективно распределять данные по системе, поскольку Android является системой с открытой файловой системой, базирующейся на Unix.

Следует отметить, что разрабатываемую программу с самого начала рассматривали как максимально эффективную среди аналогов для реализации тех возможностей, которые востребованы в условиях сельскохозяйственных территорий Томской области (низкая обеспеченность надежной связью, потребность в высокой энергоэффективности устройства и пр.) и отличающуюся от стандартных и повседневных программ новым разработанным приложением.

Первоначально планшет рассматривали как комфортный и универсальный способ хранения данных для специалистов. Комплексное хранение всех типов файлов с адаптацией к расширению файла и использованию подобных файлов в операционной системе позволили эффективно распределить доступ к файлам по программе, будучи реализованными через доступ напрямую к файловой системе Android.

Особого внимания потребовала реализация системы карт. Для продуктивной работы в полевых условиях специалистам требовалась в том числе и топографическая информация, но (в чем и заключалась основная сложность) информация разного плана. В различных ситуациях использовали различные виды карт (топографические, почвенные и т.д.), что потребовало их объединения в единую реализацию решения с выкладкой в интерфейс, а также – в виде единого раздела приложения с совместным расположением всех необходимых карт.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016). Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/
2. Об одобрении Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации. Распоряжение правительства Российской Федерации от 21 августа 2006 года N 115
3. Пасько О.А. Динамика изменения уровня сельскохозяйственного производства в ходе Столыпинской реформы // *Аграрный вестник Урала, Коняевские чтения IV международная НПК (12-14 декабря 2013 года)* – С. 137–141.
4. Пасько О.А. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Томской области // *Аграрная наука.* - 2013. – № 6. – С. 9–12
5. Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2005 N 1789-р (ред. от 10.03.2009) "О Концепции административной реформы в Российской Федерации в 2006 – 2010 годах". Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_56259/
6. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. N Пр-212. Электронный ресурс. Условия доступа: <http://www.rg.ru/2008/02/16/informacia-strategia-dok.html>
7. Федеральный закон от 06.10.1999 N 184-ФЗ (ред. от 30.12.2015) "Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_14058/
8. Федеральный закон от 06.10.2003 N 131-ФЗ (ред. от 15.02.2016) "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/
9. Федеральный закон от 09.02.2009 N 8-ФЗ (ред. от 28.11.2015) "Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_84602/
10. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 30.12.2015) "О государственном кадастре недвижимости" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/
11. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2016) Электронный ресурс. Условия доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ Электронный ресурс. Условия доступа: <http://www.rg.ru/2010/11/16/infobschestvo-site-dok.html>

ИЗЪЯТИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Д.В. Волкова, Т.В. Панарина

Научный руководитель старший преподаватель Р.Э. Серякова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в Томской области идет активная реализация инфраструктурных проектов. Наиболее остро стоят вопросы в таких сферах, как жилищно-коммунальное хозяйство, дорожное строительство, образование и здравоохранение. Однако на данный момент в рамках комплексного развития территории особое внимание уделяется именно транспортной сфере. Зачастую для строительства новой или для расширения уже существующей автомобильной дороги требуется изъятие земельных участков для муниципальных нужд.

Цель исследования заключается в предложении концепции изъятия земельных участков для муниципальных нужд, а именно для строительства (расширения) автомобильной дороги в городе Томске при помощи применения механизмов государственного частного партнерства.

Объектом исследования является улица Льва Толстого в городе Томске с прилегающими к ней земельными участками от реки Ушайки до улицы Вицмана.

Улица Льва Толстого находится в Советском районе города Томска и занимает выгодное положение, находясь в территориальном центре города. Однако до настоящего момента территория комплексно не освоена. Проживание населения затруднено как отсутствием развитой инфраструктуры, так и наличием сложившегося рельефа. Жители постоянно испытывают трудности с транспортом, чтобы добраться в какую-либо часть города нужно либо иметь собственную машину, либо пройти не одну сотню метров до ближайшей остановки. Земельные участки вдоль улицы Льва Толстого находятся в частном секторе, где дорожное движение не организовано и находится множество несанкционированных свалок. Проезды между домами, хоть и являются единственными подъездами к ним, нигде не учтены и соответственно не существуют по документам. Также проблемы создают естественные преграды рельефа, с северо-востока район отрезан рекой Ушайкой, а с юга на север рельеф значительно понижается.

В настоящий момент разрабатывается проект по комплексному развитию территории, ограниченной улицей Льва Толстого, проектируемой дорогой проспектом Новаторов, проектируемой дорогой продолжением улицы Елизаровых и улицей Сибирской, в рамках которого будет значительно улучшена транспортная инфраструктура района[3]. Автомобильная дорога местного значения по улице Льва Толстого претерпит несущественные изменения (улица будет продлена и расширена), однако это серьезно затронет жителей прилегающих к ней земельных участков. Не каждый захочет, чтобы в его дворе под окнами дома буквально пролегла автомобильная дорога, однако строительство (расширение) ее в данном районе крайне необходимо. Для решения возникающей проблемы следует прибегнуть к изъятию земельных участков по правой стороне дороги, так как именно эти участки попадают под разрабатываемый проект по комплексному развитию территории.

На сегодняшний день уже существует ряд землеустроительных проблем, затормаживающих процесс изъятия. Во-первых, территориальная зона улиц местного значения Т-4 и жилая зона Ж-1 расположены в пределах одного земельного участка, что противоречит пункту 4 статьи 30 Градостроительного Кодекса и пункту 2 статьи 85 Земельного кодекса РФ, в соответствии с которыми каждый земельный участок должен принадлежать только к одной территориальной зоне. Во-вторых, часть земельных участков не стоит на государственном кадастровом учете, так как вид их разрешенного использования (индивидуальный жилой дом) не соответствует ни зоне Т-4 ни зоне Ж-1, а значит, в процессе изъятия жильцы не получают за них возмещение, решить данный вопрос можно лишь в судебном порядке. В-третьих, на некоторые земельные участки, по которым проходят высоковольтные линии электропередач, водопроводы, наложены ограничения (обременения) (статья 23 Земельного кодекса и статья 274 Гражданского кодекса). Также в частном секторе проводится реконструкция жилых домов без получения соответствующего разрешения (регулируется главой 6 Градостроительного кодекса). Устранение имеющихся проблем потребует дополнительных материальных и моральных ресурсов.

Решением послужит предложенная нами концепция, основанная на механизмах государственно-частного партнерства. В основу легли научные изыскания специалиста Джеффри Делмона, который в своих трудах писал: «Проекты с использованием механизма государственного частного партнерства, в большинстве случаев, связаны с развитием транспортной инфраструктуры – такой как автомобильные дороги. Транспортные проекты традиционно развивались за счет сочетания частного и государственного финансирования. Государства все больше и больше обращаются к частному сектору за вкладом в разработку новых и приватизацию уже существующих транспортных систем» [1]. К тому же проекты на основе государственно-частного партнерства активно реализуются по всему миру. Например, расширение аэропорта Хитроу в Лондоне, строительство платной автодороги в Юго-Восточной Азии, строительство скоростной автодороги Москва-Санкт-Петербург, «Северный обход города Одинцова», строительство Московской областной ЦКАД и другие.

При применении механизмов государственно-частного партнерства следует учитывать, что каждый сектор экономики имеет свои особенности, именно поэтому и у государства, и у частного партнера будут свои адаптированные под сложившуюся ситуацию задачи.

В мировой практике наилучшим вариантом является модель DBFO – Design, Build, Finance and Operate «Проектирование, строительство, финансирование и эксплуатация», реализуемая на основе концессионного соглашения, при котором частный инвестор проектирует, финансирует, строит и эксплуатирует генерирующую доходы инфраструктуру в обмен на право сбора доходов в течение срока действия соглашения, а инфраструктурные активы остаются в собственности государства [2]. Однако в полной мере реализовать ее в условиях сложившихся рыночных отношений в России в целом и Томской области в частности не представляется возможным, но можно воспользоваться общей идеей.

Изъятие земельных участков должно войти в комплексный проект по строительству (расширению) автомобильной дороги по улице Льва Толстого, который можно осуществить по следующей схеме. Первым этапом производится комплекс мероприятий для привлечения специальной частной компании. Затем между государством и частным сектором заключается концессионное соглашение и договор на проектирование, строительство, эксплуатацию автодороги. В данном случае проект будет финансироваться как за счет госбюджета, компенсационных платежей и различных субсидий, так и за счет негосударственных источников – частных инвестиций. Одним из ключевых вопросов, которые обязательно должны быть отражены в проекте – это распределение основных рисков. Они будут сосредоточены вокруг правовых и регулятивных аспектов для внедрения государственно-частного партнерства, также вокруг сроков осуществления проекта, в особенности риска незавершенности в срок, и обязательств государства и проектной компании. Особое внимание следует уделить управлению проектом для того, чтобы избежать ущерба месту реализации и объектам недвижимости, расположенным в непосредственной близости, помимо этого нужно учесть природоохранные и социальные

факторы. Правильное распределения рисков между участниками проекта приведет к эффективной реализации строительства (расширения) автомобильной дороги [1].

Государство должно решить вопросы по землеотводу на выделенные государственные средства. В первую очередь будет проведено изъятие земельных участков для расширения дороги, возмещения за которые будут формироваться за счет федерального и местного бюджетов. Основная часть проблем сосредоточена на частном секторе вдоль улицы Льва Толстого. Как уже говорилось ранее, на данной территории имеется несколько земельных участков, собственники которых останутся без возмещения, для его получения они обратятся в суд. Для скорейшего решения этого вопроса, государство может издать постановление об официальном разрешении на рассмотрение дел вне очереди. Также, воспользовавшись своими полномочиями, государство и местные органы, имеют возможность ускорить процесс юридического оформления приобретения участков, попавших под изъятие. Далее государство организует и оплачивает изыскательные работы для строительства (расширения) автомобильной дороги. После чего земля и полученная информация о результатах изыскания передается проектной компании, которая осуществит проектирование, строительство, реконструкцию и расширение уже существующей части автодороги, введет ее в эксплуатацию, уточнив и согласовав все возникающие по ходу вопросы с соответствующими органами.

За востребованность новой автомобильной дороги ответственность понесет город. Спрос на нее будет очень высок, в силу ее месторасположения и пассажиропотока. Основные финансовые риски лягут на частный сектор. Однако, для того чтобы частная компания не работала себе в убыток, ей будет предоставлено право сбора доходов на определенный срок или на срок действия контракта, а также возможность сдавать в субаренду придорожные полосы, например, для автозаправок, рекламных билбордов, мини-магазинов на оборудованных остановках и так далее. Помимо этого, часть денег для покрытия расходов будет получена от государства в виде фиксированных субсидий на строительство и компенсационных платежей.

Концепция изъятия земельных участков под строительство (реконструкцию) автомобильной дороги была разработана нами на основе изученной правовой базы, зарубежного и отечественного опытов. Наиболее подходящим вариантом для реализации проекта послужит схема «Проектирование, строительство, финансирование и эксплуатация», где у государства, и у города будут свои обязанности. Первые осуществят изъятие участков и изыскательные работы перед началом строительства с учетом всех нормативно-правовых документов, а вторые запроектируют, построят и введут в эксплуатацию уже новую автодорогу. Финансирование будет проводиться, как и из федерального (местного) бюджета, так и за счет денежных средств частного партнера. В данном случае риски будут сведены к минимуму, а выгода к максимуму, в результате чего улучшится транспортная инфраструктура района.

Литература

1. Делмон Д. Государственно-частное партнерство в инфраструктуре: Практическое руководство для органов государственной власти. – М.: Апелсин, 2010. – 250 с.
2. Максимов В.В. Государственно-частное партнерство в транспортной инфраструктуре: критерии оценки концессионных конкурсов. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 178 с.
3. 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".
URL: <http://base.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW091;n=94473;from=29292-0;rnd=189271.6158107270020992;;ts=01892718795987006742507>

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИЙ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ В Г. ТОМСКЕ Е.А. Гапонов, Н.С. Ушакова

Научные руководители доцент О.С. Токарева, профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема, связанная с воздействием снежных отвалов на состояние земельных участков, выделенных под складирование снега, является актуальной для г. Томска, поскольку период выпадения осадков в виде снега является длительным, а максимальная высота снежного покрова достигает 125 см. Как показано в [1], практически все снежные отвалы г. Томска расположены в зонах, не предназначенных для этих целей. Как правило, рекультивацию и очистку территорий снежных отвалов в весенне-летний период не производят, что ведет к деградации растительного покрова. Из-за позднего таяния снега и его загрязнения, почва покрывается ледяной коркой, и растения могут не прорасти в начале вегетационного периода.

Целью данной работы является изучение изменения температурного режима на территории снежных отвалов с использованием данных ДЗЗ из космоса.

Для проведения исследований выбраны снежный отвал на территории г. Томска, расположенный по адресу ул. Мостовая 40а, и фоновый участок вблизи него. Деградация растительного покрова на территории снегоотвала отчетливо прослеживается на космических снимках высокого пространственного разрешения. Анализ космических снимков, полученных с картографического сервиса Google Earth, позволил сделать вывод о том, что снежный отвал по данному адресу был образован в 2007 г. На рис. 1 приведены фрагменты космоснимков с изображением снегоотвала на ул. Мостовой 40а в весенне-летний период. На них отчетливо видно, что на той части территории снегоотвала, которая не использовалась для складирования снега в 2012 г.,

растительный покров развит значительно лучше. Затем, начиная с 2013 г., площадь деградации растительного покрова снова увеличивается.



Рис. 1 Изображение территории снежного отвала в летний период на снимках высокого пространственного разрешения

Для оценки изменения температуры поверхности на территории снежного отвала использованы данные теплового канала камеры TIRS, полученные в дальнем инфракрасном диапазоне с длинами волн 10,3-11,3 мкм. Для приведения данных уровня обработки L1, поставляемых в калиброванных цифровых значениях (DN), к значениям в градусах по Цельсию, вначале была рассчитана интенсивность спектральной радиации, приходящей на датчик, по формуле:

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

где L_{λ} – интенсивность спектральной радиации (Watts/(m²*sr*μm)), M_L – коэффициент RADIANCE_MULT_BAND_10 из файла метаданных снимка, A_L – дополнительный коэффициент RADIANCE_ADD_BAND_10 из файла метаданных снимка, Q_{cal} – значения пикселя снимка в DN.

Затем полученные данные были конвертированы в значения температуры в градусы Цельсия по формуле:

$$T = K2 / (\ln(K1 / L_{\lambda} + 1)) \quad (2)$$

где T – температура в градусах Цельсия, L_{λ} – интенсивность спектральной радиации, $K1$ – константа K1_CONSTANT_BAND_10 из файла метаданных снимка; $K2$ – константа K2_CONSTANT_BAND_10 из файла метаданных снимка.

Расчеты и построение температурных профилей проводили с использованием программного обеспечения ERDAS Imagine, специализированного для обработки данных ДЗЗ. На рис. 2 приведены температурные профили, построенные в направлении с севера на юг с выступом за границы снегоотвала и фонового участка около 10 м с датами съемки 17.05.2015 г., 18.06.2015 г. и 27.06.2015 г.

Как видно на рис. 2, на территории снежного отвала происходит задержка прогревания поверхности и переохлаждение почвы в начале вегетационного периода в сравнении с фоновым участком (температурные профили от 17.05.2015). Разница температур на снежном отвале и на фоновом участке достигает пяти градусов. В дальнейшем поверхность снежного отвала прогревается интенсивнее поверхности фонового участка (температурные профили от 18.06.2015 и 26.06.2015). Таким образом, формируется неблагоприятные температурные условия для развития растений. Интенсивное прогревание почвы может быть связано не только с неразвитостью растительного покрова, но и наличием химических загрязнителей в почве, которые попадают в нее со складированным снегом. В дальнейшем представляет интерес проведение анализа данных по химическому составу почвы на территории снежных отвалов.

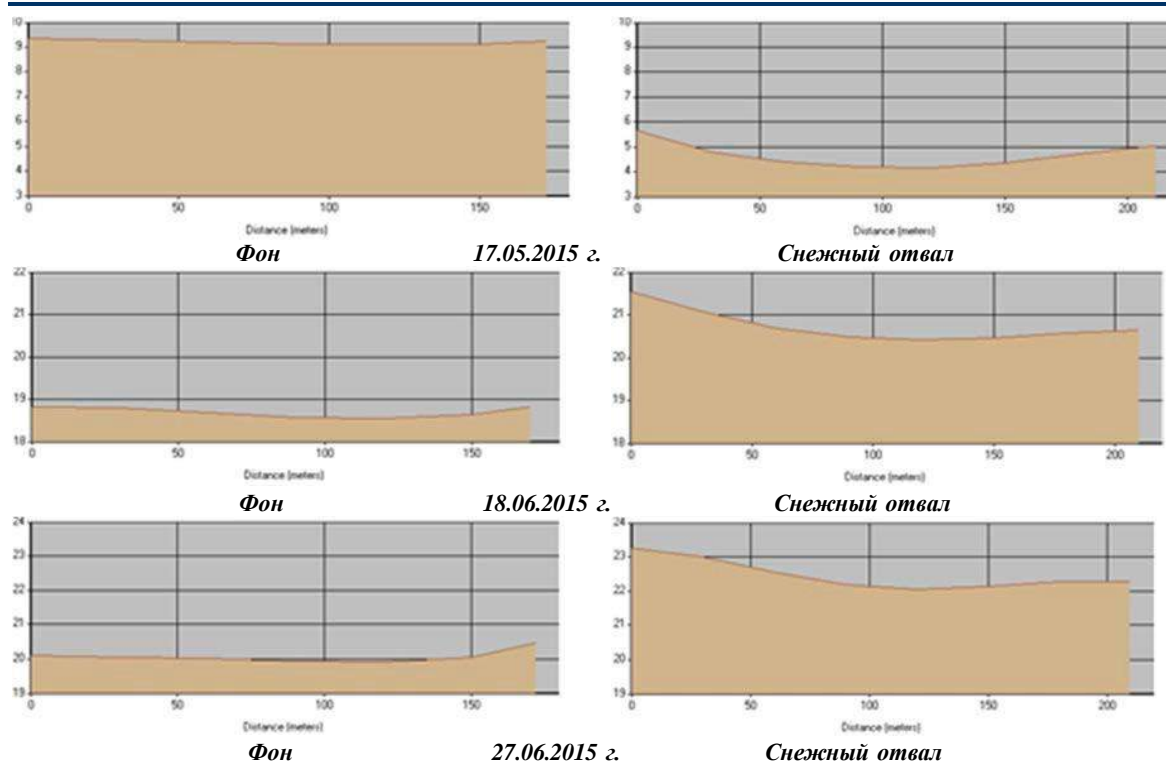


Рис. 2 Температурные профили фоновых участков и снежных отвалов в летний период 2015 г., построенные по снимкам со спутника Landsat 8

Литература

1. Макарецова Е.С. Проблемы землеустройства снежных отвалов на урбанизированных территориях (на примере г. Томска) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 529–530 с.
2. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. – Sioux Falls, South Dakota: EROS, 2015. – 98 p.

НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОХРАННЫХ ЗОН ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Н.В. Гатина

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Инженерная инфраструктура является жизненно важным элементом современного города. Ее состояние определяет уровень развития всей сложной системы городского хозяйства. Совокупность систем водоснабжения, канализации, электроснабжения, газоснабжения и теплоснабжения определяют состав инженерной инфраструктуры. Линейные объекты требуют особой защиты и охраны, что невозможно без установления особого режима использования земель вокруг данных объектов.

Обязательной частью любого такого объекта, который влияет на окружающую среду и здоровье человека, является санитарно-защитная зона [1]. Согласно статье 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации, санитарно-защитные зоны относятся к зонам с особыми условиями использования территорий. В случае, если земельные участки включены в состав зон, они не изымаются. В их границах запрещается проводить виды деятельности, которые не соответствуют целям установленных зон, то есть, вводится особый вид использования.

На территории г. Томска находятся следующие зоны с особыми условиями использования территорий:

- Санитарно-защитные зоны предприятий, сооружений и иных объектов.
- Санитарные разрывы от транспортных коммуникаций.
- Санитарные разрывы от инженерных коммуникаций.
- Охранные зоны объектов инженерной инфраструктуры.
- Придорожные полосы.
- Приаэродромная территория.
- Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы и береговые полосы.

Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

Зоны охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры).

Зоны особо охраняемых природных территорий [5].

Правовой режим таких зон зависит от особенностей объекта охраны: автомобильные и железные дороги, трубопроводы, линии электропередачи. Охранные зоны объектов электроэнергетики в соответствии с ч.2 ст.89 Земельного кодекса РФ для обеспечения их безопасного и безаварийного функционирования, устанавливаются на земельные участки независимо от категорий земель, в состав которых входят эти земельные участки. Порядок установления охранных зон для объектов электросетевого хозяйства и использования соответствующих земельных участков определяется Правительством РФ [3, 4].

Охранные зоны устанавливаются вдоль воздушных линий электропередачи - в виде части поверхности участка земли и воздушного пространства (на высоту, соответствующую высоте опор воздушных линий электропередачи), ограниченной параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии электропередачи от крайних проводов при не отклоненном их положении, на расстоянии, приведенном в табл. 1.

Таблица

Размеры охранных зон

№	Проектный номинальный класс напряжения, кВ	Расстояние, м
1	1-20	10 (5 - для линий с самонесущими или изолированными проводами, размещенных в границах населенных пунктов)
2	35	15
3	110	20
4	220	25
5	500	30

Электроснабжение города Томска в настоящее время осуществляется от структурных подразделений Томского филиала ОАО «ТГК-11»: ГРЭС-2 с установленной мощностью 331 МВт и ТЭЦ-3 с установленной мощностью 140 МВт. Распределение электроэнергии по потребителям города осуществляется на напряжении 110 кВ и 35 кВ. Электроснабжение коммунально-бытовых потребителей города и расположенных в нём предприятий осуществляется на напряжении 6–10 кВ от девяти ПС 110 кВ («ДОК», «Восточная», «Западная», «Каштак», «Коммунальная», «Октябрьская», «Северо-Восточная», «Солнечная», «Левобережная») и 9 ПС 35 кВ. По территории города проходят ВЛ 220 кВ, 110 кВ, 35 кВ. В границах города планировочными ограничениями охранные зоны воздушных линий электропередачи напряжением 220 кВ, 110 кВ, 35 кВ и 10 кВ, проходящих по рассматриваемой территории.

Зоны с особыми условиями использования территорий г. Томска отображаются в документах градостроительной деятельности (правила землепользования и застройки, схемы территориального планирования, проекты планировки), а также сведения о таких зонах (вид разрешенного использования, границы объекта недвижимости, его кадастровый номер и дата внесения в государственный кадастр недвижимости, площадь, категория земель) вносятся в государственный кадастр недвижимости.

Охранные зоны, отведенные под объекты электросетевого хозяйства, требуют неукоснительного соблюдения их размеров и целевого использования. В настоящее время в городе Томске все активнее разворачивается строительство. Расширяется многоэтажная застройка, возводятся торговые центры, оборудуются автостоянки и т.д. Все это говорит о росте города, но не учитывается один очень важный фактор - безопасность.

Анализируя текущее состояние охранных зон под линиями электропередач в городе Томске, можно констатировать многочисленные факты пренебрежения вышеуказанными нормами, что приводит к угрозе жизни и здоровью людей и возникновению аварийных ситуаций. Например, вдоль ул. Беринга, в районе дома № 24. расположена высоковольтная линия мощностью 110 кВ. В соответствии с нормами охранный зона высоковольтной линии – 110кВ составляет 20 м. Согласно Градостроительному Атласу г. Томска и Публичной кадастровой карты, в охранный зоне частично располагается многоквартирный жилой дом № 24 (рис. 1 а)



а) Охранная зона «Двухцепная» высоковольтная линия – 110кВ, ул. Беринга



б) Охранная зона высоковольтной линии – 35кВ, ул. Мичурина

Рис.1 Пример несоблюдения размера охранный зоны

Такого же рода нарушения можно найти и на территории новых микрорайонов г. Томска, например, микрорайон «Высотный». Половина жилого дома по адресу ул. Мичурина, д. 6Б находится в охранной зоне высоковольтной линии мощностью 35 кВ, которая должна составлять 15 м (рис. 1 б).

Нарушение охранной зоны электрических сетей в последние годы стало серьезной проблемой, о чем свидетельствует статистика и других регионов страны. Например, в Белгородской области зафиксировано 1480 нарушений в охранных зонах линии электропередачи за 2015 год. Одной из главных причин нарушений охранных зон ЛЭП является несоответствие размеров охранных зон и строительство в таких зонах различных объектов [2]; в более 40 % случаев – это самозахват территории, расположенной в охранных зонах линии электропередачи, под дворы, гаражи, загоны для скота или огороды; еще 40 % нарушений связаны с незаконным возведением различных объектов – домов, сараев, автозаправочных станций.

Далеко не всегда застройщики учитывают требования законодательства, запрещающие любые виды работ в охранных зонах, что приводит к несоблюдению условий эксплуатации объектов электросетевого хозяйства. Не обеспечивается безопасность населения. Существует возможность сноса объектов капитального строительства, в том числе жилых, садовых и дачных строений, расположенных в охранных, санитарно-защитных зонах [6].

С целью предупреждения опасных ситуаций необходимо вести плановую работу по выявлению самовольных построек в охранных зонах линий электропередачи и разработать комплекс мероприятий, который позволит создать алгоритм взаимодействия земельного контроля с органами прокуратуры Российской Федерации, осуществляющими надзор в сфере электроэнергетики.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 года №190-ФЗ // Собрание законодательства РФ – 2005. - № 1 (часть I). (ред. от 30.12.2015) (с изм. И доп. Вступ. В силу с 10.01.2016), п. 4 ст. 1.
2. Кодекс РФ об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 №195-ФЗ, п. 2 ст. 7.2.
3. Постановление Правительства РФ от 18.11.2013 №1033 «О порядке установления охранных зон объектов по производству электрической энергии и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».
4. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 №160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных на границах таких зон».
5. Проект изменений в генеральный план муниципального образования «Город Томск».
6. Федеральный закон от 18.06.2001 №78-ФЗ (ред. от 23.07.2008) «О землеустройстве».

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

А.Б. Гимранова

Научный руководитель профессор Ю.П. Переведенцев
Казанский приволжский федеральный университет, г. Казань, Россия

Проблема изучения глобальных и региональных изменений климата остается одной из приоритетных для современной метеорологии, что обусловлено необходимостью исследовать причины этих изменений и оценить их риски для природной среды и социально-экономической сферы [1,5-7].

Целью настоящей работы стало выявление особенностей изменений климатических показателей пространственно-временных изменений температурно-влажностного режима на территории Республики Татарстан за периоды 1966-2013 гг. и 2000-2013 гг.

В свете глобального потепления климата эти данные необходимо учитывать при проведении землеустроительных работ. Организация рационального использования и охраны земель особенно актуальна для земледельческих регионов [2], к которым относится и Республика Татарстан.

Анализ средних многолетних месячных температур исследуемой территории за период 1966-2013 гг. показывает, что средняя январская температура воздуха понижается с запада на восток от -10,8 до -13,2 °С, а июльская – от 20,1 до 19,0 °С, за период 2000-2013 гг. температура января меняется от -7,8 до -11,5 °С, а июля – от 21,3 до 19,9 °С. Средние годовые температуры воздуха положительны на всей территории и колеблются от 3,3 до 4,3 °С за период 1966-2013 гг., а за 2000-2013 гг. - от 4,2 до 5,3 °С.

Согласно [1], в последнее 10-летие наблюдается определенное замедление (пауза) глобального потепления: глобальная температура колеблется на уровне достигнутых высоких значений.

Направленность изменений средних месячных температур воздуха изучалась с использованием тренд-анализа. За период 1966-2013 гг. наблюдается потепление во всех месяцах, наиболее быстрое потепление наблюдалось в январе ($a=1,732^{\circ}\text{C}/10$ лет), а самая малая скорость потепления – в марте ($a=0,158^{\circ}\text{C}/10$ лет). В работах [1,5-7] так же делаются выводы о глобальном потеплении климата. Из рассмотрения табл. 1 следует, что на территории РТ за период 2000-2013 гг. в январе потепление наблюдается только на ст. Дрожжаное, для остальных станций скорости отрицательные. Так же отрицательные тенденции изменения температуры воздуха наблюдаются в феврале, марте, на некоторых станциях в апреле и июле. Июль отличается тем, что КНЛТ по сравнению с другими месяцами по абсолютному значению малы.

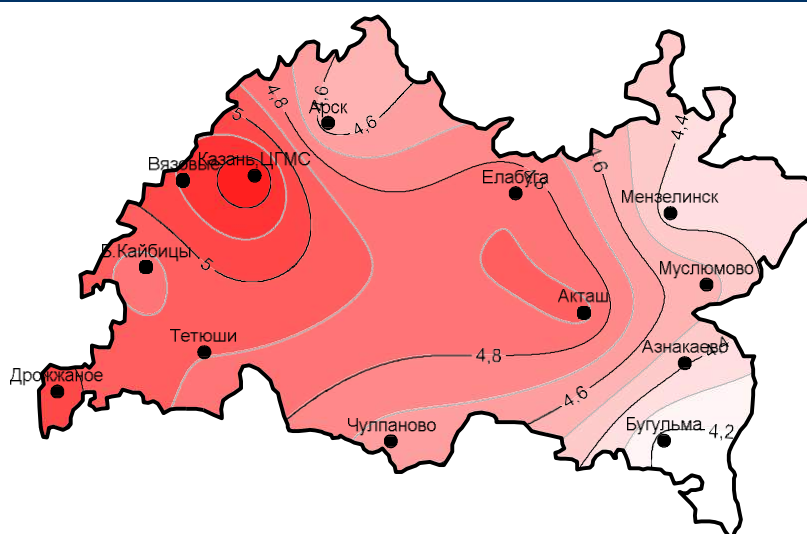


Рис.1. Средняя годовая температура воздуха за 2000-2013 гг.

Таблица 1

Коэффициенты наклона линейного тренда температуры воздуха за 2000-2013 гг.

	Январь	Феврал	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентяб	Октябр	Ноябрь	Декабр	ср.год.
Азнакаево	-0,550	-0,487	-0,346	-0,026	0,289	0,301	0,086	0,231	0,081	0,109	0,259	0,110	0,007
Акташ	-0,517	-0,486	-0,287	-0,057	0,257	0,237	-0,012	0,173	0,029	0,109	0,769	0,139	0,030
Арск	-0,434	-0,429	-0,240	-0,055	0,309	0,260	0,016	0,245	0,047	0,110	0,247	0,203	0,023
Большие Кайбицы	-0,487	-0,479	-0,233	-0,021	0,321	0,236	-0,006	0,224	0,044	0,131	0,226	0,238	0,016
Бугульма	-0,436	-0,372	-0,212	0,060	0,342	0,279	0,054	0,236	0,060	0,129	0,238	0,087	0,039
Вязовые	-0,463	-0,462	-0,238	-0,072	0,293	0,256	-0,009	0,203	0,028	0,114	0,221	0,225	0,008
Дрожжаное	0,276	-0,470	-0,237	-0,030	0,351	0,275	0,034	0,227	0,030	0,119	0,209	0,234	0,085
Елабуга	-0,472	-0,458	-0,249	0,010	0,297	0,296	0,066	0,239	0,062	0,131	0,277	0,191	0,033
Казань, ЦГМС	-0,447	-0,436	-0,232	-0,053	0,322	0,276	0,037	0,246	0,052	0,120	0,241	0,197	0,027
Мензелинск, АМСГ	-0,495	-0,431	-0,219	0,066	0,292	0,252	0,007	0,180	0,030	0,097	0,262	0,130	0,015
Муслюмово	-0,624	-0,587	-0,332	0,007	0,234	0,228	-0,010	0,175	0,042	0,090	0,256	0,070	-0,038
Тетюши	-0,467	-0,471	-0,233	0,004	0,358	0,293	0,050	0,261	0,062	0,131	0,225	0,222	0,036
Чулпаново	-0,537	-0,555	-0,244	-0,002	0,316	0,251	0,051	0,209	0,065	0,090	0,230	0,186	0,005

Основным климатическим фактором, определяющим развитие водной эрозии, являются осадки в виде дождя и снега [2].

Атмосферные осадки испытывают значительные пространственные и временные изменения. Изменчивость средних и аномальных величин связана с особенностями атмосферной циркуляции, физико-географическими особенностями и временем года. Эти факторы, действуя в тесной взаимосвязи, определяют особенности распределения осадков в пространстве и во времени, как в течение года, так и от года к году [3].

Определялись средние многолетние значения количества осадков за исследуемые периоды по месяцам и в целом за год. Отмечается хорошо выраженный годовой ход атмосферных осадков, с минимумами в марте в пределах от 18 до 32 мм и максимумами в июне от 54 до 70 мм для 1966-2013 гг. Для периода 2000-2013 гг. минимум наблюдается в феврале – 18 мм, а максимум в июне – 78 мм. В среднем по РТ многолетняя годовая сумма осадков составляет 493 мм, а в современный период - 509 мм. Максимум осадков наблюдается на западе, а минимум на востоке.

Проведения мер, направленных на защиту почв от эрозии и разработку мероприятий по улучшению использования имеющихся угодий в землепользовании требуют происходящие изменения температуры воздуха, вследствие и почвы, и особенно увеличение количества осадков.

Об изменчивости климата, в том числе и осадков, можно судить по частоте повторяемости аномальных периодов увлажнения – избыточно влажных и сухих. Год или период относился к избыточно влажному, если сумма осадков превышала 120% средней многолетней нормы ($\sum O \geq 120\%$), и к сухому, если сумма осадков составляла 80% и меньше средней многолетней нормы ($\sum O \leq 80\%$) [3]. Аномалии осадков рассчитывались по отношению к норме, вычисленной за весь исследуемый период – 1966-2013 гг.

Число повторяемости аномальных периодов увлажнения

пункты	год			теплый период		
	≤80%	81-119%	≥120%	≤80%	81-119%	≥120%
Азнакаево	8	30	10	18	24	6
Акташ	9	29	10	12	26	10
Арск	5	37	6	9	31	8
Большие Кайбицы	8	33	7	13	28	7
Бугульма	9	32	7	10	30	8
Вязовые	6	35	7	10	29	9
Дрожжаное	7	35	6	10	28	10
Казань, ЦГМС	7	34	7	10	30	8
Мензелинск, АМСГ	8	32	8	9	28	11
Муслюмово	9	34	5	10	29	9
Тетюши	7	35	6	11	28	9
Чулпаново	9	33	6	9	27	12

Как и следовало ожидать, теплый период больше чем год в целом относился к сухому. То же самое и с избыточным увлажнением.

Частые и обширные засухи – основная причина рекордной в мировом масштабе межгодовой изменчивости урожаев зерновых культур в России [1].

Для оценки влияния климата на сельское хозяйство и землепользование рассчитывался индекс Педя, который широко используется в метеорологии. Атмосферная засуха формируется при значениях $S_i \geq 2$, если $S_i \leq -2$, то отмечаются условия с избыточным увлажнением. На ст. Муслюмово наблюдалось наибольшее число лет с засухой в июне – 10 лет, а наименьшее в мае – 3 года. 9 лет за период 1966-2013 гг. май был с избыточным увлажнением, так же и на станции Муслюмово, и лишь 1 год с переувлажнением наблюдался в июне месяце в Мензелинске.

Была рассчитана корреляционная связь между аномалиями осадков и индексом Педя. Корреляция оказалась отрицательной, со значениями в пределах $-0,85$, что и следовало ожидать.

Таким образом, анализ изменения климатических ресурсов определяет характер развития естественной и культурной растительности, а также определяет необходимость пересмотра землеустроительных проектов с учетом этих изменений. Зная влияние климатических характеристик на ведение сельского хозяйства, можно применять комбинаторные организационно-территориальные мероприятия.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант №15-05-06349).

Литература

1. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М.: Росгидромет, 1009 с.
2. Григорьев Г.Н., Волошенко И.В. Роль изменения климата в землеустройстве./ НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ. Серия Естественные науки, 2010. № 9 (80). Выпуск 11. – С.143-147
3. Литвинова О.С., Гуляева Н.В. Анализ временных рядов осадков Обь-Иртышского междуречья в XX - начале XXI вв./ Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – Ханты-Мансийск: Югорский государственный университет, 2010. №1. – С. 38-45
4. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Шанталинский К.М. и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. – Казань: Центр инновационных технологий, 2011. – 296 с.
5. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 294 с.
6. Klimawandel in Sachsen// Geschäftsbereich des Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft. Dresden, 2005. – 109 p.
7. Met Office, 2015. Our changing climate – the current science. http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/4/b/Our_changing_climate_-_the_current_science.pdf

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ SPACE-АНАЛИЗА КАК ИНСТРУМЕНТА СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ КАРГАСОКСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Е. Жуков

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время на территории Каргасокского района Томской области сложилась хозяйственная структура, в которой преобладающая роль отведена добыче полезных ископаемых с преобладающей долей углеводородного сырья [1]. В связи с событиями на международном рынке сырья, в частности на нефтяном рынке, необходимо задуматься о возможных сценариях развития региона и переходе на иные отрасли специализации.

Для анализа стратегического развития экономических субъектов широко используется метод SPACE-анализа [2]. Данная методика получила широкое распространение при проведении оценки позиционирования субъекта экономических отношений во внутренней и внешней экономической среде, а также для получения прогноза по направлению стратегического развития. Анализ с применением SPACE-матрицы позволит выявить направление развития Каргасокского района Томской области, а также выявить проблемные стороны и дать соответствующие рекомендации по ним.

Для проведения анализа необходимо провести оценку комплекса внешних (фактор стабильности обстановки (ES), фактор конкурентных преимуществ (CA)) и внутренних (фактор промышленного потенциала (IS), фактор финансового потенциала (FS)) факторов. Характеристика параметров каждого фактора, а также их балльная оценка указаны в таблице 1.

Таблица 1

Значения анализируемых параметров SPACE-матрицы

Факторы стабильности обстановки (ES):	
Давление районов – производителей аналогичной продукции	3
Доступность кредитов для населения и малого бизнеса	4
Привлекательность социально-экономических условий для переезда граждан из других регионов	3
Итого:	3,33
Факторы территориально-промышленного потенциала (IS):	
Потенциал роста промышленного производства	5
Степень использования ресурсов района	4
Степень освоенности территории района	2
Развитость транспортной инфраструктуры	2
Производительность предприятий	4
Итого:	3,4
Факторы конкурентных преимуществ (CA):	
Количество особых экономических зон	0
Обеспеченность муниципальными гарантиями и льготными условиями по ипотеке	5
Наличие развитых промышленных предприятий	4
Доступность строительных материалов для жилищного строительства	5
Обеспеченность населения жильем	5
Итого:	3,8
Факторы финансового потенциала (FS):	
Финансовая стабильность	4
Уровень заработной платы	5
Потенциал экономического роста	4
Наполнение бюджета района	4
Итого:	4,25

Для наглядного отображения вектора развития Каргасокского района была получена SPACE-матрицу (рисунок 1).

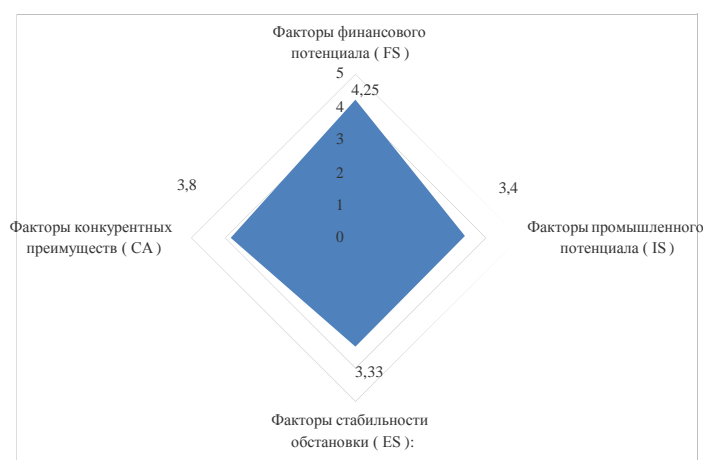


Рис.1 SPACE-матрица Каргасокского района

Исходя из наглядного представления SPACE-матрицы Каргасокского района, можно сделать вывод, что в настоящий момент указанный хозяйственный субъект занимает консервативное положение. Такое состояние чаще всего наблюдается на в целом стабильных рынках, с низкими темпами роста. В таком случае усилия необходимо концентрировать на финансовой стабильности организации. Кроме того, важнейшим фактором является обеспечение конкурентоспособности продукта на рынке.

В данном случае, могут быть использованы следующие ключевые механизмы:

- снижение себестоимости продукции региона при повышении качества товара (в частности продукции добывающей отрасли);

- сокращение производства и выход на более перспективные рынки товаров (развитие межрегиональных транспортно-логистических связей, заготовительные операции по сбору, хранению и переработке дикоросов).

Особое внимание следует уделить развитию транспортно-логистических связей в районе. Поскольку в настоящее время ведется строительство Северной широтной автодороги, которая свяжет Ханты-Мансийский автономный округ с федеральными трассами в Новосибирской и Кемеровской областях. Значительная часть участка дороги, проходящего по территории Томской области, будет пролегать через Каргасокский район. Данный факт позволяет осуществлять долгосрочное планирование и проектировать размещение прилегающих инфраструктурных объектов уже сегодня. Кроме того, одним из направлений развития транспортно-логистической сети может стать строительство крупного сибирского логистического центра для нужд всего региона.

По предварительным прогнозам, в течение десяти лет будет формироваться диверсифицированная экономика. За этот период, большинство населения района переберется в районный центр – село Каргасок, поскольку в нем будут созданы наиболее благоприятные условия для существования. Как минимум половина населения района по-прежнему будет задействована в нефтегазовом секторе, однако доля занятого в других отраслях населения будет стремиться к половине [3].

В результате при должной поддержке администрации и организации необходимых проектов и производств, социально-экономическая ситуация в районе будет стабильно хорошей, будет обеспечена занятость большей части трудоспособного населения, более рациональное и эффективное использование территории, а также природных ресурсов, которые имеются на ней.

Литература

1. Концепция социально-экономического развития муниципального образования «Каргасокский район» Томской области на период до 2020 г. // Официальный сайт Администрации Каргасокского района Томской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://kargasok.ru/files/doc/koncepcyay2020.doc>. – свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.12.2015
2. Псарёв В.И., Псарёва Т.В., Сушенцева Н.В., Гончаров И.А. Методика формирования и анализа комплексных программ социально-экономического развития муниципальных образований. - Новосибирск, 2010. - 511 с.
3. Социально-экономическое развитие // Официальный сайт Администрации Каргасокского района Томской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kargasok.ru/development.html>. – свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.12.2015

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА AUTODESK INFRAWORKS ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

А.Л. Ильиных

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время момент в России, как и в большинстве развитых стран мира, основной тенденцией в области создания и ведения кадастра недвижимости является переход от двухмерного проектирования к трехмерному моделированию объектов капитального строительства. Однако в современном кадастре недвижимости не учитываются многоуровневые объекты: дорожные развязки, мосты и туннели, здания нестандартной формы с нависающими этажами, рисунок 1.

Сейчас в кадастре недвижимости содержатся сведения далеко не обо всей недвижимости, которая есть в России, это является результатом заявительного принципа кадастрового учета объектов. Если гражданин вступил во владение объектом недвижимости по каким-либо юридическим основаниям, у него нет обязанности регистрировать права на эту недвижимость. Зачастую такая необходимость возникает при регистрации различных сделок с недвижимостью, при переходе прав от одного лица к другому. Как показывает зарубежный опыт, трехмерный кадастр недвижимости позволит получить дополнительную гарантию прав на объекты недвижимости.

На основании опыта создания трехмерных элементов кадастров ряда европейских стран, и учитывая, что в настоящее время при проектировании зданий или сооружений (будущих объектов кадастрового учета) широко используются автоматизированные системы трехмерного проектирования, можно предположить, что базой для трехмерного кадастра недвижимости будут трехмерные геоинформационные системы (ГИС). Однако их высокая стоимость подталкивает к выбору простых программных решений, применяющих облачные технологии хранения данных [1, 2].



Рис. 1 Здание нестандартной формы

В данной работе будет выполнен анализ использования программного продукта Autodesk InfraWorks для разработки технологии построения трехмерной модели сооружения с атрибутивной информацией из имеющихся 2D-данных для целей трехмерного кадастра недвижимости.

В состав исследования входили следующие задачи: рассмотрение технологии импорта и экспорта данных в заданную программную среду с сохранением всей необходимой информации; модернизация методов построения полигональных 3D моделей; создание трехмерной модели сооружения (одного из объектов капитального строительства, учитываемого в государственном кадастре недвижимости) на основе 2D-данных ГИС.

Решение таких задач другими средствами возможно, но трудозатраты при этом многократно увеличатся и трудозатраты. Приложения Autodesk Civil 3D и Autodesk Map 3D обеспечивают возможность работать с данными о территориях и формировать элементы инфраструктуры, но средства трехмерного моделирования зданий и их визуализации показали недостаточную эффективность. Autodesk 3ds Max позволяет получить максимально качественные фотореалистичные сцены, но при моделировании обширных территорий возникают неизбежные сложности, так как он заточен на детальную проработку небольшого количества отдельных компонентов [4].

В итоге, ключевым инструментом для решения нашей задачи был выбран достаточно новый продукт - Autodesk InfraWorks. Программа предназначена именно для концептуального проектирования больших территорий, что является существенным условием для создания трехмерного кадастра недвижимости [3].

Рассмотрим более подробно, что представляет собой Autodesk InfraWorks. Это программный продукт, предназначенный для специалистов в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства, преимущественно зданий и сооружений.

В Autodesk InfraWorks используются данные из 2D-САПР, ГИС, систем информационного моделирования (BIM), а также растровые данные.

В программе присутствует простой и функциональный инструментальный по созданию инфраструктурных объектов (создание текстурированных зданий и сооружений, автомобильных и железных дорог, гидросети, древесно-кустарниковой растительности и пр.).

В программе присутствуют мощные инструменты эскизного рисования, при этом эскизы добавляются непосредственно в модель, рисунок 2.

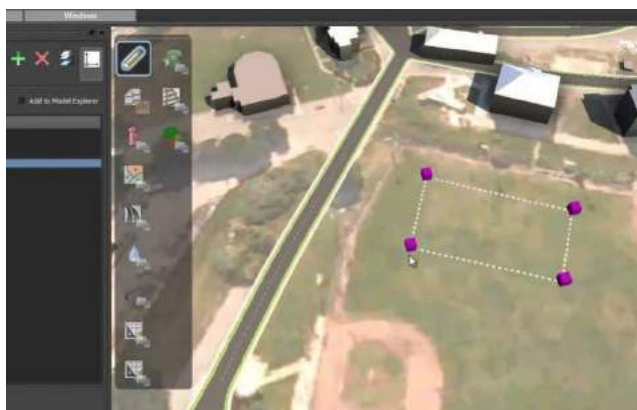


Рис. 2 – Формирование объекта

Основные возможности и преимущества Autodesk InfraWorks:

- проектирование объектов инфраструктуры. Можно добавлять различные детали, такие как дороги, мосты и здания, чтобы сделать модели и представления более реалистичными и понятными;
- визуализация инфраструктурных проектов. Функции раскадровки InfraWorks позволяют продемонстрировать проектные идеи с помощью высококачественных видео. Высокореалистичные визуальные эффекты;
- создание модели для планирования инфраструктуры. Вместо использования традиционных 2D-карт, чертежей и графики можно создавать 3D-модели для отображения планов в контексте существующего окружения. Использование данных и моделей из продуктов Autodesk;
- анализ модели. Динамический расчет площади, измерение расстояний площадей, анализ теней и освещенности;
- совместная работа в облаке.

Следует сказать, что плотность застройки в нашей стране значительно различается в зависимости от размеров населенных пунктов, климатических зон и ряда факторов. На основании изложенного, представляется возможным создание и внедрение на первоначальном этапе системы трехмерного кадастра недвижимости для крупных городов нашей страны, что позволит рационализировать финансовые затраты на внедрение системы и усовершенствовать её, используя полученный опыт.

При использовании трехмерного кадастра недвижимости повысится качество учета таких элементов инфраструктуры, как коммуникационные сети и трубопроводы, а также многоуровневые комплексы, многоквартирные жилые дома и другие объекты капитального строительства, которые могут некорректно отображаться в двумерной проекции.

Литература

1. Гаврюшина, Н.В. Аналитический обзор систем 3D-кадастра недвижимости/ Н.В. Гаврюшина// Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 46 –50.
2. Гаврюшина, Н.В., Ильиных, А.Л. Особенности кадастрового учета частей объектов недвижимости при заключении договора аренды/ Н.В. Гаврюшина, А.Л. Ильиных. - Вестник СГГА. – 2013. - № 3 (23). – С. 88-93.
3. Официальный сайт компании AUTODESK [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru>
4. Юсупова А., Ерзин Э. Быстрое макетирование инфраструктурных моделей с помощью Autodesk InfraWorks/ А. Юсупова, Э. Ерзин// САПР и графика. – 2014. - № 3. – С. 13 - 17.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Т.А. Кадетова

Научный руководитель старший преподаватель Р.Э. Серякова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие ранее застроенных городских территорий является одним из приоритетных направлений градостроительной политики муниципальных образований. Данная политика направлена на улучшения состояния городской среды и достижения оптимальных социальных и экологических стандартов жизни путем решения проблемных вопросов в области территориального планирования, отражающихся в генеральном плане города.

Город Томск имеет достаточно уплотненную застройку, и для дальнейшего развития необходимо искать новые площадки. Как показывает статистика продаж, жилая застройка на земельных участках в отдаленных от центра новых микрорайонах (в продолжении Иркутского тракта др.) не благоприятны для жителей: малая транспортная доступность, отсутствие торговых центров и развитой дорожной сети играет очень важную роль [2]. Есть еще одна привлекательная часть - Левобережье, но из-за нерационального использования земельных ресурсов, такая перспективная площадка оказалась в короткое время раскуплена и застроена. В этой части города не были использованы принципы комплексного строительства, что и привело к такой ситуации. Таким образом, оптимально использовать территорию внутри города, это благоприятно и для будущих жителей, и для инвесторов [5].

Объектом исследования является территория, ограниченная улицей Льва Толстого, проектируемой дорогой проспектом Новаторов, проектируемой дорогой продолжением улицы Елизаровых и улицей Сибирской. В данном районе планируется комплексное развитие территории по комбинированной схеме: развитие уже застроенной территории (малоэтажная жилая застройка) и освоение земель, не занятых застройкой, находящихся в муниципальной собственности. Но, на этом первом этапе возникает ряд противоречий:

Социальное противоречие: органы администрации посредством комплексного развития территории планируют ревитализировать пришедшие в упадок территории, морально устаревшую застройку с одной стороны, инвесторы заинтересованы в быстрых инвестициях строительства на незанятых территориях с другой.

Нормативное противоречие: при реализации проектов комплексного строительства на землях, находящихся в частной собственности отношения между застройщиком, муниципалитетом и ресурсоснабжающими организациями в настоящее время не регулируются. После изучения нормативной базы

следует вывод, что администрация муниципалитета не имеет инструментов лоббирования интересов горожан, инвестор может безнаказанно осваивать не занятые территории, отведенные под комплексное развитие территории и не затрагивать застроенные.

Инвесторам намного выгоднее застраивать пустыри, не затрагивая жилые зоны и не вступая в правоотношения с жильцами. А государству предпочтительнее отдать под застройку не только пустыри, но и преобразовать уже имеющиеся постройки. Для решения данной проблемы нами предлагается в проектах комплексного развития выделение зон первоочередного инвестирования.

Цель исследования – обоснование необходимости создания зон первоочередного инвестирования и использования данного подхода для организации комплексной застройки территории в городе Томске.

Масштабность работ на исследуемой территории достаточно велика по сравнению с другими проектами комплексного развития в г. Томска, большая неплотно застроенная площадь является благоприятным условием для инвестирования. Территориально объект исследования расположен в центре города, но из-за инфраструктурных проблем фактически является окраиной. Существующая застройка представляет собой индивидуальную малоэтажную застройку в территориальной зоне Ж-1, которая предполагает высокоплотную застройку многоэтажными жилыми домами. Это представляет собой масштабную градостроительную проблему г. Томска, которую затруднительно решить без привлечения частных инвесторов.

Данная проблема является актуальной не только для органов местного самоуправления, но и непосредственно для собственников земельных участков, ее необходимо решать, учитывая при этом интересы всех участников мероприятия.

Комплексное развитие территории это один из путей всестороннего преобразования не только в сфере градостроительства, но и социально-бытовой инфраструктуре, транспортных аспектах. Основной целью комплексного развития территории является создание благоприятной среды жизни и деятельности человека, условий для устойчивого развития города как областного центра, его промышленной, культурной и научной составляющей путем достижения баланса экономических и экологических интересов. Главным преимуществом является то, что все проекты реализуются под контролем органов государственной исполнительной власти. С одной стороны региональные органы власти выполняют ключевые задачи - повышают привлекательность региона для проживания, создают условия для социально-экономического развития, а с другой стороны привлекают инвестиции и непосредственно работают с инвесторами, что позволяет добиться значительных результатов в конечном итоге.

Зоны первоочередного инвестирования должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Включать в себя наиболее проблемные территории в конкретном масштабном проекте комплексного развития. В нашем случае это территория ограниченная ул. Вицмана, границей территориальной зоны Т4 вдоль пер. Казахский до ул. Достоевского и естественной формой рельефа (овраг).

2. Иметь доступ к центральным коммуникациям, необходимым для вида планируемого строительства. На имеющейся территории располагаются подъездные пути и все центральные коммуникации в 100 м в самой дальней точке.

3. Территория должна быть оформлена в соответствии с законом. Выделенная в нашем проекте зона первоочередного инвестирования внесена в проект планировки и межевания территории до объявления аукциона на право реализации данного проекта. Вся необходимая документация подготовлена и согласована.

Первоочередное инвестирование позволит органам государственной власти регулировать границы и планы застройки территории. Только после выполнения изложенных в проекте планировочных решений инвестор переходит на пустующую территорию, которая и является его основной целью. Определение границ первоочередного инвестирования в г. Томске поможет повысить качество застройки города не только на данном участке, но и на всей его территории. Таким образом, повышается экономическая и социальная эффективность проектов комплексного развития территорий, развивается культура землепользования в городах.

Следует отметить, что Томская область является регионом с хорошим инвестиционным климатом (22 место среди регионов России) [4]. Учитывая привлекательность территории исследования, прогноз поиска потенциального инвестора, даже с учетом накладываемых зонами первоочередного инвестирования обязательств, оценивается как благоприятный.

Приблизительная площадь всего участка составляет 300 га из которых ~40 га – территория первоочередного инвестирования, следовательно, ~260 га оставшийся территории.

Изначально 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.



Рисунок 1– Выделение зоны первоочередного инвестирования

Первоочередное инвестирование – самое рациональное решение сложившейся ситуации. Решив все поставленные задачи, можно сделать вывод, что первоочередное инвестирование – новая ступень в отношениях между инвесторами и органами местного самоуправления. Оно позволяет разобраться с застоявшейся проблемой внутри городских поселений и, непосредственно, г. Томске, при этом не несет за собой никаких капитальных вложений со стороны администрации и собственников земельных участков. Это решение является законным в рамках существующих правовых норм. Таким образом, первоочередное инвестирование может являться инновационным решением для органов местного самоуправления в непростой ситуации комплексного строительства в г. Томске.

Литература

1. Гневенко М.В. Инновационное развитие муниципального образования / М.В. Гвиненко. – СПб: ИЭУ, 2003.
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. Рейтинги устойчивого развития регионов Российской Федерации. – М.: Изд-во «Интерфакс», 2009. – 96 с.
4. 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.
5. 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

МОДЕЛЬ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ВО ФРАНЦИИ И РОССИИ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Б. Калюжный

Научные руководители профессор Е.А. Монастырный, доцент Ж.А. Ермушко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В 1971 г. Римский клуб первым инициирует обсуждение проблемы развития и публикует доклад «Пределы роста». В 1972 г. в Стокгольме состоялся первый мировой саммит по проблемам окружающей среды, где была разработана стратегия устойчивого развития (УР). В 1987 году Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED) было сформулировано понятие устойчивого развития как удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [10]. В 1992 г. в Рио де Жанейро на третьем мировом саммите Организации Объединённых Наций был принят учредительный текст из 27 принципов «Декларация Рио по окружающей среде и развитию», содержащий основные положения экологического права [8].

Принципы №7, 8 и 16 предполагают соответственно, что государства должны:

- сохранять, защитить и восстанавливать здоровье и целостность экосистемы Земли;
- сократить и устранять всех неустойчивых моделей производства и потребления;

-стимулировать интегрирование экологических издержек и использование экономических инструментов, которых рассматривают то, что загрязнитель в принципе должен платить за загрязнение [8].

В России загрязнение земель твердыми коммунальными (бытовыми) отходами привело к невозможности их рационального использования и возникновению реальной угрозы для здоровья современных и будущих поколений, а также – значительному экономическому ущербу. Объем отходов растет,

территориальные возможности для их размещения и захоронения - сокращаются. Число полигонов ТБО в России составляет 1399, санкционированных свалок – 7153; занятая ими площадь – более 50,0 тыс. Га [2].

Одним из вариантов решения указанной проблемы является реализация модели экономики замкнутого цикла, которая призвана сменить актуальную линейную модель экономики. Институт экономики замкнутого цикла определяет ЭЗЦ как новую экономическую модель, основанную на принципе экосистемы с целью снятия зависимости экономического роста от проблемы истощения природных ресурсов благодаря созданию инновационных продуктов, услуг, деловых моделей и инновационной государственной политики; а именно в широком диапазоне с ограничением «потребления» и с расширением «использования», уменьшение потерь природных ресурсов и невозстановливаемых источников энергии [4, 7, 9].

Во Франции вступил в силу закон «Об энергическом переходе для зеленого роста» от 17 августа 2015 г. В заголовке IV статья «Борьба с расточительностями и содействие экономике замкнутого цикла: от дизайна продуктов до их переработки» по-новому интегрированы элементы предыдущих законов с более амбициозными целями и добавлены новые элементы. Таким образом, принципы «загрязнитель платит», «близости», «сокращение опасности и количество отходов», «расширенной ответственности производителя» (РОП) и «местных планов обезвреживания бытовых отходов» и конкретные цели законов от 15 июля 1975 г., от 13 июля 1992 г. и от программирования и ориентирования Гренельских соглашений об охране окружающей среды от 23 июля 2009 года остаются. Новый закон предполагает сократить на 10% количество производимых отходов на каждого жителя страны, обработать 55% всех отходов до 2020 г. и 60% до 2025 г., установить отдельно логистику сбора и переработки биоразлагаемых отходов и ввести систему стимулирующих налогов [10].

В России новые изменения в закон «Об отходах производства и потребления» вступили в силу с 01.01.2015 года. С 01.07.2015 вступают в силу очередные изменения закона. Теперь благодаря этим изменениям отходы становятся ресурсами – лицензирование действует не только по обезвреживанию и размещению отходов, но и по сбору, транспортированию, обработке, утилизации отходов [5].

Можно отметить, что существует большая разница между законодательными базами Франции и России. Во Франции благодаря стимулированию европейских законов и опыту таких стран как Германия и Голландия, которые являются лидерами в сфере обращения с отходами, законодательство требует реализации амбициозных целей и ответственности всех экономических участников рынков. Действительно, если рассматривать в частности инструмент «расширенной ответственности производителя», это позволяет стимулировать сокращение и обработку практически всех видов отходов на всех этапах жизни отходов с момента их производства до их обезвреживания. Существующие во Франции 18 филиалов «расширенной ответственности производителя» поддержаны законами, цифровыми целями и соответственно финансами.

В России как и во Франции понятие «загрязнитель платит» тоже действует. Проблема заключается в том, что действующий закон пока позволяет только стимулировать деятельность переработки отходов. К сожалению, в российском законодательстве не существуют стимулов для сокращения количества отходов, а этот показатель является первым критерием логики ЭЗЦ [6]. Таким образом, Россия сегодня находится в ситуации Франции, когда был принят закон от 13 июля 1992 г., несмотря на то, что мировые экономические и экологические условия абсолютно другие.

Сравним два крупных региона России и Франции в сфере обращения с отходами: Иль-де-Франс со столицей - Париж и город федерального значения, столица Российской Федерации, город Москва (табл. 1).

Основные показатели двух регионов иллюстрируют большую разницу между ними. Во первых в количестве образованных отходов. Не смотря на то, что территория Иль-де-Франс 4,8 раз больше чем территория города Москвы, что усложняет установить логистику сбора отходов и получить рентабельность, в регионе Иль-де-Франс образовали 62% больше бытовых отходов.

Таблица

Основные характеристики и показатели г. Москвы в 2014 г. и региона Иль-де-Франс в сфере обращения с отходами [1]

Москва	Иль-де-Франс
11,92 млн жителей	12,01 млн жителей
2 511 км ²	12 012 км ²
3,4 млн тонн образованных бытовых отходов (ТБО + крупногабаритный мусор жилого сектора)	5,516 млн тонн образованных бытовых отходов (остаточные бытовые отходы, биоразлагаемые отходы, ТБО, другие виды отходов)
6 190 тонн вторсырья	721 900 тонн вторсырья,
0,37 млн. т были использованы	3 419 700 тонн на сжигание
0,34 млн. тонн на сжигание	701 200 тонн на захоронение
451 600 тонн на захоронение	384 300 тонн биоразлагаемых отходов переработаны

На территории г. Москвы, 0,2% бытовых отходов являются вторсырьем, 10,8% были использованы, 10% отправляют на сжигание и 13,5% захоронены. В итоге по данным департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, в 2014 году это около 35% всех бытовых отходов, которые были отработаны. Приоритетами правительства г. Москвы в сфере обращения с отходами являются «увеличение количества пунктов приема отходов», введение статистики «о сводном кадастре отходов производства и потребления города Москвы» и «развитие системы переработки и утилизации отходов».

На территории Иль-де-Франс 13% бытовых отходов являются вторсырьем, 62% отправляют на сжигание, 12,7% захоронены и 7% биоразлагаемых отходов переработаны. В итоге по данным региональной

обсерватории Иль-де-Франс, в 2013 году это около 95% всех бытовых отходов, которые были отработаны. Приоритетами правительства региона Иль-де-Франс являются «увеличение до 45% переработки бытовых отходов к 2015 г.» (2013 г. – 27%), «увеличение предотвращения и реутилизации отходов» через партнерства с организациями социальной и солидарной экономики, и «увеличение сортировки и переработки биоразлагаемых отходов».

В заключении можно отметить, что существуют два подхода к применению модели ЭЗЦ: «Bottom-up» и «Up-down». В первом случае, это компании, которые являются катализаторами, а во втором случае, это государство. В процессе реализации стратегии модели ЭЗЦ, в которой отходы должны являться новыми ресурсами, было доказано, что государство играет очень важную роль, как например во Франции где государство создает с соответствующей финансовой поддержкой различные инструменты для того, чтобы все актеры цепочки поставок стремились к сокращению общего количества отходов и к максимальной отработке существующих отходов.

Литература

1. Кульбачевского А.О.. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году». – М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2015. – 185 с.
2. Малышевский А.Ф./ Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России. URL: http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/doklad_po_tbo.pdf
3. Развитие и международное экономическое сотрудничество: проблемы окружающей среды [Электронный ресурс] // Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития, 1987. 412 с. URL: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения 20.12.2015).
4. L'économie circulaire, nouveau modèle de prospérité [Электронный ресурс] // Institut de l'économie circulaire. URL: http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire_a361.html Braungart M., McDonough W. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. United States: North Point Press, 2002. 116 с.
5. Les filières à responsabilité élargie des producteurs (REP) [Электронный ресурс] // Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 11/12/2015. // Портал ADEME, Nos expertises. URL: <http://www.ademe.fr/expertises/dechets/elements-contexte/filieres-a-responsabilite-elargie-producteurs-rep> (дата обращения 20.12.2015).
6. ORDIF, Cité Régionale de l'Environnement. Rapport sur la gestion des déchets ménagers et assimilés 2013. Juin 2015. – 57 с.
7. PROJET DE LOI relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, TITRE IV LUTTER CONTRE LES GASPILLAGES ET PROMOUVOIR L'ECONOMIE CIRCULAIRE : DE LA CONCEPTION DES PRODUITS A LEUR RECYCLAGE. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. NOR : DEVX1413992L/Bleue-1, 2014.
8. Rio Declaration on Environment and Development [Электронный ресурс] // Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. // Портал United Nations Environment Programme environment for development. URL: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=78&articleid=1163> (дата обращения 20.12.2015).
9. Stahel W.R., Reday G. The potential for substituting manpower for energy, report to the Commission of the European Communities, Brussels, 1976.
10. КонсультантПлюс: Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. зак. РФ от 24.06.1998 №89 // КонсультантПлюс: справочная правовая система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_166431/ (дата обращения 20.12.2015).

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЗОЛОТВАЛА ГРЭС-2

Е.Ф. Кащенко

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рекультивация земель является составной частью природообустройства. Она заключается в восстановлении свойств компонентов природы, нарушенных человеком в процессе природопользования. Непосредственно, объектом рекультивации являются нарушенные земли [1]. В данном случае мной рассматривается участок золоотвала, находящийся между улицами Достоевского и Вицмана. Он находится в общественно жилой зоне. Жители близлежащих домов, испытывают огромное неудобство. При проведении экспертизы был определен факт неприятного запаха, наличие пыли.

Данный золоотвал занимает довольно обширную территорию с 1963 года, создан в последствии строительства в городе Томске ГРЭС-2. Станция имела большую мощность, что являлось фактором развития золоотвала. После развала СССР система ведения и управления земельными ресурсами была нарушена. Большое количество времени внимание к объекту не уделялось. Не так давно власти Томска коснулись данной проблемы при застройке многоэтажными домами по ул. Сибирской. Было решено, что данный объект необходимо привести в порядок, и так как он находится в общественно жилой зоне, рекультивировать земли и провести облагораживание территории, тем самым избавить жителей близлежащих домов от неприятного запаха, пыли, и загрязненного воздуха, и озеленить, возможно, проложить дорожку, соединяющую ул. Сибирскую и ул. Потанина Иркутского тракта, которая позволит разгрузить город и избавит жителей от бесконечных пробок.

Для восстановления и обогащения таких земель, необходимо соблюдать некую последовательность. Первым делом необходимо провести анализ эволюции нарушенных земель, с целью изучения природной трансформации компонентов в измененных геосистемах и разработки способов управления геологическими и

биологическими процессами в рекультивационный период. Вторым шагом рекультивации земель является анализ природных, социально-экономических, технологических условий для обоснования направления использования нарушенных земель. И последним шагом является непосредственно сама разработка плана по рекультивации земель. Для каждой нарушенной земли составляется индивидуальный план. В нем учитывается специфика земли, степень ее нарушенности, создание специально инженерно-экологических систем для оптимизации всех геосистем и их функционирования [1].



Рис. 1. Проект исследуемой территории золоотвала ГРЭС-2



Рис. 2. Проект планировки территории томского золоотвала для целей строительства

Власти города Томска, ответственные за восстановительные работы назначены ТГК 11, так как по их инициативе золоотвал превратился в свалку мусора различных строительных материалов. Для начала необходимо было вывести около 60 тыс. кубометров золы, далее обогатить испорченные земли и посадить многолетние травы [2].

Обозначив вышеизложенные цели, был составлен проект планировки и межевания территории, который сочетал в себе не только озеленение и рекультивация пострадавших земель, но, и застройку территории, и построение новых развязок, значение которых не маловажно для жителей города Томска.

Проект планировки территории включает следующее: 1) объекты капитального строительства, а именно, индивидуальные жилые дома, многоквартирные жилые дома, объекты социального и культурно-бытового обслуживания, общеобразовательные учреждения, сооружения инженерной инфраструктуры, сооружения

транспортной инфраструктуры и подземные парковки; 2) новая магистральная дорога, соединяющая проспект Комсомольский и Иркутский тракт, новый автомобильный мост, также строительство дорог местного значения, различных видов гаражей (наземные, подземные, многоуровневые, открытые стоянки); 3) элементы озеленения территории в виде зеленых насаждений общественного пользования (газон, рядовая посадка деревьев, кустарники), зеленые насаждения общего пользования (бульвары), озеленение неограниченного пользования (в границах земельных участков) и зеленые насаждения специального назначения (озеленение санитарно-защитных и охранных зон); 4) рекультивация земель [3].

С профессиональной точки зрения, реализация проекта золоотвала удовлетворит потребности не только кадастрового и землеустроительного плана, то есть использование земель по их целевому назначению, строительство объектов капитального строительства в соответствующей территориальной зоне, рациональному использованию данной территории, но и позволит улучшить жизнь жителям города, дать им возможность проживания в чистом и красивом городе, иметь квартиры в легкодоступном месте, обустроенных не только инженерными инфраструктурами, но и близлежащими детскими садами, школами, парками.

Литература

1. Муниципальное образование «Город Томск» Официальный портал. Электронный ресурс. URL: <http://admin.tomsk.ru/>
2. Основные понятия о рекультивации земель. Электронный ресурс. URL: http://ecodelo.org/9922-1_osnovnye_ponyatiya_o_rekultivatsii_zemel-rekultivatsiya_zemel
3. Проект планировки и межевания территории, ограниченной ул. Толстого, проектируемой дорогой (пр. Новаторов), проектируемой дорогой (продолжение ул. Елизаровых), ул. Сибирской в городе Томске / Администрация Т.О. – Томск, 2015.

ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА МОНОГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОКОПЬЕВСКА

А.Е. Киселева

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Моногород является поселением, которое сформировалось вокруг градообразующего предприятия. При его создании заведомо предполагается, что население будет обеспечено рабочими местами, а градообразующее предприятие будет воздействовать на социальные, экономические и экологические проблемы, инфраструктуру данного города [2].

Кузбасс – это регион, где все города, кроме Кемерово, являются монопрофильными, и их развитие зависит от одной отрасли: угольной, металлургии, машиностроения или железной дороги. Сегодня в таких городах проживает 70 % кузбассовцев. В последние годы в таких городах сложилась крайне сложная экономическая ситуация на муниципальных уровнях, напряженная ситуация на рынке труда, в связи с тем что рынок труда тесно связан с градообразующим предприятием и той ситуацией которая складывается на предприятии. Поэтому проблема развития моногородов является чрезвычайно актуальной, в том числе и для Кемеровской области [1].

В качестве примера в данной работе был выбран город Прокопьевск, расположенный на территории Кемеровской области, который относится к моногородам Кузбасса.



Рис. Карта-схема Кемеровской области

В 2010 году по поручению Губернатора Кемеровской области была проведена колоссальная работа – были разработаны планы модернизации всех кузбасских моногородов. Программа модернизации экономики моногородов направлена на:

1. увеличение инновационной составляющей промышленного производства,
2. создание новых видов экономической деятельности,
3. повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции,
4. повышение инвестиционной привлекательности муниципальных образований.

В результате реализации данной программы, первые три города Кемеровской области – Прокопьевск, Ленинск-Кузнецкий и Таштагол получили государственную поддержку уже в 2010 году [5]. К сожалению, при выделении 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. Проявляются 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 10 лет (таблица), данные которой показывают сокращение населения 21 тыс. чел. В этой связи однозначно следует, что город непривлекателен в качестве места проживания людей и их профессиональной деятельности. Наиболее вероятным прогнозом в данной ситуации может стать «банкротство» города [3, 4].

Таблица

Динамика изменения населения в городе Прокопьевске

Количество жителей города Прокопьевска, человек	Годы	Количество жителей города Прокопьевска, человек	Годы
216 700	2006	209 733	2011
214 700	2007	207 104	2012
213 200	2008	204 932	2013
212 029	2009	202 672	2014
210 130	2010	200 547	2015

Проблемы моногородов тесно связаны со сферой землеустройства. Так возможное прекращение функционирования градообразующего предприятия может стать главной причиной:

- снижения цен на земельные участки;
- снижения цен на жилую площадь;
- замораживания градостроительства в целом;
- неэффективного использования 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. Также не установлены и не регламентированы взаимоотношения предприятий и органов муниципальной власти, а точнее непринадлежность градообразующего предприятия местным органам самоуправления данной области. Например, генеральный директор ХК «СДС - Уголь» находится на территории Московской области, что затрудняет управление предприятием, так как управляющее лицо не видит проблем города.

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 разработки 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 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 роста, 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 бесхозных земельных участков, которые при невыполнении определенных мелиоративных и землеустроительных последовательностей, в дальнейшем окажутся непривлекательными ни одному собственнику.

Проведенные в работе исследования делают очевидным, что при создании градообразующего предприятия необходимо предварительно составить прогнозы по поводу:

- сроков эксплуатации предприятия;
- создания нового дополнительного предприятия;

- сроков переквалификации сотрудников;
- сроков восстановления изначального предприятия, либо восстановления земельных участков под эксплуатацией;
- моделей дальнейшей эксплуатации предприятия.

Литература

1. Белова С.О моногородах. Хорошо забытое новое – Электронный ресурс. Условия доступа: <http://www.bigmoney.ru/articles/st6.html>.
2. Любонный В.Я., Кузнецова Г.Ю. и др. Пути активизации социальноэкономического развития монопрофильных городов России // Сер.: «Библиотека местного самоуправления». – Вып. 54. – М.: Московский общественный научный фонд, 2004. – 224 с.
3. Основы региональной экономики / Под ред. Гранберг А.Г. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 495 с.
4. Региональная экономика и управление / Под ред. Гаврилов А.И. – М.: Юнити-Дана, 2002. – 239 с.
5. Социально-экономическое развитие малых и средних городов в среднесрочный период. Проект // Малые города. Деловой вестник местного самоуправления. – 1999. – №3-4. – С.5-9.

ПРОБЛЕМЫ МАССОВОГО ВЫКУПА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПЕРЕВОДА В ИНЫЕ КАТЕГОРИИ

М.В. Козина¹, Н.А. Студенкова²

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

²Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Самым дискуссионным вопросом при проведении земельной реформы является установление порядка приватизации и оборота земель сельскохозяйственного назначения, поскольку эти земли традиционно считаются наиболее ценной категорией земель. Земли сельскохозяйственного назначения являются основой не только стратегической, продовольственной, но и национальной безопасности страны. Как показывает практика, за последние два десятилетия в России наметилась негативная тенденция использования земель сельскохозяйственного фонда для несельскохозяйственных нужд. Значительные площади таких земель изымаются из сельскохозяйственного оборота, и их значительную долю переводят под индивидуальное жилищное строительство, дачные, садовые товарищества. Не является исключением и Томская область, где для этих целей уже изъято почти 300 тыс. га сельхозугодий.

Площадь земель сельскохозяйственного назначения на территории Томской области по состоянию на 1 августа 2015 года составляет 2243,3 тыс. га, это приблизительно 7% от всей площади Томской области, из них 418,7 тыс. га, или 18,7%, приходится на территорию Томского района [3]. На сегодняшний день в Томском районе значительные по площади земельные участки сельскохозяйственного назначения находятся в аренде - это 124 земельных участка общей площадью 9 126,6 га, из них 118 участков общей площадью 8880,3 га, или 97,3%, относятся к землям сельскохозяйственного назначения, государственная собственность на которые не разграничена. После выкупа таких земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения зачастую происходит перевод этих участков из одной категории в другую: под индивидуальное жилищное строительство, дачное и садовое хозяйство, в земли промышленного пользования. Согласно данным Департамента по управлению государственной собственностью Томской области и Администрации Томского района, за период с 2012 года по 31 июля 2015 года из всех земель сельскохозяйственного назначения на территории Томского района в земли иных категорий было переведено 98 земельных участков общей площадью 483,4 га. При этом из 98 переведенных земельных участков сельскохозяйственного назначения 24 земельных участка общей площадью 234,3 га (48,5% от общей площади переведенных земель в Томском районе за 2012-2015 годы) переведены из земель сельскохозяйственного назначения в земли иных категорий по инициативе Администрации Томского района [3].

Особенно актуальна рассматриваемая проблема для территории Обь-Томского междуречья, расположенной в границах Томского района. На междуречье представлены высокопродуктивные почвы, пригодные для использования в сельскохозяйственном производстве, лесопользовании, водохозяйственной деятельности и в силу этого имеющие высокую потенциальную значимость. Территория Обь-Томского междуречья представляет собой плоскую, слабо расчлененную поверхность, ограниченную на востоке р. Томью, на западе – Обью, на юге – левым притоком Томи р. Большая Черная. Общая площадь составляет 3,64 тыс. км² [6]. Территория междуречья сложена тремя основными типами геолого-геоморфологических поверхностей: древняя равнина, ложбины древнего стока, террасово-долинный комплекс Оби и Томи, различающихся составом отложений, структурой почвенного и растительного покрова, строением и свойствами почв. Равнина представлена сочетанием серых, темно-серых и серых глеевых почв. Почвы этих типов плодородные, давно и активно используются в сельском хозяйстве. Территория древней равнины является своего рода аграрным ядром природопользования, и основные перспективы ее развития связаны с земледелием. Для ложбин стока характерны альфегумусовые подзолы, реже – дерново-подзолы. По своим качественным признакам эти почвы характеризуются как малоперспективные для ведения сельского хозяйства, однако на этих территориях произрастают высокобонитетные сосняки. Данные типы почв относятся к категории земель, обеспечивающих лесохозяйственную и рекреационную устойчивость территории. Третий тип геолого-геоморфологической поверхности данной территории характеризуется сочетанием всех элементов почвенного разнообразия: от

светло-серых оподзоленных почв до дерново-подзолов альфегумусовых. Пойменные территории предназначены для развития овощеводства. Сложная структура почвенного покрова обеспечивает природное разнообразие и социально-экономическую устойчивость этой территории. На междуречье сочетаются почвы с благоприятными лесохозяйственными и сельскохозяйственными свойствами [1]. Формирующие данную территорию почвы обладают определенными природными признаками (потенциальным запасом элементов питания растений, составом и запасом гумуса, реакцией среды и другим), которые составляют информационную основу для кадастровой оценки земель, данные которой имеют значение для рационального использования выделенных агропроизводственных групп с учетом их природных характеристик.

В основе кадастровой оценки сельскохозяйственных земель лежат значения характеристик плодородия почв и технологические свойства. Для правильного научно обоснованного определения стоимости таких земель необходимо изучение, обследование и проведение специальной оценочной работы по определению качества земли. Первым этапом земельно-оценочных работ, содержащим систематизацию данных о почвенном покрове, дающих характеристику о степени пригодности для сельского хозяйства, является бонитировка почв. В настоящее время из-за недостаточного финансирования комплексная оценка плодородия почв сельскохозяйственных земель, как правило, не проводится. Поэтому для исчисления кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель используются агропроизводственные показатели двадцатилетней давности [2, 5]. По мнению П.М. Сапожникова, главными недостатками используемой методики, являются как раз отсутствие требований к наличию в необходимом объеме и соответствующего качества картографического почвенного материала, отсутствие регламентов обязательного обновления и получения данных материалов, а также невозможность составления экспликации площадей земельных участков по типам почв по причине отсутствия в государственном кадастре недвижимости сведений о местоположении границ земельных участков. При проведении в 2013 году кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Томской области использовался картографический материал, составленный в различные годы, а также почвенные карты районов, которые составлены не для всех муниципальных образований. В приведенной ниже таблице представлены значения удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения на территории Томской области соответствующей группы, полученные в ходе кадастровой оценки в 2013 году.

Таблица

Значения удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения на территории Томского района соответствующей группы [2]

Номер кадастрового р-на	Наименование кадастрового района	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
70:14	Томский	1,35	2,81	5,89	4,12	0,165	0,13

Согласно действующей методике, к первой группе относятся земли сельскохозяйственного назначения, пригодные под пашни, сенокосы, пастбища. Несмотря на то, что рассматриваемая группа является наиболее трудоемкой в расчетах кадастровой стоимости, поскольку именно она, согласно методике, производится с учетом почвенных разновидностей и которая должна быть наиболее «дорогой» группой, по результатам оценки не является таковой. Вследствие чего, земли сельскохозяйственного назначения Томского района имеют самую низкую кадастровую стоимость - от 860 до 129 000 рублей за га. А так как, для определения выкупной цены земли и стартовой стоимости для проведения торгов применяется кадастровая стоимость, то выкуп таких земельных участков в Томском районе производится в среднем по цене 1 210 рублей за 1 га, даже если это прилегающие к городу Томску земельные участки, рыночная стоимость которых значительно выше. Таким образом, в Томском районе земли сельхозпредприятий покупают по цене земель сельскохозяйственного назначения, а затем по средствам перевода таких земель под индивидуальное жилищное строительство, дачные, садовые товарищества их продают по цене земель для строительства, где цена земель возрастает в сотни раз. Следовательно, расширение строительства коттеджей, дачных поселков, многоэтажных поселков вокруг городов, в том числе и г. Томска, идет быстрыми темпами. Такая же тенденция прослеживается во всех регионах Российской Федерации. Доходность пригородного земельного рынка в стране оценивается в десятки миллиардов долларов. Таким образом, возникает вопрос о степени соответствия кадастровой стоимости реальной экономической ценности земли Томского района, пригодной для сельскохозяйственного производства.

Необходимо акцентировать внимание общественности и властей, на том, что земельные участки, расположенные в районе Обь-Томского междуречья, имеют не только привлекательное месторасположение для целей застройки, но и являются весьма важной в хозяйственном, рекреационном и экологическом отношении для г. Томска территорией. Рассматриваемая территория является интенсивно развивающейся, на ней сосредоточены основные процессы жизнедеятельности человека, объекты земельно-имущественного комплекса различного функционального назначения, которым необходимо находиться в экологическом равновесии с природой для повышения качества жизни населения [4]. С одной стороны, данная территория является резервом для расширения границ города Томска, с другой - стратегическим объектом, так как на территории происходит добыча и эксплуатация подземных вод, а также развивается сельскохозяйственное и лесохозяйственное производство. Именно поэтому необходимо пересмотреть методики проведения оценочных мероприятий сельскохозяйственных земель, в основу которых должно быть положено сочетание социально-экономических и

современных природно-экологических аспектов, позволяющих рассчитать научно обоснованные результаты их стоимости.

Литература

1. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвы Обь – Томского междуречья // Вестник Томского государственного университета Биология. – 2011 – № 3 (15). – С. 16 – 37.
2. Отчет № 351/14/70 от 20.02.2014г. Об определении кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения на территории Томской области. Новосибирск: ООО «Информационно-аналитическое Бюро». 2014. 72 с.
3. Официальный интернет-портал Администрации Томской области [электронный ресурс]. URL: <http://tomsk.gov.ru/rating/front/view/id/222> (28.02.2016)
4. Попов В. К., Козина М. В. Экологизация кадастровой оценки для устойчивого развития урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015 – Т. 326 – № 11. – С. 98 – 105.
5. Скалабан В.Д. Агрэкологические данные земельного кадастра в стратегии устойчивого развития России. – М.: Академический проект, 2009. – 255 с.
6. Студенкова Н.А. Подзолистые почвы Томь – Обского междуречья // Старт в науку: Материалы Юбилейной XI ежегодной студенческой конференции Биологического института. – Томск: ТГУ, 2011 – С. 65 – 66.

ПРАВОВОЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАЛЬНЫХ СХЕМ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО РАЙОНА

М.И. Колодная, А.Е. Каташова

Научные руководители аспирант Т.Н. Мочалова, профессор О.А. Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние два года в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» внесено множество поправок и изменений, в частности, понятие «твердые бытовые отходы» заменено на «твердые коммунальные отходы» (ТКО) (статья 1 [6]). Другим значимым изменением стало утверждение территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами (статья 13.3 [5]).

Генеральные схемы очистки территорий населенных пунктов разрабатывают в соответствии с градостроительной документацией. Их утверждают органы местного самоуправления согласованно с органами жилищно-коммунальных хозяйств и санитарно-эпидемиологической службы. В соответствии с документами территориального планирования очистки территории данные схемы должны включать в себя [5]:

1. Общую информацию о городе и природно-климатических условиях;
2. Данные о современном состоянии системы санитарной очистки и уборки города;
3. Численность населения;
4. Объемы образования отходов, утилизации и обезвреживания;
5. Методику осуществления очистки города или поселения;
6. Экономическое обоснование по требующимся вложениям и расходам;
7. Графическую часть.

Данные материалы становятся основой для землеустройства, рационального функционирования всех задействованных структур города и его развития в перспективе. Генеральная схема является частью генерального плана города и составляется на срок до 5 лет с прогнозом на 10-20 лет вперед.

На территории Томского района выявлено 24 незаконных свалки, находится четыре объекта размещения коммунальных отходов, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов и 18 пунктов накопления [1]. Большое число неконтролируемых объектов утилизации негативно сказывается на окружающей среде, всех элементах природного комплекса, а также – на здоровье человека; кроме того, развитие неуправляемое процессов загрязнения может привести к невозможности рекультивации нарушенных земель и необратимой потере потенциально экономически ценных земельных ресурсов.

Во избежание развития негативных процессов в Томской области ведется активная работа по разработке генеральных схем. Генеральную схему необходимо предоставить выполненной в виде государственного проекта. Схемы 18-ти территорий поселений уже подготовлены, в том числе, с участием магистрантов кафедры общей геологии и землеустройства ТПУ и находятся на стадии согласования и обработки.

Разработка генеральной схемы Томского района будет принципиально отличаться от подготовленных схем остальных районов, особенно в планировке сбора и утилизации отходов. На некоторых полигонах реализована возможность сортировки отходов с учетом их дальнейшей утилизации (захоронение и вторичная переработка). Особенно актуален анализ организации отраслевой экономики субъекта, определяющий структуру переработки в зависимости от преобладания вида ТКО в общей морфологии. В соответствии с этим будет проведена реорганизация работы полигонов, транспортного обеспечения процесса сбора отходов, их рециклинга, что предусматривает необходимость финансирования в данную отрасль уже на начальных этапах. При запуске цепочки: раздельный сбор – переработка – дешевые материалы – прибыль – снижение экологических рисков – сокращение числа объектов утилизации и их площади – должны включиться экономические механизмы и появиться материальная заинтересованность переработчиков.

Другой особенностью разработки генеральной схемы станет объем образования отходов на территории района. Так, по данным государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в

2014 году» объем образования ТКО в Томском районе составил 134964,94 т. при плотности населения 7 человек на квадратный километр, что значительно превышает показатели плотности и объема образования других районов [2]. К примеру, плотность населения в Тегульдетском районе при сравнительно близкой площади составляет менее 1 человека на квадратный километр, а объем образования отходов – 49,64 т. Более высокая транспортная доступность позволяет эффективнее работать с отходами.

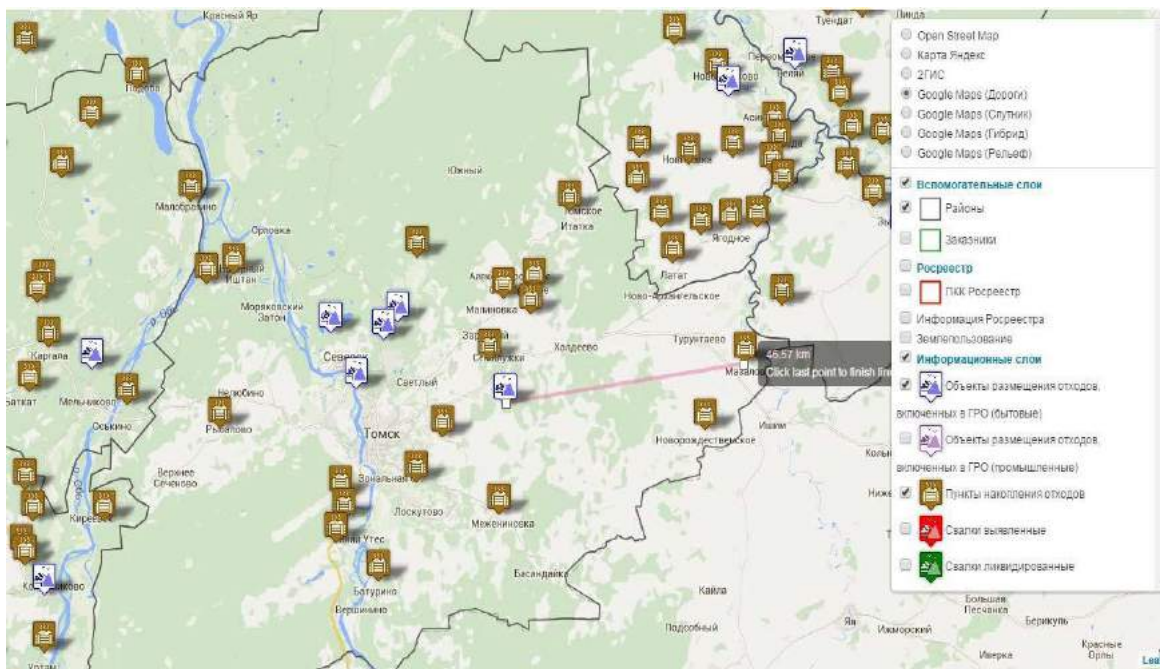


Рис. Пример удаленности поселений от полигонов [5]

Согласно шкале, разработанной нами для оценки общего расположения полигона по балльной системе [3], полигоны Томской области и Томского района имеют явные недочеты в том числе по критерию «удаленность от основных населенных пунктов». Известно, что при размещении сооружений для обезвреживания твердых коммунальных отходов на расстоянии далее 25 км от мест сбора следует рассматривать и экономически обосновывать возможность применения двухэтапного метода удаления отходов с использованием мусороперегрузочных станций, или временных пунктов накопления отходов [4]. На рисунке наглядно показан один из вариантов данной проблемы (46 км). Расстояние от поселения до планируемого пункта накопления отходов практически в два раза превышает допустимое в отношении рентабельности значение, поэтому для сокращения экономических затрат будет применен двухэтапный метод удаления отходов.

Таким образом, в результате проделанной работы были:

- проанализирована теоретическая основа разработки генеральной схемы Томского района и ранее составленные генеральные схемы остальных районов Томской области;
- получена исходная информация;
- намечен план работ, необходимый для совершенствования генеральной схемы
- выявлены приоритетные задачи района, связанные с улучшением оборота твердых коммунальных отходов на данной территории и сокращением площади загрязненных участков.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году» / Глав. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю.В. Лунёва, Н. А. Чатурова, В. А. Коняшкин; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск : Дельтаплан, 2015. — 156 с.
2. Карта «Охрана окружающей среды Томской области». Электронный ресурс. URL: <http://green.tsu.ru/oos/>.
3. Колодная М. И., Каташова (Кондрашова) А. Е. Разработка критериев и оценочной шкалы для размещения полигонов ТБО // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 522-523.
4. Общие требования к материалам генеральной схемы очистки, «МДК 7-01.2003. Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации» (утв. постановлением Госстроя РФ от 21.08.2003 п 152).
5. Требования к территориальным схемам в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об отходах

производства и потребления». Электронный ресурс : Условия доступа <http://docs.cntd.ru/document/901711591>

6. Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "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» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016). – Электронный ресурс : Условия доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИНЖЕНЕРНОГО ОБУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ (ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА ЧЕРЕМОШНИКИ ГОРОДА ТОМСКА)

Е.А. Корнеева

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время город Томск прогрессирует в направлении исследования территорий, в том числе осваивает застроенные территории с целью обновления имущественного фонда (с последующей застройкой). Инженерная подготовка и обустройство территории занимают одно из основополагающих мест для осуществления данной деятельности. Инженерной подготовкой называется комплекс мероприятий, включающих в себя освоение территорий для их целесообразного градостроительного использования, улучшения микроклиматических и санитарно-гигиенических условий. Данный комплекс предполагает обозначение территории под строительство новых домов, застройку микрорайонов и развитие городов. В сфере землеустройства необходимо учитывать многие факторы, влияющие на условия, в которых будет проводиться застройка территории. Одним из главных условий благоприятной застройки является характеристика ландшафта, почвенные показатели земли, и поведение грунтовых вод на территории, отведенной под застройку. Кроме того, осуществление рационального планирования территорий, требующих осушения, также обращает на себя внимание. Для осуществления данного рода деятельности необходимы разработки в области инженерно-защитных мероприятий, предотвращающих или уменьшающих воздействие процессов затопления и подтопления городских территорий. Наука активно преуспевает в изучении данного явления, причин его возникновения и методов устранения/уменьшения воздействия подтопления на почвенные горизонты и устранения вытекающих отсюда проблем с обустройством территории.

Цель исследования заключается в ознакомлении с проблемами инженерного обустройства, связанными с подтоплением территории, вызванным грунтовыми водами, а так же с опасностью данного явления и методами решения данной проблемы.

Объектом исследования является микрорайон Черемошники в городе Томске.

Подтопление почвенных горизонтов предполагает их переувлажнение и последующее заболачивание, вследствие чего возникают негативные последствия в виде оползневых явлений и просадки почвенных грунтов. Особенность рассматриваемого микрорайона заключается в результате эрозивной деятельности реки Томи: на значительной территории, отведенной под микрорайон, наблюдаются размытые первая и вторая надпойменные террасы, а отложения поймы глубоко врезаются в песчано-глинистые палеогеновые образования. В результате можно наблюдать сформированный склон третьей надпойменной террасы (Каштанной горы) [1].

Вследствие отсутствия надпойменной террасы, аллювиальные песчано-гравийные отложения тыловой части реки Томи примыкают к водовмещающим отложениям третьей надпойменной террасы, обуславливая тем самым тесную гидравлическую связь горизонтов (рис.).

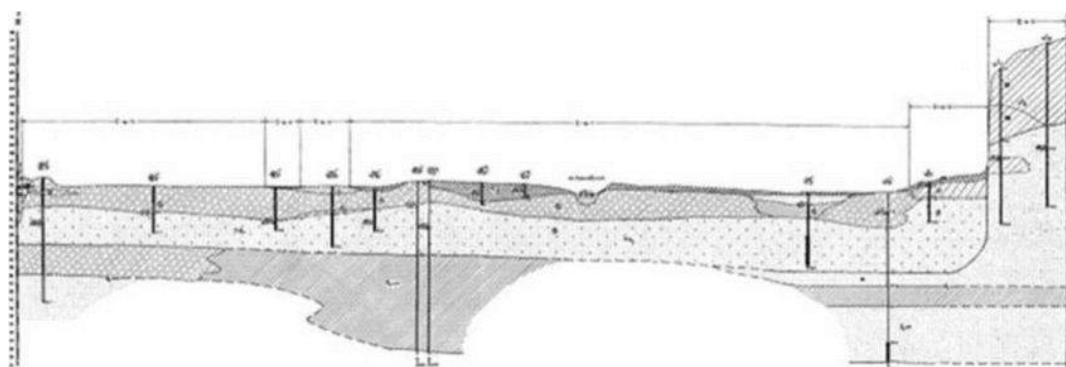


Рис. Инженерно-геологический разрез террасовых и пойменных отложений микрорайона Черемошники в городе Томске [3]

Можно наблюдать, что поверхность водоносного горизонта третьей надпойменной террасы расположена выше поверхности пойменных отложений. Следует учесть, что при отсутствии второй надпойменной террасы осуществляется разгрузка вод террасовых отложений на поверхность поймы реки Томи. Данные отложения проявляют себя в виде многочисленных родников. Этот процесс вызывает затопление и

подтопление значительной площади микрорайона Черемошники, создавая трудности в строительстве, инженерном обустройстве и эксплуатации жилых зданий и промышленных объектов.

В весенне-летний и осенний паводковые периоды, вследствие повышения уровней воды в реке Томь, создается подпорный режим, способствующий повышению уровней грунтовых вод [3].

Поток воды со стороны реки Томь и встречный ему поток грунтовых вод, поступающих со стороны третьей надпойменной террасы, предполагает последующее подтопление центральной части микрорайона Черемошники.

Решение данных проблем заключается в наличие функционирующей ливневой канализации (ЛК). Такого рода дренажная траншея способствует осушению прилегающей к ней территории. Сеть ЛК в городе Томске начала свое функционирование в 1965 году, и к настоящему времени примерно половина трубопроводов эксплуатируется более 30 лет, что значительно превышает нормативные сроки эксплуатации [2].

Обеспечение рационального благоустройства территории возможно путем разработки и осуществления инженерно-геологических мероприятий, включая проекты по инженерной защите территории от затопления и подтопления.

На данный момент система инженерной защиты микрорайона Черемошники представлена в виде ЛК, расположенной вдоль улицы Героев Чубаровцев и открытыми дренажами в остальных улицах рассматриваемой территории. Однако данные мероприятия не имеют значительного успеха по инженерной защите территории.

В микрорайоне Черемошники необходим определенный план по осуществлению мероприятий, способствующих уменьшению/устранению подтопления и затопления территории:

капитальный ремонт ЛК вдоль улиц Большая Подгорная, Учительская, Героев Чубаровцев и вдоль переулка Зырянскому;

капитальный ремонт имеющейся насосной станции на озере Керепеть;

капитальный ремонт сбросного сооружения с затворами дамбы у озера Керепеть;

заложение дополнительных водопропускных труб на более низких отметках горизонтов для более эффективной разгрузки вод в озеро Керепеть;

расчистка озера и имеющихся открытых дренажных систем озера Керепеть;

установление отсечного горизонтального дренажа (в комбинации с вертикальным) и установление дополнительной системы ЛК по улицам микрорайона;

обустройство у озер Ериневское и Зырянское системы понижающих скважин [3].

Целью вышеперечисленных мероприятий является обеспечение оптимальных условий взаимодействия городской застройки с природной средой, рациональное использование и охрана геологической среды застраиваемой территории микрорайона Черемошники. Выполнение некоторых мероприятий вышеуказанного плана было осуществлено департаментом ДСБиГ в 2004-2005 гг., а именно: капитальный ремонт имеющейся насосной станции, сбросного сооружения с затворами дамбы, ЛК по улице Героев Чубаровцев, расчистка озера Керепеть и имеющихся открытых дренажных систем. Осуществление данных работ дало положительный эффект по снижению процессов затопления и подтопления территории микрорайона Черемошники.

Данная проблема весьма актуальна в наше время в связи с постоянным расширением территорий жилых зон и их застройкой. Кадастровый инженер, выдавший паспорт объекта, несет ответственность за утвержденный проект. В случаях особенностей рельефа разработчики проекта застройки должны быть полностью проинформированы о состоянии почвенных горизонтов и их характеристикой, дабы свести к минимуму или исключить полностью риски обрушения здания, оползневых процессов, подтопления и вытекающих отсюда неприятных последствий.

Литература

1. Ажирей, Г.Д. Структурная геология. / Г.Д. Ажирей. – М.: МГУ, 1956. – 492 с.
2. Дегтярев, Б.М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве / Б.М. Дегтярев. – М.: Стройиздат, 1990. – 238 с.
3. Серяков, С.В. Природно-техногенные условия экологизации урбанизированных территорий на примере города Томска: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36: – Томск, 2007. – 21 с.

ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПИНСКОГО РАЙОНА

Д.П. Кузнецов

Научный руководитель доцент М.И. Струк

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, г. Минск,
Республика Беларусь*

Рациональное использование земельных ресурсов является важным фактором устойчивого социально-экономического развития районов Беларуси. Для наиболее эффективного управления имеющимися ресурсами, необходимо учитывать присущие им свойства. При этом, опираясь на теорию устойчивого развития, объединяющую в себе социально-экономическую и экологическую составляющие, предметом оценки должны выступать совместно хозяйственные и экологические свойства данных ресурсов. Подобного рода оценка земельных ресурсов выполнена для Пинского района Брестской области.

В ходе исследования рассмотрены 3 вопроса. Первый из них касается природно-ландшафтных предпосылок и особенностей сельскохозяйственного использования земельных ресурсов, второй – состава и

агрохимических свойств почв и третий – их экологического состояния и путей его оптимизации. Для получения оценок применялся сравнительно-географический метод – соответствующие показатели района сравнивались со среднеобластными.

Природно-ландшафтные предпосылки и особенности использования земельных ресурсов. Использование земельных ресурсов в сельском хозяйстве характеризуется высокой зависимостью от природно-ландшафтных условий территории. Пинский район располагается в южной части Беларуси и занимает центральное положение в пределах Полесской низменности. На его территории встречаются 6 типов природных ландшафтов: пойменные низины со старичными озерами (16% территории), аллювиальные аккумулятивные низины первой надпойменной террасы (4%), аллювиальные аккумулятивные и озерно-аллювиальные эрозийно-аккумулятивные низины второй надпойменной террасы (24%), плоские низины с отложениями торфа (болотные ландшафты) (35%), водно-ледниковые равнины (9%), моренные равнины (12%).

Приведенная ландшафтная структура района позволяет выделить важные для его хозяйственного использования особенности. Важнейшей из них является преобладание низинных ландшафтов, занимающих 79% площади и характеризующихся неглубоким залеганием грунтовых вод. Причем более половины территории приходится на болотные, а также пойменные ландшафты р. Припяти и ее притоков, распространение которых превышает, соответственно, в 2 и 1,6 раза средние для Полесской ландшафтной провинции значения. Данная особенность осложняет использование этих земель под пашню, т.к. требует применения мер по регулированию водного режима (защита от наводнений, осушительная мелиорация). В то же самое время наличие в районе больших площадей пойменных земель обуславливает благоприятные предпосылки формирования луговых угодий и разведения крупного рогатого скота.

В структуре земельных угодий Пинского района на первом месте находятся сельскохозяйственные земли, доля которых составляет 41,1%, что на 2,8% ниже среднего для Брестской области уровня. Второе место занимают леса, на которые приходится 30,5% территории, это в 1,3 раза меньше средней для области величины. Далее следуют болота – 14%. Показатель заболоченности территории Пинского района почти в 2 раза превышает таковой Брестской области (7,7%) и является самым высоким среди районов Беларуси.

В составе сельскохозяйственных земель рассматриваемого района площадь пахотных и луговых угодий примерно одинакова, в отличие от области, где доля первых в 1,4 раза выше [5]. Тем самым проявляется отмеченная выше ландшафтная специфика района с широким распространением болотных и пойменных ландшафтов. Относительная обеспеченность сельских жителей Пинского района сельскохозяйственными и пахотными землями в расчете на одного человека ниже по сравнению со среднеобластными значениями в 1,1 и 1,3 раза соответственно, луговыми же – выше в 1,2 раза. Повышенная доля луговых земель в структуре сельскохозяйственных угодий района свидетельствует о целесообразности сохранения и развития здесь мясомолочной специализации сельского хозяйства.

В соответствии с ландшафтной структурой Пинского района и преобладанием в ней низинных, зачастую заболоченных ландшафтов, решающий вклад в его сельскохозяйственное освоение внесла осушительная мелиорация. В районе доля осушенных земель в 1,2 раза выше, чем в Брестской области и составляет 28,1%, против 23,0%. В составе сельскохозяйственных угодий осушенными являются 63,4%, что в 1,3 раза выше среднего для области показателя.

В структуре осушенных сельскохозяйственных земель 60% приходится на луговые и 40% на пахотные. Доля осушенных пахотных земель составляет 55,9% от всех пахотных угодий, что в 1,5 раза выше, чем их доля в области. Среди луговых земель, на осушенные приходится 72,5%, что близко к их доле в области – 67,5% [5]. Таким образом, осушенные земли составляют основу земельных ресурсов Пинского района.

Оценка почвенного покрова. При оценке сельскохозяйственного использования земельных ресурсов важно учитывать гранулометрический состав и агрохимические показатели слагающих их почв. От гранулометрического состава почв зависит, в частности, их плодородие, подверженность эрозии, способность к восстановлению гумуса. В Пинском районе в составе сельскохозяйственных земель преобладают песчаные почвы, занимающие 61% пахотных и 47% луговых угодий. Также высока доля торфяных почв – 25% пахотных и 41% луговых земель [3].

В агрохимическом отношении почвы Пинского района характеризуются повышенной кислотностью, сравнительно высоким содержанием гумуса и низким содержанием элементов питания, в частности фосфора и калия. По средневзвешенному показателю кислотности пахотные почвы Пинского района относятся к слабокислым с $pH = 5,74$, что ниже, чем по области в целом ($pH = 5,79$). Для почв улучшенных сенокосов и пастбищ средневзвешенный показатель кислотности равен 5,67, что также ниже среднеобластного показателя (5,78) [1].

Средневзвешенное содержание гумуса для пахотных почв района составляет 2,46%, что выше, чем в пахотных почвах Брестской области в целом, где содержание гумуса равно 2,44%. Средневзвешенный показатель содержания гумуса для почв улучшенных сенокосов и пастбищ (3,05%) практически равен среднеобластному (3,06%). Обеспеченность пахотных почв района подвижным фосфором и подвижным калием ниже среднеобластной величины в 1,1 раза. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах улучшенных сенокосов и пастбищ составляет 109 мг/кг (среднее для области – 97 мг/кг), подвижного калия – 126 мг/кг (среднее для области – 131 мг/кг) [1].

Обобщающим показателем оценки сельскохозяйственных земель, определяющим эффективность их использования, является балл их плодородия. По данному показателю Пинский район уступает средним значениям аналогичных показателей Брестской области: сельскохозяйственные земли (соотношение балла плодородия – 26,4 и 29,5), пахотные земли (29,2 и 31,9), луговые улучшенные земли (25,9 и 27,6) [2].

Экологическое состояние земельных ресурсов и пути его оптимизации. Оценка экологического состояния земельных ресурсов проводилась с использованием показателей, отражающих степень деградации почв, динамику их агрохимических свойств, а также водного режима. Деградация почв проявляется через их эрозию, а по отношению к торфяным почвам – минерализацию.

В Пинском районе, как и в Брестской области в целом, в составе почвенного покрова преобладают почвы легкого механического состава – песчаные, а также торфяные. Дефляционноопасные земли занимают 70,1% сельскохозяйственных земель района, что выше среднеобластного показателя (66,3%) [4]. Поэтому важной задачей здесь является соблюдение агротехнических приемов обработки земель, препятствующих их выдуванию, а также создание соответствующей экологической инфраструктуры (полезащитных лесополос).

Минерализация торфяных почв происходит главным образом в случае их использования под пашню. Особенно интенсивно она проявляется при выращивании на этих почвах пропашных культур. В Пинском районе торфяные почвы распространены на 25% пахотных угодий. Для предотвращения их деградации данные почвы следует постепенно переводить в луговые угодья, в которых органическое вещество торфа сохраняется.

Оценка динамики агрохимических свойств почв может быть получена путем сопоставления показателей их кислотности, содержания гумуса и элементов питания на определенном временном интервале. В качестве такого интервала взят период агрохимического обследования почв 2007-2010 гг. в сравнении с 2003-2006 гг. В пахотных почвах Пинского района на указанном временном интервале фиксируется снижение кислотности, а также повышение содержания гумуса, подвижных фосфора и калия, что свидетельствует об улучшении их агрохимических свойств [1]. Для сохранения и возможного наращивания содержания гумуса в почве необходимо увеличить внесение органических удобрений. Особенно нуждаются в органических удобрениях песчаные почвы, которые в Пинском районе преобладают. Увеличение количества органических удобрений возможно за счет использования местных торфа, который может использоваться для приготовления торфонавозных компостов.

Важной проблемой эффективного использования земельных ресурсов Пинского района является изношенность мелиоративных систем. Согласно проведенной в 2010 г. инвентаризации, в реконструкции нуждаются 14,7 тыс. га мелиорированных угодий или пятая часть от их общей площади, 11,5 тыс. га остро нуждаются в проведении агро мелиоративных мероприятий. Учитывая преобладание осушенных земель в составе сельскохозяйственных угодий, реконструкция действующих мелиоративных систем является первоочередной задачей, решение которой позволит повысить их продуктивность.

Выводы. Природно-ландшафтные условия Пинского района характеризуются преобладанием низинных, зачастую заболоченных природных комплексов, и обуславливают пониженную степень его сельскохозяйственного освоения с высокой долей луговых угодий и осушительной мелиорации, что создает благоприятные предпосылки для специализации сельского хозяйства района на разведении крупного рогатого скота.

Для повышения эффективности использования земельных ресурсов Пинского района необходимо: продолжить работы по реконструкции действующих мелиоративных систем, что обеспечит поддержание оптимального водного режима почв; постепенно осуществить перевод торфяных почв, используемых под пашню, в луговые угодья, что предотвратит их минерализацию; реализовать противоэрозионные меры; увеличить внесение органических удобрений с использованием местных ресурсов торфа, пригодных для приготовления торфонавозных компостов.

Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2012. – 276 с.
2. Показатели кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств / Кузнецов Г.И., Мороз Г.М., Цытрон Г.С. и др. – Минск, 2010.
3. Почвенная карта Пинского района Брестской области. М: 1:50000. РУП «Проектный институт Белгипрозем». – 2007.
4. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск, 2001.
5. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2015 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2015.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПЛАНИРОВКИ ПАРКОВОК ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, НА ПРИМЕРЕ ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТОМСКЕ

Ж.Е. Макажанова

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории большинства муниципальных образований Российской Федерации значительной проблемой является неправильная планировка парковочных мест при строительстве зданий. Площадь парковочных мест при планировке жилых, общественно-деловых и иных зданий не соответствует установленным нормативам, а с учетом огромного прироста количества легковых автомобилей в больших городах, проблема нехватки площадей под парковочные места становится все еще актуальней.

Изначально был выбран кадастровый квартал в микрорайоне Зеленые Горки г. Томска, который ограничен пр. Новаторов, ул. Ключева, ул. Энтузиастов, ул. Ю.Ковалева (Рис.1). Были проведены привязка и отрисовка данного микрорайона в программе QGIS (Рис.2).

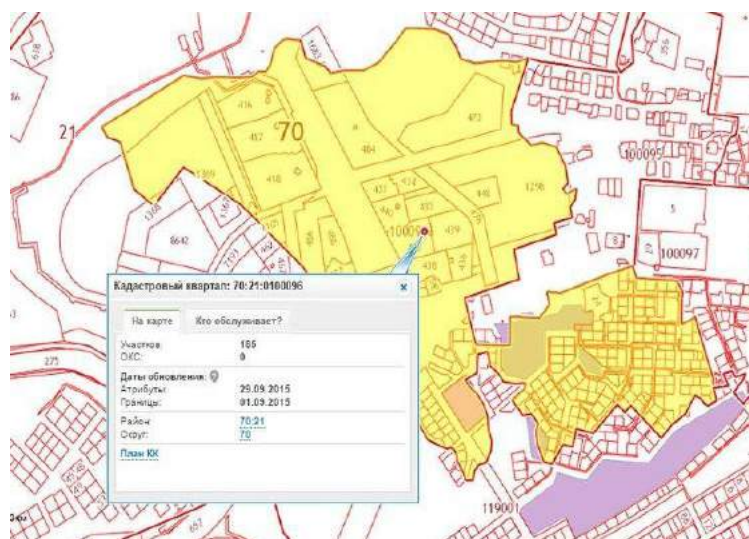


Рис.1 Кадастровый квартал в микрорайоне Зеленые Горки г. Томска [5]

Объект исследования – семнадцатизэтажное жилое здание по адресу ул. Андрея Крячковского 17. Данный объект располагается в общественно-жилой зоне ОЖ, в списке основных видов разрешенного использования имеется пункт: «Многоквартирные многоэтажные жилые дома выше 16 этажей» [1], поэтому нарушений в расположении здания на территории данной зоны нет, но в результате неправильной планировки территории вокруг данного объекта, были нарушены нормы, устанавливающие площадь парковочных мест для легковых автомобилей.

Объект имеет 17 этажей, 6 подъездов, количество жителей 816 человек [4]. По данным СНиП 2.07.01-89 - Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений принято 200 автомобилей на 1000 человек, в нашем случае на данное количество жителей – 816 чел. по нормам требуется 163 парковочных места. Также по данным того же СНиП известно, что между разметочными линиями принимается 2,5 м, глубина стоянки 6 м, откуда норма на один автомобиль равна 15 кв. м [3]. Нормативная площадь под все автомобили $15 \times 163 = 2445$ кв. м.

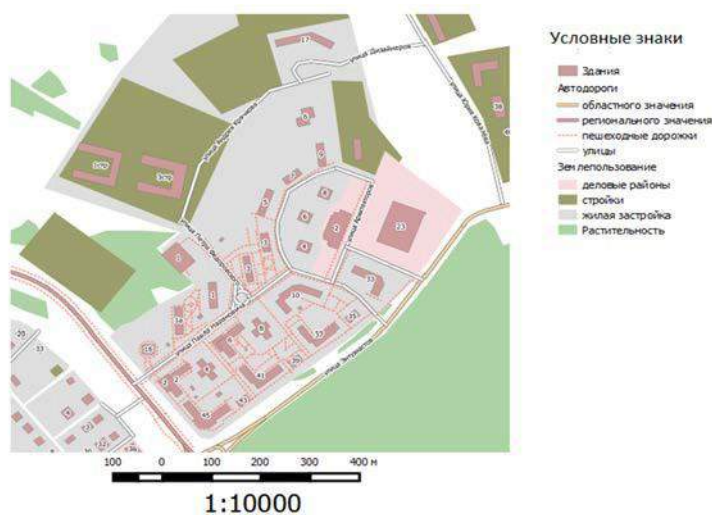


Рис.2 Привязка и отрисовка данного микрорайона в программе QGIS

На рис. 3 представлена вся площадь вокруг дома, отданная под парковочные места для автомобилей, полученная площадь меньше нормативной в полтора раза и составляет 1294,8 кв.м.

Для решения проблемы нехватки парковок в конце прошлого года в мкр. Зеленые горки был построен «Народный гараж». Цена одного парковочного места в нем составляет от 550 до 600 тысяч рублей [2].

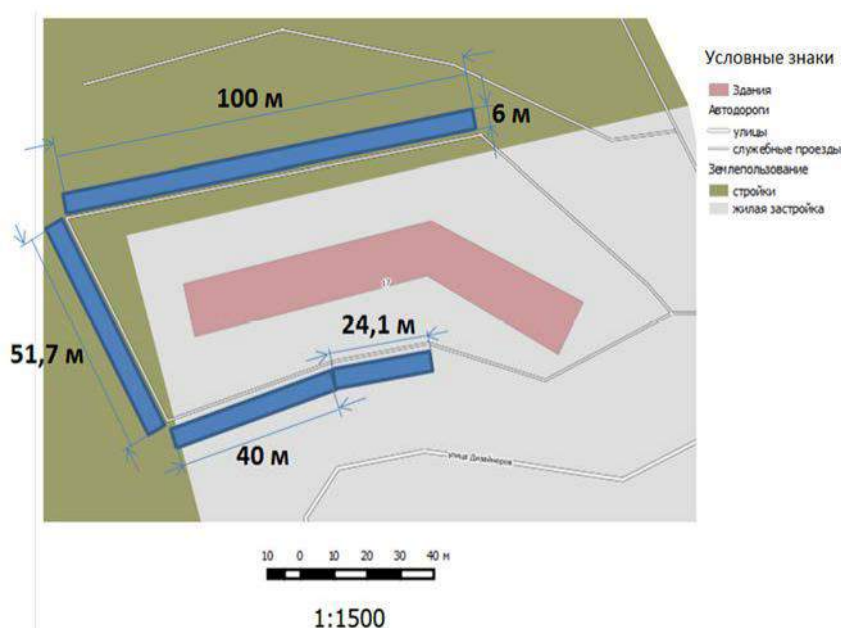


Рис.3 Площадь парковочных мест, ул. А. Крячкова 17

Томские изобретатели создали проект подземного гаража, в котором могут разместиться два автомобиля. Весь гаражный механизм размещается под землей в том месте, где нет подземных коммуникаций. Машина с нижнего этажа выводится на уровень земли независимо от того – занята ли верхняя ячейка или нет. Верхнее пространство на поверхности земли также может быть занято автомобилем. Мощности механизма достаточно, чтобы поднять три машины. Стоимость строительства такой парковки обойдется в среднем в 450 тысяч рублей с учетом покупки земли.

Еще одним решением проблемы парковочных мест могут стать полуавтоматические парковки PUZZLE используют комбинацию поперечного перемещения и подъема. Внизу количество машиномест на одно меньше по сравнению с верхним уровнем, что позволяет освободить въезд/выезд для любого автомобиля в верхнем ряду. Оборудование для парковки типа PUZZLE - это многоуровневая система паркинга. Возможно подземное и наземное исполнение.

Преимущества системы парковки типа PUZZLE:

- удобна в работе и проста в обслуживании;
- многократное увеличение числа машиномест за счет компактной парковки автомобилей на нескольких уровнях с одной подъездной дорогой;
- высокая надежность конструкции;
- высокая безопасность для машин и водителей;
- независимая парковка автомобилей;
- высокая надежность современных механизмов и привода;
- идеальное решение для придомовых механизированных автостоянок (парковки во дворах домов) [5].

Литература

1. Градостроительный атлас г. Томска Электронный ресурс. Условия доступа <http://map.admin.tomsk.ru/>
2. Публичная кадастровая карта <http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/>
3. СП 42.13330.2011 СНиП 2.07.01-89 – Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Минрегион России, 2011. – 109 с.
4. Томская домостроительная компания <http://tdsk.tomsk.ru/>
5. Parking City Механизированные паркинги и лифты <http://www.cipark.ru/equipment/poluavtomat/>

СОСТОЯНИЕ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ В ТОМСКЕ

Е.С. Макарецова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории г. Томска продолжительность залегания снежного покрова составляет около полугода. Снег вывозят и складируют на площадки (снежные отвалы). Во время его таяния аккумулированные загрязняющие вещества, поступают в почвы и, возможно, грунтовые воды, чем создают потенциальную экологическую угрозу населению, растениям и животным.

Следует отметить, что у администрации г. Томска и Томской области информация о границах, площадях снежных отвалов и времени начала их эксплуатации отсутствует. Это препятствует определению их возраста, уровню накопления загрязняющих веществ и планированию объема работ для обеспечения экологической безопасности.

Целью работы являлось определение истории и состояния снежных отвалов в Томске.

Для ее достижения были решены следующие задачи:

1. Установить года начала эксплуатации снежных отвалов;
2. Определить динамику изменения их площадей;
3. Выявить закономерности изменения плотности почвы снежных отвалов в связи с возможным переуплотнением поверхностного слоя транспортными средствами.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись территории снежных отвалов, функционирующих в г. Томске по адресу: ул. Мостовая 40а и поселок Хромовка 35/2.

Методы исследования: картографический, геоинформационный, количественные (картометрический, статистический), лабораторный. Создание и анализ графических и картографических материалов проводили с применением инструментария ГИС MapInfo v8.5 и QGIS. Для оценки изменения площади каждого снежного отвала, с момента его образования по текущий год использовали космические снимки высокого пространственного разрешения территории г. Томска из приложения GoogleEarth в период с 2006 по 2015 год [2].

Для взятия почвенных образцов на снежных отвалах выявляли опытные площадки и закладывали на них один или два разреза до полутора метров и глубже. Образцы для анализа брали из средней части каждого горизонта с помощью стального кольца известного объема. Диаметр кольца составлял 5.6 см, высота – 4 см. Взятие почвенных образцов и их анализ производили под руководством профессора кафедры общей геологии и землеустройства А.В. Захарченко. Образец почвы из кольца вынимали, взвешивали, затем помещали в термостат и высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С. По формуле определяли влажность почвы и рассчитывали ее плотность по формуле $\rho = \frac{m}{V}$, г/м³, [1], где ρ - плотность, m - масса пробы, V – ее объем. Анализы почвообразцов выполняли в лаборатории кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ТПУ под руководством доцента В.В. Крамаренко.

Результаты исследований

Анализ космоснимков на глубину 10 лет позволил точно установить дату начала их эксплуатации. Для снежного отвала по адресу ул. Мостовая – это 2007 год; по адресу пос. Хромовка – 2010 год. На следующем этапе было определено изменение площади каждого снежного отвала с момента его образования по текущее время (рис. 1). Максимальный прирост площади отмечен для снежного отвала по адресу пос. Хромовка (+87 % к исходной). Площадь снежного отвала на ул. Мостовая сократилась на 30 % от исходной в связи со строительством складских помещений.

На основании данных о ежегодных изменениях площадей изучаемых снежных отвалов с момента их образования и по 2015 год (табл. 1) был сделан вывод о том, что средняя скорость роста площадей составляет 6-18 процентов в год.

Результаты анализа проб почвы, взятых со снежных отвалов по адресу пос. Хромовка и ул. Мостовая представлены на рис.2. Установлено, что по мере углубления с 0 до 60 см на снежном отвале в пос. Хромовка плотность почвы на фоновом участке возрастала на 20 %, на снежном отвале убывала на 32 %. На снежном отвале в диапазоне 0-40 см плотность почвы уменьшалась в пять раз. Для установления причин этого явления необходимо проведение дополнительных исследований.

Таким образом, по итогам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Годы начала эксплуатации снежных отвалов в г. Томске: по ул. Мостовая 40а – 2007 год; по адресу пос. Хромовка 35/2 – 2010 год.
2. Средняя динамика роста площади снежных отвалов в г. Томске за 10-летний период составляет 18%.
3. Плотность почвы с глубиной на снежном отвале уменьшается, на фоновом участке – возрастает.

Таблица

Динамика изменения площадей снежных отвалов по годам (кв. м)

Адрес	2006	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ул. Мостовая	-	148736	158945	176992	178954	76785	83647	104781	143578	103125
Пос. Хромовка	-	-	-	9663	7463	31598	44773	50653	57335	71857

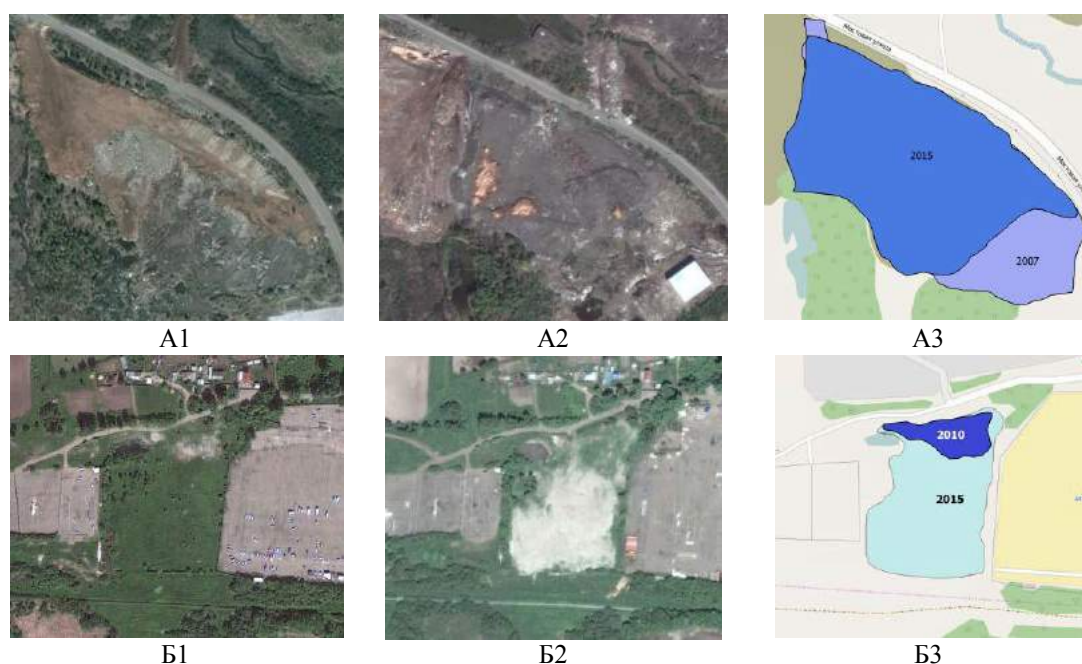


Рис. 1 – Космические снимки и схема изменения площадей снежных отвалов по адресам:
А – Мостовая 40а в 2007 г. (А1) и в 2015г. (А2)ю А3 – схема изменения;
Б – пос. Хромовка 35/2 в 2010 г. (Б1) и в 2015 г. (Б2);Б3 – схема изменения

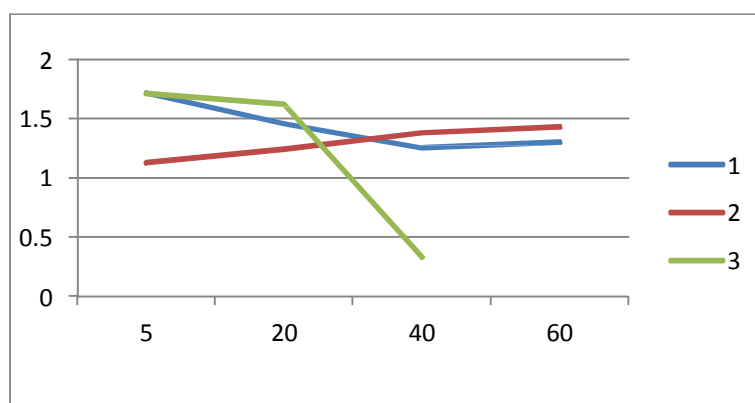


Рис.2 – Зависимость плотности почвы от глубины разреза, пос. Хромовка
 (1 - на снежном отвале, 2 - фон); 3 - снежный отвал на ул. Мостовая. Взятие фоновой пробы на снежном отвале по ул. Мостовой не производили в связи с антропогенно измененным составом почвы после рекультивации

Литература

1. Полевые исследования свойств почв / М.А. Мазиров [и др.]; Владим. гос. ун-т имени А.Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с
2. GoogleEarth. Планета Земля для ПК. Электронный ресурс. Условия доступа <http://www.google.com/earth/>

УЧЁТ УЧАСТКОВ ЛЕСНОГО ФОНДА ПОД ОБЪЕКТАМИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Е.А. Монахова

Научный руководитель старший преподаватель Р.Э. Серякова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пространственным базисом социально-экономического развития Российской Федерации, а также каждого региона в частности, являются земельные ресурсы. Лесной фонд Российской Федерации, занимающий около 70% территории [1], является особо важным стабилизирующим природным комплексом страны. В настоящее время оборот лесных земель запрещён, однако они могут передаваться в аренду и концессию [2].

В Сибирском федеральном округе, месторождения стратегически важных полезных ископаемых, в том числе нефть и газ, часто разведывают непосредственно на участках земель лесного фонда. Для обеспечения деятельности компаний необходимо выделение земельных участков под капитальное строительство и эксплуатацию нефтяных месторождений, геологическому изучению недр и заготовку древесины. Под эти цели, не связанные с созданием лесной инфраструктуры, отводят лесные и нелесные земли, занятые эксплуатационными лесами. В таких случаях, чаще всего, необходимо оформить договор аренды, в котором графически привести информации о том, какие участки месторождения предоставляются в краткосрочную аренду (на период строительства, до 5 лет), а какие в долгосрочную аренду (на период строительства и эксплуатации). В краткосрочную аренду предоставляют участки, занятые автозимниками и вахтовыми поселками, в долгосрочную – площадки скважин, нефтегазосборных сетей, автомобильными дорогами к ним и линиями электропередач. Таким образом, на землях лесного фонда неумолимо создается урбанистическая среда, которая является условием труда и временного проживания для многих специалистов, совершенствующаяся год от года.

Таблица

Различия и сходства учета земельного участка лесного фонда в Государственном кадастре недвижимости и Лесном реестре

	Государственный кадастр недвижимости [4]	Лесной реестр
Документы	Заявление о кадастровом учете земельного участка. К заявлению прилагаются: межевой план; документ, подтверждающий соответствующие полномочия заявителя.	Заявление; проект освоения лесов; межевой план.
Характеристик и зем. участка	Площадь земельного участка	
	Вид объекта недвижимости; кадастровый номер; описание местоположения границ; ранее присвоенный государственный учетный номер; кадастровые номера строений; сведения о вещных правах и их ограничениях; категория земель; вид разрешенного использования.	Наименование субъекта Российской Федерации, муниципального образования, лесничества, лесопарка, участкового лесничества, номера лесных кварталов, лесотаксационных выделов; вид разрешенного использования лесов в соответствии с лесохозяйственным регламентом лесничества, лесопарка; таксационное описание лесного участка; целевое назначение лесов (категории защитных лесов); картографические материалы с нанесением границ участковых лесничеств, лесных кварталов, лесотаксационных выделов, видов целевого назначения лесов, номеров лесных кварталов, границ лесного участка с указанием румбов и длины граничных линий, номеров лесотаксационных выделов и площади в масштабе планшета М 1:10000 либо плана лесных насаждений М 1:25000, либо карты-схемы лесничества или лесопарка М 1:100000.
Сроки проведения учета	1 месяц с даты предоставления проектной документации	

Каждый вновь образуемый земельный участок должен пройти государственную регистрацию. Двойственность учета лесных участков (в лесном реестре и государственном кадастре недвижимости) ведет к увеличению экономических потерь и предприятий-заказчиков, и предприятий-исполнителей данного вида работ. Расходы заказчиков выражаются в виде финансирования двух стадий регистрации земельных участков, а предприятий исполнителей – в виде затрат на заработную плату землеустроителя и/или кадастрового инженера, производительность труда которого снижается в пересчете на конкретные выполненные проекты, а также командировки для согласования и т.д. Необходимо отметить, что документы, которые подготавливают для постановки лесного участка на лесной реестр и для проведения государственного кадастрового учета не взаимозаменяемы (таблица).

В документах, на основании которых подготавливают межевой план, отличаются площади земельных участков, а иногда и местоположение от данных в договорах аренды и прилагаемых к ним планах лесных участков, на основании которых ведется регистрация в лесном реестре. При этом к договорам аренды прикладывают планы лесных участков, подписанные лесничествами, что противоречит законодательству [3].

Планы лесных участков должны подписываться органом, осуществляющим ведение лесного реестра, т.е. министерством лесного хозяйства Российской Федерации.

До недавнего времени участки лесного фонда преимущественно были учтены только в лесном реестре, в государственном кадастре недвижимости учитывали в основном находящиеся близ динамично развивающихся и застраиваемых населенных пунктов. Это привело к отсутствию записей о правообладателях таких участков в едином государственном реестре прав. С 01.01.2015 г. предоставление гражданам и юридическим лицам лесных участков без проведения государственного кадастрового учета не осуществляется [2].

При постановке на государственный кадастровый учет участков лесного фонда, занятых линейными объектами, возникают множественные пересечения, чересполосица. Эти недостатки при ведении государственного кадастрового учета необходимо ликвидировать, так как границы участка должны быть уникальными. В лесном реестре же такие пересечения вполне допустимы. Все это приводит к неэффективному использованию земельных ресурсов и несоответствию сведений ситуации в натуре.

Для снижения финансовых потерь, а также устранения пересечений, чересполосицы требуется обновление данных о земельных участках (точные координаты, картографический материал, сведения о таксационном составе лесов и т.д.). В век информационных технологий, самым эффективным и экономически выгодным методом дистанционного зондирования земель является аэрофотосъемка. Использование современных навигационных систем упрощает получение элементов внешнего ориентирования снимков и тем самым кардинально сокращает наземные геодезические работы по обеспечению съемки. Программное обеспечение и мощность персональных компьютеров позволяют обрабатывать колоссальный объем данных в короткие сроки. Такой подход к сбору информации о земельных участках не только позволит сократить лишние затраты предприятию, но и в перспективе поможет заменить имеющийся в настоящее время в лесничествах материал на новый и качественный.

Литература

1. Земельный фонд Российской Федерации (на 1 января 2013 года): справочник / Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). - М.: Росреестр, 2013. – 694 С.
2. Лесной кодекс Российской Федерации: [принят Гос. думой ФС РФ 08.11.2006 г.; действующая редакция от 12.03.2014 г.]. URL: <http://www.consultant.ru/popular/newwood/> (дата обращения 15.02.2016г.).
3. Межевание земель лесного фонда. Проблемы и варианты их решения. Филиал ФГБУ "Федеральная кадастровая палата Росреестра" по Республике Татарстан, 2013. URL: <http://kadastr.tatarstan.ru/rus/index.htm/news/210576.htm> (дата обращения 27.02.2016г.).
4. Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» от 24.07.2007 года №221-ФЗ URL: <http://base.garant.ru/12154874/> (дата обращения 17.02.2016г.).

НЕОБХОДИМОСТЬ ГАЗИФИКАЦИИ ПОСЕЛЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Москвина

Научный руководитель старший преподаватель В.Н. Поцелуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Газоснабжение – одна из форм энергосбережения, которая представляет собой деятельность по обеспечению потребителей газом, в том числе по формированию фонда разведанных месторождений газа, добыче, транспортировке и подаче газа непосредственно его потребителям.

Газопровод – отвод, предназначенный для подачи газа от магистральных распределительных или базовых газопроводов к городам, населенным пунктам и отдельным крупным потребителям.

Газораспределительная станция (далее – ГРС) – совокупность технологического оборудования для снижения давления, очистки, одоризации и учета расхода газа перед подачей его в газораспределительную сеть. Источник газоснабжения в газификации.

Межпоселковый газопровод – газопровод газораспределительной сети, проложенной вне территории поселений [2]

Уровень газификации жилищного фонда Томской области по состоянию на 01.01.2014 равен 19,2%, при этом уровень газификации природным газом – 6,6%, сжиженным газом – 12,6%. Однако уровень газификации жилищного фонда Томской области остается крайне низким и значительно отстает от средних по России показателей – 63%.

Низкий уровень газификации жилищного фонда Томской области и малые объемы потребления газа населением вызваны слабым развитием системы газоснабжения, что особенно характерно для сельских районов Томской области. Прежде всего это связано с тем, что строительство газопроводов-отводов ко многим населенным пунктам, территориально удаленным от магистральных газопроводов, является экономически нерентабельным и требует значительных капитальных вложений. Низкая плотность населения, большие расстояния между заселенными территориями, сложный рельеф, связанный с существенной наводненностью местности, делают газовые проекты на территории Томской области инвестиционно непривлекательными. Из 586 населенных пунктов Томской области газифицировано природным газом 76 населенных пунктов. Сжиженный углеводородный газ поступает в 361 населенный пункт. Большая часть населенных пунктов в Асиновском, Первомайском, Зырянском, Тегульдетском, Бакчарском и Верхнекетском районах Томской области не имеет доступ к природному газу.

Таким образом, к основным проблемам, препятствующим эффективному развитию газоснабжения в Томской области, относятся:

1. удаленность потенциальных потребителей от существующих газораспределительных систем;
2. высокая относительная стоимость первоначальных капитальных затрат при строительстве объектов газоснабжения в совокупности с затратами на газификацию жилых помещений, существенно превышающая размер среднедушевого дохода в Томской области;
3. низкая доходность проектов газификации, что вызвано незначительными объемами потребления природного газа [3]

Вместе с тем в структуре потребления топлива населением Томской области ведущее место занимают дрова. Для непродовольственной сферы (теплоснабжающие организации жилищно-коммунального хозяйства) характерно использование дальнепривозного топлива – угля, что в условиях низкого коэффициента транспортной доступности территорий Томской области является невыгодным. Помимо угля распространено сжигание дорогостоящей сырой нефти, являющейся ценным углеводородным сырьем.

В настоящее время по темпам газификации Томская область существенно отстает от соседних областей по количеству газифицированных природным газом домовладений. По данному показателю Томская область уступает в 2 раза Новосибирской области, в 3 раза Алтайскому краю и в 6 раз Омской области.

Основными потенциальными потребителями газа в поселении являются энергоёмкие объекты жилищно-коммунальной сферы – муниципальные и частные газовые котельные, на долю которых приходится до 95% потребляемых энергетических ресурсов, в свою очередь приоритетными потребителями тепловой энергии от этих котельных являются бюджетная сфера и население. Прочие потребители газа (промышленность, частные предприятия) составляют незначительную долю и оцениваются как 5% от общего прогнозируемого объема потребления природного газа.

Технологический процесс производства и передачи тепла на всех стадиях характеризуется низкой эффективностью (котлы морально и физически устарели) и значительными потерями в теплосетях (от 20% до 51%), следствием чего является высокая себестоимость тепловой энергии, которая в настоящее время составляет в среднем 1350 руб./Гкал. Проблема топливоснабжения является особо актуальной и находит свои проявления в следующем:

- существующая транспортная схема доставки топлива значительно отражается на бюджете;
- использование в больших объемах нефти - дорогостоящего топлива;
- низкое качество угля из-за транспортировки и вынужденного долгого хранения;
- рост цен на топливо за последние семь лет составил для угля 470%, для нефти – 1140% .

Для проведения газопровода низкого давления (0,003 МПа), в пример было взято поселение в Томской области – Губино, в структуре топливного баланса ведущее место занимают дрова, а также применяется только сжиженный газ, завозимый в баллонах, так как все это вызвано отсутствием газоснабжения [2]

Губино – деревня в Томском районе Томской области. Входит в состав Моряковского сельского поселения. Население – 555 чел, на 1 января 2015 – 559 чел. Деревня стоит на берегу реки Куртук. Расстояние от Томска до деревни Губино 33 км, площадь объекта составляет 8 км квадратных, длина предлагаемого газопровода составляет 6 км 300 м, соответственно проложение газопровода низкого давления не будет столь затратным из-за небольшой протяженности объекта.

Переход к использованию природного газа в режиме поквартирной газификации позволяет населению снизить затраты на приготовление пищи (в 1,5 – 2 раза по сравнению с использованием дровяного топлива, в 5 – 6 раз по сравнению с использованием электричества) и на теплоснабжение (в 4 – 5 раз).

Улучшить экологическое состояние воздушного бассейна. Перевод на газ потребителей, использующих в качестве топлива каменный уголь, позволит не только сократить объем вредных выбросов в атмосферу, но и решить проблему утилизации угольного шлака. Газификация ближайших поселений Томской области – это экологичное и экономичное топливо.

Для нормального функционирования народно-хозяйственного комплекса и социальной сферы поселения Губино необходимо сформировать оптимальный топливно-энергетический баланс и обеспечить максимальную независимость от привозных топливно-энергетических ресурсов.

Изначально газ движется по магистральному газопроводу с высоким давлением, примерно от 30 до 55 атмосфер. Небольшие поселковые сети такое давление выдержать не могут, поэтому там, где это необходимо, его будут понижать до 6 – 12 атмосфер на специальных газораспределительных станциях. Распределительная сеть разводит газ по всему посёлку. Отводы появляются фактически у каждого дома, и жители могут заняться подключением к сети в удобное для них время.

Длина планируемого газопровода 6 км 300 м. На 2015 г. постройка одного километра газопровода составляла 1200 000 тыс. руб. Для отвода от магистрального газопровода к поселению Губино, можно примерно посчитать, что на строительство и монтажные работы будет затрачено 7600 000 млн. руб.



Рис. Отвод газопровода к дому [4]

Литература

1. Волков С.Н. Землеустройство. Т 2. Землеустроительное проектирование. – М.: Колос, 2001. — 632 с.
2. СТО Газпром РД 2.5-141-2005 - Газораспределение. Термины и определения: Введ. 18.03.2005. - М.: ООО «ИРЦ Газпром», № 5, 2005. [электронный ресурс]. URL: http://snipov.net/c_4683_snip_112088.html
3. Строительные нормы и правила: Газораспределительные системы: СНиП 42-01-2002: Введ. 01.07.2003. -М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 59 с: ил.
4. Удобное топливо. Как ведется газификация Томской области: [электронный ресурс]. URL: <http://obzor.westsib.ru/article/421838>

АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КУНГУРСКОМ РАЙОНЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.А. Оборина

Научный руководитель доцент Н.П. Шалдунова

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика

Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Россия

По данным статистической отчетности, площадь земельного фонда Кунгурского муниципального района на 01.01.2015 г. составила 439,1 тыс. га, из них земли сельскохозяйственного назначения занимают 267,8 тыс. га или 61%. Анализ изменения структуры земельного фонда Кунгурского муниципального района за десять последних лет показал, что структура претерпела некоторые изменения. Сократились площади земель сельскохозяйственного назначения и земель запаса, увеличилась площадь земель населенных пунктов, промышленности, лесного фонда, особо охраняемых территорий. [3]

Установлено, что за 10 лет площадь земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась на 1,3 тыс. га (0,48%), земли запаса на 5,4 тыс. га. При этом отмечается увеличение площади лесного фонда на 5,9 тыс. га. Такая тенденция последние десятилетия для Пермского края вполне закономерна, так как повсеместно отмечается зарастание сельскохозяйственных угодий лесом, при этом часть зрелых лесных участков из категории земель сельскохозяйственного назначения переводится в земли лесного фонда. Проведенный прогноз изменения структуры земельного фонда района методом экстраполяции показал, что при сохранении сложившихся тенденций через 5 лет, можно ожидать сокращения площади земель сельскохозяйственного назначения на 3,2 тыс. га (1,2%). Будут продолжаться процессы увеличения площади лесного фонда, а это значит, зарастание сельскохозяйственных угодий и последовательный перевод их в категорию лесного фонда. Возможно увеличение площади земель лесного фонда к 2017 году на 17,2 тыс. га (12,2%). [3]

С начала земельных преобразований, на землях сельскохозяйственного назначения произошли необратимые процессы. За четверть века, во-первых, ликвидирована монополия государства на земли сельскохозяйственного назначения, сформировано многообразие форм собственности. Во-вторых, на смену колхозов и совхозов пришли новые формы хозяйствования.

Так, например, в Кунгурском муниципальном районе Постановлением администрации района [1] в 1992 г. существовавшие хозяйства были реорганизованы в акционерные общества открытого и закрытого типов,

коллективные сельскохозяйственные предприятия, товарищества с ограниченной ответственностью и другие. Также данным Постановлением земли закреплены за организациями в коллективную совместную собственность из расчета площади земельного пая на членов трудового коллектива, пенсионеров, работников сферы обслуживания.

Постановлением Правительства РФ от 01.02.1995 № 96 [2] был определен порядок осуществления прав собственников земельных долей, а фактически сельскохозяйственные предприятия продолжили использовать земельные массивы, находящиеся в коллективно-долевой собственности, без оформления правоустанавливающих документов. Таким образом, из всех земель сельскохозяйственного назначения Кунгурского района на 01.01.2013 г. на долю земель, находящихся в частной собственности, приходилось 112,1 тыс. га (41,9%), из них большинство представляло собой земли общедолевой собственности. При этом площадь «невостребованных» долей составляла 32,8 тыс. га (38%) от общедолевой собственности.

В результате протекавших экономических процессов в агропромышленном комплексе, часть сельскохозяйственных предприятий были признаны банкротами, и, как следствие, значительные площади сельскохозяйственных угодий не используются ни сельскохозяйственными товаропроизводителями, ни собственниками земельных долей.

Анализ трансформации землепользований в Кунгурском районе показал, что в 1992 г. площадь земель сельскохозяйственного назначения, передаваемая в коллективную совместную собственность, составляла 117,3 тыс. га, в том числе сельскохозяйственные угодья 113,7 тыс. га, из которых пашни 105,0 тыс. га. Согласно отчетным данным на 01.01.2015г. за предприятиями, занимающимися сельскохозяйственным производством, числятся 106,6 тыс. га, что на 9% меньше чем было в 1992 году, пашни используется меньше на 30%. Кроме того, ряд предприятий входящих в это число, в настоящее время находятся на грани банкротства. Сводная информация представлена в таблице 1.

Одной из задач земельной реформы, на начальных ее этапах, являлось перераспределение земельного фонда в пользу граждан, создания крестьянских (фермерских) хозяйств. Но ожидаемого массового формирования крестьянских (фермерских) хозяйств не последовало.

Так, в Кунгурском муниципальном районе Пермского края зарегистрировано 192 крестьянских (фермерских) хозяйств, которые занимают 3,9 тыс. га, из них в собственности - 72%, в постоянном (бессрочном) пользовании - 12%, на правах аренды - 16%. Средняя площадь земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства по району - 20,3 га. Однако по данным органов местного самоуправления за 2015 год прошли перерегистрацию всего 31 крестьянское (фермерское) хозяйство, остальные прекратили или приостановили хозяйственную деятельность.

Таблица 1

Анализ трансформации землепользований в Кунгурском муниципальном районе

	Формы хозяйствования	Количество предприятий	Средний размер одного землепользования, тыс. га	Общая площадь, тыс. га	в том числе	
					сельскохозяйственных угодий, тыс. га	из них пашни, тыс. га
1992	Всего, в том числе:	24	-	117,3	113,6	105,0
	- колхозы	11	4,6	50,6	-	-
	- совхозы	11	5,8	63,5	-	-
	- иные формы хозяйствования	2	1,6	3,2	-	-
2015	Всего, в том числе:	20	-	106,6	78,6	73,9
	- общества с ограниченной ответственностью	11	6,8	74,5	-	-
	- сельскохозяйственные производственные кооперативы	7	3,2	22,2	-	-
	- открытые акционерные общества	2	3,2	6,3	-	-

Проведенный анализ показал, что за последние 25 лет уменьшилось общее количество сельскохозяйственных товаропроизводителей. Вместо 24 крупных колхозов и совхозов со средней площадью 4600 и 5800 га соответственно, в настоящее время ведут хозяйственную деятельность: 11 обществ с ограниченной ответственностью со средней площадью 6800 га, 7 сельскохозяйственных производственных кооперативов со средней площадью 3200 га, 2 открытых акционерных общества со средней площадью 3200 га и 31 крестьянское (фермерское) хозяйство со средней площадью 20,3 га.

Анализ использования земель сельскохозяйственными предприятиями на 01.01.2015г. показал, что 25,6 тыс. га (24,0%) не используются, большую долю неиспользуемых угодий составляет пашня 10,1 тыс. га, а это 14% от площади всех землепользований предприятий. В пользование другим лицам передано 1,2 тыс. га или 1%. Сводная информация представлена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика использования земель сельскохозяйственного назначения Кунгурского муниципального района сельскохозяйственными предприятиями

Землепользования сельскохозяйственных предприятий	Всего земель		Используется		Передано в пользование другим лицам		Не используется	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Общая площадь - всего	106,6	100	79,8	75	1,2	1	25,6	24
в том числе сельскохозяйственных угодий,	78,6	100	65,7	84	1	1	12	15
из них: пашня	73,9	100	62,8	85	1	1	10,1	14

Несмотря на развивающуюся политику импортозамещения и поддержку со стороны государства, рост активности на местах не наблюдается. Отсутствуют новые товаропроизводители в агропромышленном комплексе. Значительная часть сельскохозяйственных угодий, в т.ч. пашни не используется ни сельскохозяйственными предприятиями, ни крестьянскими (фермерскими) хозяйствами.

Литература

1. О перерегистрации земель сельскохозяйственных, промышленных, других предприятий, организаций и учреждений и закреплении за ними земель в собственность, пользование, в аренду [Постановление Администрации Кунгурского района Пермской области № 126 от 02.11.1992г.] // Копия архивного отдела Пермской области, г. Кунгур от 07.08.2006г.
2. О порядке осуществления прав собственников земельных долей и имущественных паев [Электронный ресурс]:[Постановление Правительства РФ от 01.02.1995 N 96] //СПС КонсультантПлюс
3. Оборина А.А., Шалдунова Н.П. Тенденции использования и перераспределения земель сельскохозяйственного назначения в Кунгурском районе Пермского края// Перспективы науки – 2015: Сборник докладов I Международного заочного конкурса научно-исследовательских работ (12 октября 2015 года). Том 3 (Естественные науки) / Научный ред. д.э.н., проф. А.В. Гумеров. – Казань: ООО «Рокета Союз», 2015. – Т.3. – С. 85 – 89.

РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ, ЗАНИМАЕМЫХ ПОЛИГОНАМИ, ПРИ ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В РОССИИ И ЕВРОПЕЙСКИХ СПОСОБАХ ХРАНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Н.А. Отчик, А.Ф. Васильева

Научные руководители доцент О.М. Гергет, профессор О.А Пасько
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В России свалки и полигоны твердых бытовых отходов(ТБО) занимают площадь более 40 тыс. га, закрытые (заполненные) свалки и полигоны – около 50 тыс. га, ежегодно происходит отчуждение примерно одной тысячи гектаров [1]. Остро стоит проблема минимизации площади этих объектов утилизации [3, 4], которая определила цель данного исследования. Для ее достижения были решены следующие задачи:

1. Расчет объема образование ТБО с учетом норматива на 36 лет;
2. Расчет проектной вместимости полигона ТБО с учетом коэффициентов уплотнения;
3. Нахождение высоты полигона ТБО с учетом конечной численности населения через 36 лет проектное время эксплуатации полигона ТБО);
4. Расчет площади полигона ТБО при существующих в России и в Европе способе утилизации отходов

Объектами исследования стали полигоны ТБО, характеристика которых была предоставлена департаментом охраны природы и окружающей среды.

При прогнозировании изменении площади полигонов ТБО, за отправную точку были взяты данные таблицы 1, характеризующие нормативные данные по образованию ТБО в ряде населенных пунктов в Томской области.

Таблица 1

Нормативные данные г. Северск

Наименование СП	Число зарегистрированного населения, чел.	Объем образования ТБО+КГО*
г. Северск	108407	190796,32
п. Самусь	5580	9820,8
п. Орловка	819	1441,44
д. Кижирово	108	190,08
д. Семиозерки	13	22,88
д. Чернильщиково	2	3,52
Итого	114929	202275,04

*Примечание: с учетом норматива 1,76 м³ в год на 1 чел.

При расчете площади полигона использовали такие параметры, как высота полигона и его проектная вместимость.

Проектную вместимость полигона (E_T) определяли на расчетный период эксплуатации полигона по формуле:

$$E_T = \frac{(Y^* + Y^{**}) * (N^{*} + N^{**}) * T * (k_1 / k_2)}{4}$$

где T – принимаемый срок эксплуатации полигона, $T = 36$ лет

Y^* – удельная норма накопления ТБО по объему на первый год эксплуатации полигона

Y^{**} – удельная норма накопления ТБО по объему на последний год эксплуатации полигона

N^* и N^{**} – количество обслуживаемого полигоном населения на первый и последние годы эксплуатации полигонов

k_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за срок T

k_2 – коэффициент, учитывающий объем изолирующих слоев грунта, $k_2 = 1,2$

Количество обслуживаемого полигоном населения на первый год (N^*) рассчитывали с учетом данных таблицы 1, на последний год эксплуатации полигона (N^{**}) – с учетом генерального плана развития района застройки [2]. Расчетный ожидаемый ежегодный рост населения составил 1,00133, тогда

$$N^{**} = N^* * (1,00133)^{T-1}$$

Проектную высоту полигона определяли по построенному графику (рис. 1) на последний год его эксплуатации.

При численности населения 114929 чел она составила $H_{пл} = 19$ м.

Согласно таблице 2 при $H_{пл} = 19 \rightarrow k_1 = 3,7$

В результате, проектная вместимость текущего полигона составила:

$$E_T = \frac{(1,76 + 3,286131) * (114929 + 120403,2) * 1,2 * 36}{4 * 3,7} = 3466265,9$$

а проектная вместимость полигона по европейскому образцу:

$$E_T = \frac{(0,53 * (1,76 + 3,286131) * (114929 + 120403,2) * 1,2 * 36)}{4 * 3,7} = 1837120,927$$

Требуемую площадь полигона (P) определяли по формуле: $P = k_3 * P_{ус} + P_{доп}$

где k_3 – коэффициент, учитывающий полосу вокруг участка складирования ($k_3 = 1,1$) $P_{ус}$ – площадь участка складирования, га, $P_{доп}$ – площадь участка административно-хозяйственной зона, га

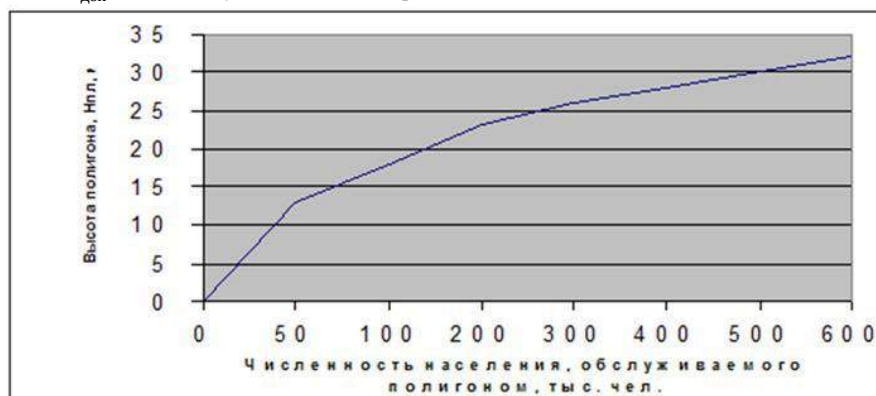


Рисунок 6 – Зависимость высоты полигона от численности обслуживаемого населения

Зависимость коэффициента уплотнения ТБО от высоты полигона

Таблица 2

Полная проектная высота полигона ($H_{пл}$), м	k_1
До 10	3
От 11 до 20	3,7
От 21 до 50	4
От 51 и более	4,5

Площадь участка складирования находили из формулы объема пирамиды (рис 2):

$$P_{\text{ус}} = \frac{3E_{\text{T}}}{N_{\text{пл}} + \Delta h} = (3k_4 * E_{\text{T}}) / N_{\text{пл}}$$

где k_4 – коэффициент, учитывающий снижение высоты пирамиды до заданной $N_{\text{пл}}$, ($k_4 = 0,5$) [4].

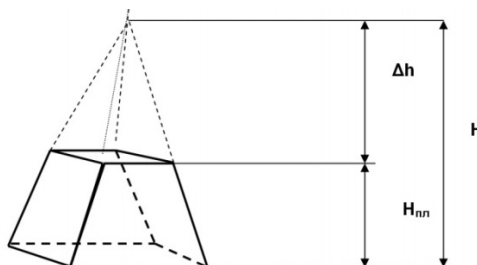


Рисунок 7 – Расчетная схема для определения размеров полигона ТБО

Тогда для текущего полигона: $P_{\text{ус}} = (1,5 * 3466265,9) / 19 = 273658,5711$

Принимая размер участка административно-хозяйственной зоны $P_{\text{доп}} = 0,1 * P_{\text{ус}}$, получили требуемую площадь:

$$P = 1,1 * 273658,5711 + 0,1 * 273658,5711 = 328390,28532 (\text{м}^2)$$

Для полигона по европейскому образцу: $P_{\text{ус}} = (1,5 * 1837120,927) / 19 = 145035,8627$

Принимая размер участка административно-хозяйственной зоны $P_{\text{доп}} = 0,1 * P_{\text{ус}}$, получили требуемую площадь:

$$P = 1,1 * 145035,8627 + 0,1 * 145035,8627 = 174043,03524 (\text{м}^2)$$

Сравнение площади полигонов ТБО в России и в Европе показало, что для утилизации одних и тех же объемов отходов в Европе понадобится территории на 47% меньше, за счет их рециклинга.

Литература

1. Изменение качества окружающей среды при захоронении ТБО на полигонах и свалках. Электронный ресурс: Условия доступа <http://ztbo.ru/o-tbo/lit/antropogennoe-zveno-biologicheskogo-krugovorota/izmenenie-kachestva-okruzhayushej-sredi-pri-zaxoronanii-tbo-na-poligonax-i-svalkax>
2. Методические указания для расчетов «Обустройство полигонов твердых бытовых отходов». Электронный ресурс: Условия доступа http://polevaya-tetrad.narod.ru/Otkroveniya-bolot/Upravlenie_othodami_Obustroistvo_poligona_TBO.pdf
3. Пасько О. А., Мочалова Т. Н. Временное и территориальное изменение токсичности почв полигона твердых бытовых отходов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. №7. – С. 40-45.
4. Pasko O.A. Mochalova T. N. Toxicity Assessment of Contaminated Soils of Solid Domestic Waste Landfill // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2014. — Vol. 21: XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development 7–11 April 2014, Tomsk, Russia. — [012044, 5 p.]. Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/21/1/012044>

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТИПА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ТАРСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Петров

Научный руководитель доцент М.Н. Веселова

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, г. Омск, Россия

Жизнедеятельность человека невозможна без использования природной среды в процессе природопользования. В зависимости от вида используемого ресурса формируется тип природопользования. Наиболее зависим от качества компонентов природной среды сельскохозяйственный тип природопользования. Сельскохозяйственное природопользование представляет собой сложную систему, которая включает в себя, с одной стороны, воздействие человека на почву, растительный покров, поверхностные воды, а с другой – реакцию компонентов природной системы на эти воздействия [1]. Совершенствование сельскохозяйственного природопользования проводится на основе оценки состояния и динамики изменения природно-ресурсного потенциала. Природно-ресурсный потенциал представляет собой расчетное количество природных ресурсов, которые без вреда для природы и общества могут быть использованы в хозяйственных целях [3]. Оценка природно-ресурсного потенциала играет большую роль в организации рационального земле- и природопользования регионов, позволяет рационально использовать природные ресурсы с учетом потребности других типов природопользования, минимизировать негативные последствия для природной среды. Оценка природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственного типа природопользования Тарского района выполнена по следующим критериям:

- территориальное расположение;
- ресурсный потенциал;
- использование ресурса [2].

Тарский район находится в северной зоне Омской области. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения Тарского района составляет 224,8 тыс. га, что соответствует 14,5% площади всех земель района, а площадь сельскохозяйственных угодий в настоящее время составляет около 157,5 тыс. га, из которых 74,9 тыс. га (33%) представлено пашней. Структура сельскохозяйственных угодий Тарского района представлено в таблице.

Таблица

Структура сельскохозяйственных угодий Тарского района (на 01.01.2015 г.)

Угодья	Площадь, тыс. га	Удельный вес, %	
		от итога с.-х. угодий	от общей площади района
Пашня	74869	47,56	4,8
Залежь	23891	15,17	1,5
Многолетние насаждения	5	0,00	0,0
Сенокосы	35276	22,40	2,3
Пастбища	23418	14,87	1,5
Итого с.-х. угодий:	157459	100,00	10,1

Структура угодий показывает, что Тарский район является типичным представителем районов северной зоны, для которого характерна низкая сельскохозяйственная освоенность и распаханность. Сельскохозяйственная освоенность территории района составляет около 10%, распаханность – около 5%.

Для сельскохозяйственного типа природопользования важны все компоненты природной среды: лес защищает угодья от развития эрозии, водные источники создают благоприятный микроклимат, но основными являются почва и травянистая растительность [1]. Они определяют специализацию сельскохозяйственного производства, его рентабельность.

Территория Тарского района преимущественно представлена равнинной местностью с небольшой расчлененностью вблизи р. Иртыш, водораздел которой образует собой заболоченную равнину с понижениями. В связи с тем, что территория Тарского района располагается в двух почвенных зонах, которые изменяются с севера на юг, разделительной границей которой служит главная водная артерия района – р. Иртыш, распределение почв подчиняется зональным закономерностям перехода от подзолистых почв к серым лесным с включением больших почвенных массивов интразональных и азональных почв.

В северной почвенной зоне (на правобережье р. Иртыш) почвенный покров более однороден и представлен в основном подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами (70,7%). В южной почвенной зоне (на левобережье р. Иртыш) основной вес имеют серые лесные (43,7%) и луговые почвы (23,7%). Так же на левом берегу р. Иртыш наблюдается распространение незначительных россыпей солончаков и солодей (5%). Таким образом, большая часть сельскохозяйственных угодий района представлена малопродуктивными и малопригодными для возделывания сельскохозяйственных культур почвами, использование которых без проведения коренных и затратных мероприятий по улучшению не рационально. Наиболее благоприятные почвы для ведения сельскохозяйственного производства (серые лесные и лугово-черноземные почвы) располагаются в левобережной части района.

Весомым фактором сельскохозяйственного типа природопользования является обеспечение почв питательными элементами, содержание гумуса. Данные факторы преимущественно учитываются при возделывании сельскохозяйственных культур на пашне [2]. Почвенный покров пахотных земель Тарского района в целом характеризуется средним содержанием подвижного фосфора (77,5 мг/кг), низким содержанием обменного калия (67,3 мг/кг) и низким содержанием гумуса (3,4%). Учитывая тот факт, что оптимальное содержание фосфора для зерновых культур составляет 130-150 мг/кг почвы, только около 9% пашни района имеет достаточный уровень обеспеченности фосфором, эти земли располагаются в Заливинском сельском поселении (157,3 мг/кг). Оптимальное содержание калия для зерновых культур составляет 150 мг/кг, вся пашня района не дотягивает до необходимого уровня. Наиболее близким к оптимальному показателю содержания калия в пашне являются земли Литковского (116,8 мг/кг) и Ложниковского (106,9 мг/кг) сельских поселений.

Что касается распределения пашни района по содержанию гумуса – то большая часть (66,5%) имеет низкое содержание гумуса, эта пашня сосредоточена в северной части Тарского района. Около 13,6% пашни района имеет содержание гумуса выше среднего, она в основном сосредоточена в центральной и южной части района, следовательно данные земли наиболее благоприятны для ведения сельскохозяйственного производства растениеводческой направленности.

Таким образом, земли левобережья реки Иртыш обладают наиболее благоприятными показателями почвенных ресурсов, высоким содержанием элементов питания, более низким показателем кислотности и более гумусированы, по отношению к правобережью. Лучшими показателями характеризуются почвы Заливинского, Литковского, Черняевского и Ложниковского сельских поселений Тарского района. Именно в этих поселениях ведут свою деятельность наиболее крупные и продуктивные сельскохозяйственные организации района.

Осуществление сельскохозяйственного производства приводит к движению вещества и энергии в природной системе. Ежегодно с урожаем из почвы отчуждаются питательные вещества, что вызывает истощение их природных запасов в почве. Проведенный расчет показал, что ежегодно с урожаем из почв Тарского района выносятся 45,6 кг/га азота, 16,2 кг/га фосфора и 47,6 кг/га калия. В ходе хозяйственного использования сельскохозяйственных угодий, отчетливо прослеживается дефицит и динамика уменьшения элементов питания.

Кризис в сельском хозяйстве и спад его производства повлиял на технологию ведения сельского хозяйства, привели к резкому сокращению объема вносимого удобрения в почву. К 2010 году объем минеральных удобрений уменьшился в 1800 раз, а органических удобрений в 7 раз по сравнению с 1990 годом, что так же является причиной снижения плодородия сельскохозяйственных угодий. Решить данную проблему можно путем увеличения применения удобрений, что позволит повысить содержание элементов питания (азота, фосфора и калия) в почвах пахотных земель Тарского района.

Сильное антропогенное воздействие изменило направление естественных почвообразовательных процессов в худшую сторону, что повлекло за собой деградацию почвенного покрова. Угроза деградации продуктивных сельскохозяйственных угодий обусловлена их нерациональным хозяйственным использованием в условиях экономического кризиса, не позволяющим в полной мере осуществлять комплекс работ по сохранению и повышению плодородия почв и улучшению состояния земель [1]. Состояние почвенного покрова района характеризуется наличием природных и антропогенных негативных процессов, в числе которых сильное переувлажнение и заболачивание (20% территории), кислая реакция почвенного раствора пахотных земель различных степеней (84% пашни), сильная смывость плодородного слоя сельскохозяйственных угодий (особенно во время весенних паводков). В виду сильной залесенности территории района (около 85%) и преобладания тяжело- и среднесуглинистых почв, дефляция на территории Тарского района проявляется в слабой степени, а местами практически отсутствует. Засоление почв в северной зоне проявляется в слабой степени и локализовано, так как данный вид деградации больше присущ для северной и южной лесостепных зон. Площадь засоленных почв района составляет всего 3710,1 га или 0,2% от всех земель района.

В результате проведенной оценки было выявлено, что сельскохозяйственное природопользование Тарского района осуществляется на почвах низкого природного плодородия. Хозяйственная деятельность способствует дальнейшему снижению качества сельскохозяйственных угодий. Совершенствование сельскохозяйственного природопользования должно быть связано с поддержанием и восстановлением почвенного плодородия, снижением проявления негативных процессов, корректировкой специализации сельскохозяйственного производства с учетом наличия, расположения и качества сельскохозяйственных угодий района.

Литература

1. Веселова М.Н. Анализ использования природно-ресурсного потенциала для определения характера природопользования // Сибирская деревня: история, современное состояние, перспективы развития: сб. науч. тр. – Омск, 2004. – Ч. III. – С. 272 – 274.
2. Веселова М.Н. Организация использования в целях организации земель рационализации природопользования (на материалах Омской области): Автореферат. Дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск : ОмГАУ, 2006. – 20 с.
3. Гилева Л.Н., Веселова М.Н. Потенциал земли и природных ресурсов. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2015. – 112 с.

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ В РОССИИ И ЕГО РОЛЬ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Е.С. Пичуева

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние двадцать лет в области земельных отношений России происходят интенсивные преобразования. Переход России к рыночной экономике потребовал создания нового земельного строя путем реализации земельной реформы, которая была начата в 1990 г. В целях обеспечения равноправного развития всех форм собственности и хозяйствования на земле, формирования многоукладной экономики, рационального использования и охраны земель, преобразования коснулись и кадастрового ведомства России, которые продолжают и в настоящее время.

Основными целями формирования и ведения государственного земельного кадастра после 1990 года являлись создание условий для рационального использования и охраны земель государства, защита прав собственников, а также установление обоснованной платы за использование земельных ресурсов. Ведение государственного земельного кадастра на всех уровнях было возложено на соответствующие комитеты по земельной реформе и земельным ресурсам. Параллельно с земельным кадастром в России было введено понятие «технического учета», мероприятия по техническому учету проводило Бюро технической инвентаризации (БТИ), основными задачами которого являлось ведение оценочной базы объектов недвижимости для начисления амортизации, налогообложения, а также страхования. Таким образом, начиная с 1997 года, в России учет земельно-имущественного фонда подразделился на две основополагающих части: кадастровый учет земельных участков и технический учет объектов недвижимости [1, 2].

Сложившиеся традиционные системы организации учета и обработки данных о земельных участках перестали отвечать возрастающим требованиям к оперативному и четкому осуществлению мероприятий по сбору и передаче первичной земельно-оценочной информации, ее хранению, систематизации и обработке, а также выдаче различной достоверной информации многоцелевого применения. В целях наиболее полной реализации новых земельных отношений в складывающейся рыночной экономике необходимо было создание

автоматизированной системы, имеющей большое количество графических и тематических баз данных. В реализации чего, была утверждена Федеральная целевая программа, предусматривающая разработку, и функционирование автоматизированной системы ведения земельного кадастра, способствующая обеспечению поступления платежей за землю, функционированию цивилизованного рынка земли и недвижимости и защите прав на землю. В процессе реализации программы было проведено обучение технологиям кадастровых работ специалистов, создано и оснащено необходимым оборудованием кадастровых бюро в различных регионах России. Поскольку системы учета земли и иной недвижимости были разделены, то это существенно увеличивало временные затраты учета недвижимости и регистрации прав на нее, так как сведения об объектах недвижимости содержались в базах данных систем государственного земельного кадастра и технического учета объектов капитального строительства. Так же отсутствовала современная цифровая картографическая основа для проведения кадастрового учета недвижимости. Другой важнейшей проблемой в сфере земельно-имущественных отношений являлось неурегулированность вопросов, связанных с реформированием системы имущественных налогов. Решение этих задач было невозможно без создания государственного кадастра недвижимости, содержащего сведения обо всех объектах недвижимости, облагаемых имущественными налогами.

В начале 2005 года была предложена концепция новой подпрограммы, которая в большей степени была адаптирована к реалиям современного этапа социально-экономических преобразований и подразумевала создание системы кадастра недвижимости. Подпрограмма должна была решить ряд существенных вопросов, касающихся соединения в единую базу сведений по земельным участкам и объектам капитального строительства. Принятие в 2007 г. ФЗ- № 221 «О государственном кадастре недвижимости» [4] регламентировало порядок ведения государственного кадастра не только земельных участков, но и иных объектов недвижимости. Однако кадастровая деятельность в отношении объектов капитального строительства начала осуществляться позже. Для создания ГКН Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии необходимо было провести инвентаризацию и ввести в государственный кадастр недвижимости сведения о более чем 42 млн. земельных участков и 70 млн. иных объектов недвижимости.

До 1 января 2013 года в ГКН осуществлялся учет только земельных участков, в отношении кадастрового учета объектов капитального строительства, был установлен переходный период с 2011 года до 1 января 2013 года. В 2011 году Президентом РФ был подписан Федеральный закон № 129-ФЗ, который внес ряд изменений в некоторые законы, где уточнялся порядок осуществления ГКУ объектов капитального строительства в переходный период. Базовый закон «О государственном кадастре недвижимости», который регулирует кадастровые отношения в сфере государственного учета ОКС, вступил в полную силу в 2013 году.

В переходный период органы и организации по государственному техническому учету передавали в орган кадастрового учета копии технических паспортов, соответствующих зданиям, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства. В процессе поднятия архивов оказалось, что существует большое количество ветхих дел, с которыми работать уже практически невозможно. В Томской области органами БТИ в Кадастровую палату было передано порядка 500 тысяч дел, из которых около 6000 ветхих дел, возраст которых превышал 85 лет.

Таким образом, полномочия на осуществление кадастрового учета и ведение ГКН, а также на ведение Единого государственного реестра прав (ЕГРП) на ОКС и сделок с ним были переданы Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии и ФГБУ «Земельная кадастровая палата». Тем самым Правительство России преследовало цель систематизировать и свести в едином реестре сведения по всем пяти видам недвижимости [2,3].

Современные преобразования в области ведения ГКН направлены на формирование благоприятного инвестиционного климата, который в значительной степени характеризуется качеством государственных процедур, таких как скорость операций по кадастровому учету, скорость и простота подключения объектов недвижимости к инженерным сетям, незатянутые процедуры получения разрешений на строительство и т.д.

Для этих целей распоряжением Правительства РФ на 2013-2018 гг. был утвержден план мероприятий «дорожная карта» призванный оптимизировать процедуры государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав объектов недвижимости, а также повысить качества услуг в обозначенной сфере. Так же для повышения качества оказываемых услуг в области кадастровой деятельности в 2015 году на заседании Государственной Думы был рассмотрен и принят в первом чтении Проект Федерального закона № 664656-6, где одной из ключевых задач законопроекта является обязательность членства кадастровых инженеров в саморегулируемых организациях с 1 января 2016 года. Более того, в 2016-2017 годах планируются изменения по целому ряду положений деятельности кадастрового инженера. С 1 января 2017 года вступает в силу новый закон о государственной регистрации недвижимости, который создаст единую учетно-регистрационную процедуру, включающую в себя кадастровый учет, регистрацию прав. Таким образом, в РФ будет сформирован Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) в электронной форме, создание которого значительно сократит сроки учетных и регистрационных услуг.

Литература

1. Гальченко, С.А. Формирование государственного кадастра недвижимости России на современном этапе // Журнал Имущественные отношения в РФ. – 2010. – №7. – С.45
2. Землякова, Г.Л. Ведение государственного кадастра недвижимости как функция государственного управления в сфере использования и охраны земель: монография / Г.Л. Землякова. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2014. – 357 с.

3. Липски, С.А. Непростой путь к интеграции кадастрового учета недвижимого имущества и регистрации прав на него // Журнал инвестиции и право. – 2013. – № 34. – с. 68
4. Федеральный закон от 24 июля 2007 № 221 – «О государственном кадастре недвижимости» // Собрание законодательства РФ. 2007. N 31. Ст. 4017

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ ЗОН ОТДЫХА ТОМСКОГО РАЙОНА

Д.С. Польшкая, Ю.А. Югина

Научный руководитель старший преподаватель В.Ю. Берчук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурное развитие в области компьютерных технологий и современных глобальных спутниковых навигационных систем открыло широкие возможности для создания проектов по обработке, анализу и предоставлению конечному потребителю разнообразной геопрограмственной информации. Особенно актуальна такого рода информация в современном обществе, где качество и возможности мобильных устройств (оснащение, GIS продукты, GPS модули, интернет) позволяют использовать геопрограмственную информацию повсеместно, бесплатно, по разным направлениям деятельности.

Прежде чем попасть к конечному потребителю в виде удобного приложения или карты, информация должна быть структурирована по определенным законам, для удобства использования.

Неструктурированные геопрограмственные данные – это географическая информация, которая либо не имеет заданную структурную модель, либо ее данные не организованы в установленном порядке [3]. Неструктурированные геопрограмственные данные могут представлять собой текст, содержащий географическую информацию, такую как адреса улиц и описаний места. По неструктурированным данным довольно трудно проводить поиск.

Структурированные геопрограмственные данные – это информация о местоположении и географических формах, специфических особенностях объектов и взаимоотношениях между ними. Обычно, такие данные сохраняют как координаты объекта, и топологию с высокой степенью организации для дальнейшего научного поиска и исследования [3].

Структурирование геопрограмственных данных до изобретения компьютера и различных геоинформационных продуктов производили вручную с использованием текстовой информации и данных о местоположении, в результате получали специализированные карты различных тематик. На сегодняшний день используют компьютеры и специальные ГИС программы. Создано достаточно сервисов (2GIS, Google карты, Яндекс карты), которые позволяют получать структурированную информацию, путем выполнения запросов.

Структурирование данных в основном проводят по определенной тематике, например, 2GIS структурирует данные по почтовому адресу, названию организации и некоторым другим параметрам, что позволяет быстро и качественно определять местоположение искомого объекта. Подобный сервис предоставляет широкие возможности, однако поиск и структурирование специфической информации, интересной узкому кругу лиц, необходимо делать самостоятельно. Имея ряд навыков и умений работы с ГИС-программами, можно самостоятельно структурировать и предоставлять информацию потребителю в различных видах, в том числе и в виде интерактивной карты. Интерактивная карта – это изображение поверхности земли, имеющее обратную связь, осуществляющее взаимодействие со зрителем или наблюдателем этой карты. Такое изображение представляет собой электронную карту, сгенерированную на основе данных цифровых карт и визуализированную на экране какого-либо устройства.

Целью данной работы стала разработка информационной электронной рекреационной карты с указанием зон отдыха для жителей города Томска и его окрестностей, а также гостей города.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. провести структурирование данных (зоны отдыха разного назначения (детские, семейные, туристические, спортивные));
2. обработать данные с помощью свободного программного обеспечения QGIS для создания интерактивной карты;
3. представить структурированные геоданные в виде интерактивной карты на веб-узле для конечного потребителя.

Согласно проведенному структурированию данных территория Томского района была разделена на зоны, которые были выделены в соответствии с разнообразием видов отдыха и досуга населения. Зоны и объекты в этих зонах представлены в таблице.

Например, известные и посещаемые парки, скверы, аллеи, сады, а также площади и улицы объединяются в единую зону («Зона отдыха»). Ее фрагмент представлен на рисунке

Далее представлена зона «Туризм». Она включает туристские объекты окрестностей города, которые жители Томска и Томского района используют для отдыха на природе, а студенты – для получения знаний по геологии. Многие объекты представляют собой природные и геологические памятники, к примеру, Таловские чаши, Звездный ключ, Синий утес, устье реки Басандайки, озеро Песчаное в районе поселка Тимирязевское, район Лагерного сада города Томска [1, 2].

Предлагаемые зоны и объекты, расположенные в них

Название зоны	Объекты
Зона отдыха	Известные и посещаемые парки, скверы, аллеи, сады, а также площади и улицы
Туризм	Туристские объекты окрестностей города, природные и геологические памятники
Детские площадки	Площадные объекты, расположенные на улицах
Для детей	Помещения с игровыми площадками, парками развлечений и детскими кафе
Творчество	Дома творчества, творческие центры для детей и молодежи
Семейный отдых	Аттракционы и места для родителей и их детей
Спортивные площадки	Спортивные площадки, комплексы, стадионы
Спортивные залы	Тренажерные залы, фитнес-центры, бассейны и др.
Досуг и развлечения	Театры, кинотеатры, клубы и др.

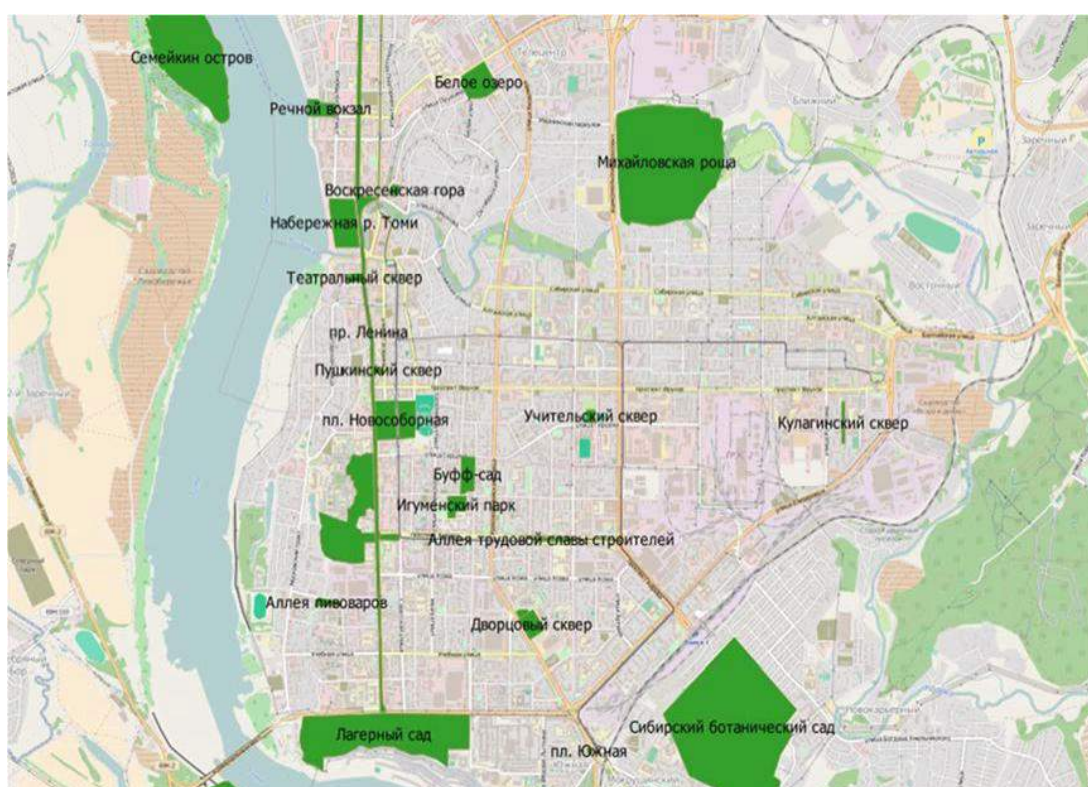


Рис. Фрагмент схемы «Зоны отдыха города Томска»

После проведенного структурирования данных следует процесс разработки интерактивной карты, который осуществляется с помощью свободного программного обеспечения QGIS с последующим размещением на веб-узле. Данное программное обеспечение позволяет создавать разного рода модели, карты, данные, а также публиковать их и использовать в веб-браузерах. Существует достаточно много программ для обработки пространственных данных, создания и рисования географических карт, с помощью которых создают карты различного назначения. Их использование в современной землеустроительной практике способствует развитию и внедрению новых технологий, открывает широкий спектр возможностей и позволяет создавать полезные продукты общего пользования, которым и является разработанная интерактивная карта.

Геопространственные данные, представленные в виде интерактивной карты, могут быть экспортированы в разные форматы и использоваться на современных портативных устройствах (телефоны, планшеты).

Таким образом, в результате проделанной работы была создана предлагаемая интерактивная карта, которая является не только точной, актуальной, но и визуально комфортной для пользователя. На ней представлено четкое разделение зон разного назначения и доступная информация об объектах. Подобную интерактивную карту можно создать для иных целей, проводя зонирование по другим показателям. Главными

при этом остаются использование подходящих геоинформационных технологий и четкое определение назначения и сферы применения такого продукта.

Литература

1. Комкова Ю.О. Сальников В.Н. Маршруты по геолого-почвенной практике студентов в Томском районе – потенциальная возможность развития геотуризма//Научный журнал Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4 – 28 с. Электронный ресурс. URL: [<http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=29846>]
2. Сальников В.Н. Учебная практика по геологии и почвоведению в окрестностях г. Томска Учебное пособие / Томский политехнический университет. - 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 279 с.
3. Hamski J. Unstructured Geospatial Information for a Competitive Advantage in Resource Exploration. Электронный ресурс. URL: [<https://www.elsevier.com>]
4. OpenStreetMap. Электронный ресурс. URL: [<https://www.openstreetmap.org>]

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ТОРФЯНЫМИ ПОЧВАМИ

А.В. Прокопова

Научный руководитель доцент Е.В. Горбачева

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки,
Республика Беларусь*

В практике сельского хозяйства взаимосвязанное решение организации производства и территории осуществляют в ходе внутрихозяйственного землеустройства. Внутрихозяйственное землеустройство служит территориальной основой для осуществления рациональной организации производства, труда и управления в сельскохозяйственном предприятии, применения прогрессивных систем ведения хозяйства, земледелия, технологий возделывания сельскохозяйственных культур, системы машин, что служит условием повышения экономической эффективности производства. Организация земель является одним из важнейших вопросов разработки проекта землеустройства, в котором устанавливается хозяйственное назначение и характер использования земель, намечается улучшение земель, повышение их производительных свойств, во многом предопределяется устройство территории и экологическое состояние землепользования. Главной задачей является установление такого состава, площадей и размещения земель на перспективу, при которых можно создать необходимые условия для высокоинтенсивного использования земель, а также развития специализации и концентрации производства [1].

Организация использования мелиорированных земель в Республике Беларусь в последние годы осуществлялась в соответствии с Государственной Программой «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2011–2015 годы», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 августа 2010 г. №1262 [2]. Основная ее цель – повышение продуктивности мелиорированных земель за счет проведения мелиоративных мероприятий и осушения высокоплодородных земель.

Для достижения этой цели определены следующие основные задачи: обеспечение к 2015 году оптимального водного режима для сельскохозяйственных растений на площади около 2,8 млн. гектаров; проведение реконструкции и восстановления осушительно-увлажнительных мелиоративных систем на площади 422,7 тыс. гектаров; введение в сельскохозяйственное использование мелиорированных земель на площади 30,67 тыс. гектаров.

Основными задачами Государственной программы в области охраны почв и земель являются защита от эрозии, затопления и подтопления, загрязнения животноводческими стоками, восстановление ранее созданного потенциала осушенных земель и его увеличение, сохранение природно-ресурсного потенциала агроландшафтов и его использование в системе сельскохозяйственного производства, повышение продуктивности мелиорированных земель, их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий выполнения работ, связанных с повышением почвенного плодородия [2].

Содержание и методы организации мелиорируемых земель не ограничиваются решением организационных вопросов, характерных для земель с нормальным увлажнением. Разработка системы севооборотов на осушаемых землях включает решение следующих вопросов:

- установление типов и видов севооборотов;
- определение количества и площади севооборотов;
- размещение севооборотных массивов во взаимосвязке с осушительной сетью.

Среди осушенных сельскохозяйственных земель земли с торфяными почвами занимают около 901 тыс. га. В Минской области осушенных земель с торфяными почвами насчитывается 263,3 тыс. га, Брестской – 207,7, Гомельской – 206,1, Гродненской – 93,4, Могилевской – 74,7, Витебской области – 55,5 тыс.га. Около 70 процентов этих почв представлено маломощными торфяниками (до 1 метра) [3]. Обладая высоким потенциальным плодородием осушенные торфяно-болотные почвы широко используются в сельскохозяйственном производстве для выращивания кормовых, зерновых и других культур. Однако при возделывании на таких почвах пропашных культур происходит значительная потеря органического вещества и их деградация. Так по данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси, в среднем за год потери органического вещества осушенных торфяных почв при возделывании пропашных культур составляют 8-

10 т/га, зерновых – 5-6 т/га, многолетних трав – около 2 т/га [5]. Основной принцип рационального использования осушенных торфяно-болотных почв – получение возможно большего количества продукции, при минимальном разрушении органического вещества. Учитывая, что большинство осушенных торфяников (до 75%) мелкозалежные, их должны использоваться в основном под культурные луговые земли с перезалужением через 5-6 лет [7].

На осушенных торфяниках все линейные объекты устройства территории и элементы мелиоративных систем, как правило, совмещаются. Размеры формируемых межканальных участков определяются с учетом конкретных условий объекта проектирования (расчетных параметров мелиоративной сети, способа осушения, вида мелиоративной системы, размеров массива, состава сельскохозяйственных культур и других условий). Оптимальные ширина и длина таких участков могут определяться расчетным путем и находиться соответственно в пределах 500–1000 и 1000–2000 метров. При осушении избыточно увлажненных минеральных земель каналы и другие элементы устройства территории размещаются с учетом рельефа местности [4].

Очень важным является вопрос о размещении кормовых земель. При пастьбе скота разрушаются открытые осушительные каналы, поэтому пастбища следует размещать на осушенных минеральных землях с закрытой сетью. Одновременно намечаются культуртехнические мероприятия: уничтожение кустарника, кочек, выравнивание участка и др., которые должны проводиться в комплексе с мелиоративными мероприятиями. На массивах, проектируемых под луговые земли, намечается ускоренное залужение [6]. Главная особенность мелиорированных торфяных почв – ежегодное уменьшение глубины торфяного слоя за счет усадки и минерализация органического вещества. Такие требования могут быть выполнены в случае, когда торфяная почва в течение всего теплого периода года находится под покровом культурных растений, биологические особенности которых соответствуют ее экологическим условиям [8]. Главное направление использования торфяных почв – луговое, которое не только обеспечивает животноводство кормами, но и выполняет природоохранные функции. Допустимо использовать торфяные почвы в системе почвозащитных травяных севооборотов. Их основу составляют многолетние травы (не менее 50 %) и зерновые с насыщением промежуточными культурами, что позволяет расширить ассортимент растениеводческой продукции, не нарушая при этом экологическое состояние. Рекомендуемая длительность лугового периода при этом 5-7 лет. При выборе характера использования земель с торфяными почвами необходимо учитывать их удельный вес в структуре земель, степень трансформированности и окультуренности, морфологические особенности, водообеспеченность, потребность сельскохозяйственных организаций в кормах:

1) торфяники, занимающие менее 35 % площади сельскохозяйственных земель, должны полностью отводиться под культурные луга длительного пользования независимо от остаточной мощности торфяной залежи (хозяйств с такими условиями в районе большинство).

2) при 35-50 % – наряду с созданием культурных лугов часть их площади допустимо отводить под зерновые культуры;

3) при глубокой и средней залежи торфяного слоя (более 1 м) торфяные почвы лучше использовать под культурные луга длительного пользования, можно использовать и в системах почвозащитных зернотравяных севооборотов, если они хорошо осушены и окультурены (около 12 тыс. га в районе);

4) из пахотных земель следует исключить все подтопляемые из-за неудовлетворительной работы мелиоративных систем торфяники;

5) земли с маломощными торфяными почвами, а также с торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами при удовлетворительном водном режиме следует использовать под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования;

6) как на торфяных, так и на органоминеральных почвах можно размещать однолетние бобово-злаковые смеси, при этом следует иметь в виду, что их участие в однолетних травах на пахотных землях должно составлять 80-85 % [7].

Направление сельскохозяйственного использования мелиорированных земель с неоднородным почвенным покровом определяется удельным весом в их составе остаточных торфяных почв и сформировавшихся органоминеральных и минеральных почвенных разновидностей. При наличии в этих комплексах не менее половины торфяных почв и удовлетворительном водном режиме их следует использовать под луговые земли с подбором соответствующих почвенным условиям компонентов многолетних трав, а при глубоких уровнях грунтовых вод – в зернотравяных севооборотах. Основу почвозащитных зернотравяных севооборотов должны составлять многолетние (не менее 50 %), однолетние злаково-бобовые травы и зерновые культуры. Это позволяет не только обеспечивать высокую продуктивность почвы, но и защитить ее от ветровой эрозии, рационально использовать природные запасы органического вещества [6].

Сохранение и рациональное использование осушенных торфяно-болотных почв сельскохозяйственных земель требует проведения не только организационно-хозяйственных и мелиоративных мероприятий, но разработки проектов организации использования таких земель.

Литература

1. Волков С.Н. Землеустройство. Т.2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство / С.Н. Волков. – М.: Колос, 2001. – 648с.
2. Государственная программа «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2011-2015 годы», утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 августа 2010 г. № 1262.
3. Земля Беларуси. 2001: Справочное пособие / Богдевич И.М. [и др.]. Под ред. Г.И. Кузнецова, Г.В. Дудко. – Минск, 2001. – 120 с.

4. Инструкция о порядке разработки проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций : утв. постановлением Гос. комитета по государственному комитету по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь, 5 июля 2001 г. № 9 (в ред. постановления Госкомимущества от 27.07.2006 № 15) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 3 августа 2001 г. – № 8/6470.
5. Мороз, Г.М. Проблема сохранения осушенных торфяно-болотных почв по-прежнему актуальна / Г.М. Мороз // Земля Беларуси. – 2012. – №2. – С. 10.
6. Муратов, Р.Ф. Организация угодий и севооборотов, устройство территории севооборотов на осушенных землях/ Р.Ф. Муратов, В.Н. Семочкин, В.В.Пименов, Г.Р.Муратова.– М.:Государственный университет по землеустройству, 2002. –45с.
7. Цытрон, Г.С. Антропогенная трансформация почв и почвенного покрова белорусского Полесья / Г.С. Цытрон, Н.И. Смеян, Т.Н. Азаренок / Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: материалы международного семинара (г. Пинск, 19 - 21 июня 2007 г.) / Национальная академия наук Беларуси [и др.]; ред.И.И. Лиштван [и др.]. – Минск, 2007. – С.340 – 344.
8. Чешев, А.С. Основы землепользования и землеустройства/ А.С. Чешев, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2002.–544с.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ДОРОГИ Г. ТОМСКА

В.В. Прошина

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Согласно статистике аналитического агентства «Автостат» автомобилизация населения (авто/1000 чел.) Томской области с 2000 год по 2014 год возросла более, чем в 2 раза [1]. Это подтверждает тот факт, что необходимость в усовершенствовании и развитии существующей улично-дорожной сети остается наиболее актуальной для всех современных городов, в том числе и для города Томска. Однако с увеличением численности населения встает новая задача – расширение существующих границ муниципальных образований и развитие городских агломераций. Появляется новый конфликт: развитие транспортных систем отстает от развития городов с их возрастающими транспортными потребностями. Для решения этих проблем необходимо разработать эффективную улично-дорожную сеть, которая смогла бы уменьшить издержки населения в поездках и разгрузить переполненную транспортную инфраструктуру в центре города.

Город Томск условно разделен на две части – правый берег, где сосредоточена вся мощь и инфраструктура города и левый берег – территория перспективного развития, которая является целью крупномасштабного проекта по созданию научно-образовательного, историко-культурного и промышленного центра г. Томска согласно проекту планировки и межевания территории Левобережья, утвержденный научно-проектным Санкт-Петербургским институтом «ЭНКО» в 2011 году [2]. Еще одним немаловажным шагом стала разработка улично-дорожной сети «Малое транспортное кольцо» в г. Томске в 2015 году, внесенная в Генеральный план муниципального образования «Город Томск», которая огибает весь Томск по кругу – начиная с выхода из Коммунального моста в южной части Томска (Смирновского переезда), заканчивая присоединением магистрали через Центральный мост к Левобережной дороге, которая, в свою очередь, проходит по всему левому берегу и является единственным путем подъезда к д. Эушта и п. Нижний Склад. Первые проекты по строительству Левобережной дороги появились в 1980-х годах. Потребность в её строительстве была обусловлена некачественной транспортной сетью на левом берегу, а также неудобством движения грузового транспорта в городе, интенсивность движения которой увеличивалась за счет постоянных заторов.

На сегодняшний день разработана методика, позволяющая провести анализ расчетов при организации движения и развития транспортной сети. Её основная цель – оценить эффективность дорожного проекта с точки зрения инвестиционных программ развития и совершенствования дорожной сети и определить целесообразность в строительстве дороги [4]. Для реализации проекта достаточно рассчитать социально-экономический (общественный) эффект, который позволяет оценить выгодность финансирования проекта. Для этого необходимо определить три показателя: 1) чистый дисконтируемый доход (ЧДД); 2) индекс доходности (ИД); 3) срок окупаемости капиталовложений ($T_{ок}$) [3].

В данной статье представлены результаты экономического обоснования эффективности строительства левобережной дороги. Рассмотрен существующий вариант, при котором транспортный поток двигается по существующему пути (левобережная дорога не строится), и проектный вариант (левобережная дорога строится). Первый вариант рассматривает движение транзитных потоков по двум путям (рис.1):

1) дорога из г. Асино – дорога на г. Новосибирск и г. Кемерово через улицы Иркутский тракт – Ивановского – Гамалеи – Баумана – Энтузиастов – Балтийская – Елизаровых – Нахимова – Коммунальный мост до пересечения с Шегарским трактом;

2) дорога из г. Асино – дорога на г. Новосибирск через улицы Кузовлевский тракт – Северный мост – Кольцевая развязка (Северный обход) – Ново-Тракторная улица – Шегарский тракт до Коммунального моста.

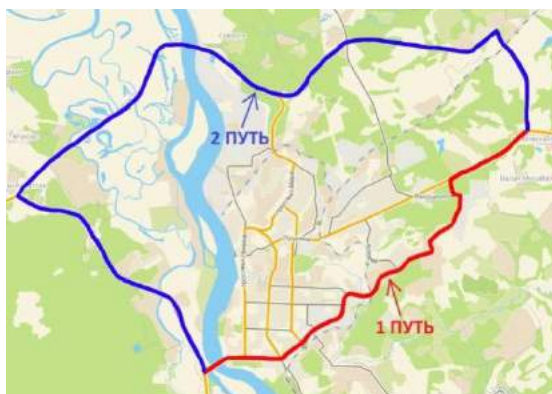


Рис. 1 Изображение автомобильных дорог без учета строительства левобережной дороги для расчета технико-экономических показателей (вариант 1)

Второй вариант – проектный вариант рассматривает движение по трем путям (рис.2):

1) дорога из г. Асино – дорога на г. Новосибирск и г. Кемерово через улицы Иркутский тракт – Ивановского – Гамалеи – Баумана – Энтузиастов – Балтийская – Елизаровых – Нахимова – Коммунальный мост до пересечения с Шегарским трактом;

2) дорога из г. Асино – дорога на г. Новосибирск через улицы Кузовлевский тракт – Северный мост – пересечение Северного объезда с Левобережной дорогой – Левобережная дорога – Шегарский тракт – Коммунальный мост;

3) пересечение Левобережной дороги с Шегарским трактом – Ново-Трастовая – кольцевая развязка (Северный обход) – Северный тракт до пересечения Левобережной дороги рассматривает движение с учетом Левобережной дороги.

Проектный вариант движения транспортных потоков рассматривает существующий вариант движения с учетом строительства Левобережной дороги, поскольку необходимо рассчитать экономический эффект на существующих путях. Так, как Левобережная дорога возьмет на себя большую часть интенсивности автомобилей, то на существующем варианте увеличится их скорость и уменьшится интенсивность. Результаты расчетов показателей представлены в таблице.



Рис. 2 Изображение автомобильных дорог с учетом строительства левобережной дороги для расчета технико-экономических показателей (вариант 2)

Таблица

Технико-экономические показатели вариантов движения в г. Томске

№	Наименование показателей	Варианты движения транспорта				
		Существующий		Проектный		
		1 путь	2 путь	1 путь	2 путь	3 путь
1	Длина варианта, км	19,44	41, 27	19,44	36	14,5
2	Интенсивность движения, авт./сут.	36740	17600	32500	20400	14250
5	Итоговый P_D по вариантам, тыс. руб.	348788706,653		29952211,018		
6	Чистый дисконтируемый доход, ЧДД	13064575,691				
7	Индекс доходности, ИД	2,13				
8	Срок окупаемости, $T_{ок}$ лет	1,28				

Таким образом, Левобережная дорога является решением транзитного передвижения грузовых и пассажирских перевозок, труднодоступности в населенные пункты Левобережья и переполненной транспортной сети магистральных улиц Правобережья г. Томска. Проект строительства Левобережной дороги является целесообразным и экономически эффективным, поскольку ЧДД является положительным, индекс доходности (рентабельности) больше 1 и вложенные инвестиции окупаются через 1,28 год.

Литература

1. Аналитическое агентство «Автостат»// [Электронный ресурс] / – Электрон. текст. дан. – Тольятти: 2015. – Режим доступа: <http://www.autostat.ru/>, свободный.
2. Научно-проектный институт пространственного планирования «ЭНКО»// [Электронный ресурс] / – Электрон. текст. дан. – Санкт-Петербург-Томск: 2011. – Режим доступа: http://www.enko.spb.ru/projects/planning_projects/proekt_planirovki_i_proekt_mezhevaniya_territorii_levoberezhya_r_tomi_v_granitsakh_gorodskoy_cherty_/, свободный.
3. ОДМ 218.4.023-2015 Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог. – М.: Федеральное дорожное агентство, 2014. – 180 с.
4. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог: ВСН 21-83. – М.: Транспорт, 1985. – 125 с.

ПРОБЛЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В ПРЕДЕЛАХ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

В.И. Редькина, Э.С. Усеинова

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время, в связи с повышением благосостояния граждан, все больше увеличивается число автомобилей в городах. Город Томск не является исключением, а вследствие возникает проблема размещения парковок для автомобилей во дворах многоквартирных домов. Каждый владелец автомобиля старается по-своему решать возникшую проблему, вследствие чего возникают споры, которые могут иметь судебную практику. Решение должно быть комплексным и многогранным, так как требует полного компромисса между тремя главными участниками: инвестором, застройщиком и покупателем (собственником).

Разрешение проблемы организации парковочных мест в пределах жилой застройки возможно за счет реализации инновационных способов решения. В качестве примера был рассмотрен микрорайон Зеленые Горки города Томска (рис.1), ставший объектом нашего исследования. Основной причиной нехватки паркингов была неправильная планировка территории вокруг жилых зданий, были нарушены нормы, устанавливающие площадь парковочных мест для легковых автомобилей. Для наглядности проблемы был рассмотрен жилой дом, расположенный по адресу Андрея Крячкова, 17 (рис.2). Рассматриваемый объект имеет 17 этажей, 6 подъездов, количество жителей 816 человек [5]. По данным СНиП 2.07.01-89 – Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений принято 200 автомобилей на 1000 человек, в нашем случае на данное количество жителей – 816 чел. – по нормам требуется 163 парковочных мест [3]. Также по данным того же СНиП известно, что между разметочными линиями принимается 2,5 м, глубина стоянки 6 м, откуда норма на один автомобиль составляет 15 кв. м [3]. Площадь под все автомобили составляет 2445 кв. м. К сожалению, реальная ситуация на данный момент – 1294,8 кв.м, а, следовательно, площадь, занятая парковками в 1.5 раза меньше нормы. Для решения проблемы нехватки парковок в конце прошлого года в мкр. Зеленые горки был построен «Народный гараж», однако цена одного парковочного места в нем составила от 550 до 600 тысяч рублей. После постройки гаража, первый заместитель мэра, Евгений Паршутто, назвал «трагической ошибкой» то, что проект назвали «Народным», поскольку стоимость машино-места в нем оказалась «ненародной» [2].

Существуют разные виды паркингов и главными обстоятельствами для их строительства являются: стоимость земли, нормативные ограничения, обременения объектов (градостроительные, технические), сама стоимость создания и размер выручки от объекта, в зависимости от того, каким видом парковки данный объект будет располагать.

Для решения данного вопроса нами предложена идея парковок балконного типа – опыт японских и европейских городов (рис.1). Такой вариант парковок практикуется пока только в одном районе г. Москвы. Дома такой серии стали очень популярными. Лифтовый механизм такой парковки надежно спрятан в грунт и защищен бетонным кожухом, поэтому российские морозы и непогода ему не страшны. Каждый из слотов парковки выдерживает автомобиль массой до 5 тонн. Платформа опускается до уровня земли, поэтому на нее без проблем может заезжать автомобиль с небольшим дорожным просветом. Главное условие установки таких парковок – это подходящая конструкция здания [2]. Но даже более непрочные здания можно модернизировать так, чтобы возможна была установка парковок (поверх здания установить стальной несущий каркас).

В Москве стоимость такого слота составляет 20 тыс. руб. за платформу. Его можно использовать всю жизнь, но для безопасного функционирования необходимы диагностика и техобслуживание (единственное, на что придется затрачивать средства владельцам автомобилей).



Рис.1. Парковка балконного типа (<https://www.drive2.ru/c/1831843/>)

Вторым вариантом решения проблемы мы предлагаем реализацию строительства парковок подземного типа, точнее, принятие комплексного решения: озеленение + сквер + парковка (рис.2). Учитывая карту зонирования территории г. Томска по степени опасности и уровню риска для городской застройки, микрорайон Зеленые горки находится в безопасной зоне, в пределах которой строительство такого вида парковок не приведет к нарушению динамического равновесия и их эксплуатации [6].

Главными проблемами строительства подземной парковки является то, что оно сопряжено со значительным объемом сложных работ по устройству свайного поля, гидроизоляции, непростой гидрогеологической обстановкой, коммуникациями. Необходимо укрепление фундаментов соседних домов, что увеличивает стоимость строительства подземных паркингов. Больше времени будут занимать проектные работы, которые увеличат срок их реализации на 5-8 месяцев. Строительство парковок данного типа обойдется дороже на 30-40%, нежели надземных оборудованных парковочных мест, однако этот вариант паркинга является наилучшим при обустройстве территории выбранного типа жилой застройки.

Выгода подземного паркинга обусловлена тем, что застройщик будет иметь возможность предельно эксплуатировать площадь, отведенную под ведущую застройку (коммерческую, жилую, офисную – доход которой значительно больше).

Выбор вида паркинга напрямую зависит как от финансовых возможностей самого заказчика, так и от требований надзорных органов при сдаче объектов жилой застройки. При этом необходимо учитывать всю совокупность преимуществ при внедрении инноваций, так как время не стоит на месте, и мы движемся вместе с ним, а революция в сфере парковок автомобилей уже началась.



Рис.2. Парковка подземного типа (<http://sadnakrishe.com/>)

Литература

1. Агентство новостей. Электронный ресурс. Условия доступа - [<http://www.tv2.tomsk.ru>]
2. Автоматическая парковка. Электронный ресурс. Условия доступа - [<http://www.parkplus.ru>]
3. СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89 - Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». – Москва, 2011. – 207 с.
4. Свод правил стоянки автомобилей 113.13330.2012. Parkings Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*. М.: Минстрой России, 2015. – 14 с.
5. Томская домостроительная компания – электронный ресурс - [<http://tdsk.tomsk.ru/>]

6. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.И. Опасные природные и техноприродные процессы на территории города Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. Томск : Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.

УЧЕТ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.Ю. Романчиков

Научные руководители профессор В.Ф. Ковязин, профессор О.А. Пасько
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В качестве объекта исследования выступает Рошинское участковое лесничество, находящееся в Ленинградской области. Продукты побочного пользования лесом, которые было решено учитывать: хвоя, живица, береста, березовый сок. Выбор был обусловлен тем фактом, что заготовка данной продукции в России ведется и на нее существуют спрос и предложение [1].

Хвоя используется как кормовая добавка для скота, а также в лекарственных целях. Цена килограмма хвои – около 1000 рублей. Живица используется для изготовления скипидара и канифоли и оценивается в 1000 рублей за 1 кг. Береста используется при получении дегтя и для создания различных декоративных изделий, реализуется по 100 рублей за 1 кг. На основе березового сока изготавливают напитки. Цена – около 20 рублей за литр.

Количество возможного объема заготовки данных ресурсов рассчитывался согласно Методическим указаниям по оценке запасов лесных материалов и недревесных лесных ресурсов в лесах Северо-Запада России [1], а также материалам Лесотаксационного справочника по Северо-Западу СССР [4].

Объем заготовки хвои вычислялся согласно таблицам зависимости массы древесной зелени от высоты древостоя [4]. Для оптимизации расчетов часть табличных данных была преобразована в функции, основанные на уравнениях регрессии, на базе которых эти таблицы изначально составлялись. Учитывалось, что при заготовке теряется около 30% продукции [1]. Доход от заготовки хвои получается одновременно и сопряжен по времени с рубкой спелых и перестойных насаждений. Тогда формулы для расчета объема заготавливаемой хвои ели и сосны выглядят соответственно следующим образом.

$$W_{ель}^{xв} = (-0.1068h_{ель} + 30.659) \cdot K_{ель} \cdot 0.7$$

$$W_{сосна}^{xв} = (-0.5545h_{сосна} + 27.25) \cdot K_{сосна} \cdot 0.7$$

$$W^{xв} = W_{ель}^{xв} + W_{сосна}^{xв}$$

где:

$W^{xв}$ - масса хвои, которая может быть заготовлена, кг/га;

h - средняя высота хвойных деревьев, соответствующей породы, м;

K - доля хвойных деревьев, соответствующей породы, в составе древостоя на выделе.

Доход от заготовки березового сока рассчитывается исходя из факта, что в среднем в лесах Северо-Запада с 1 га березняка можно получить 10 т березового сока. Подсочка ведется в среднем за 3 года до главной рубки [2]. В случае, если насаждение спелое или приспевающее, то учитывается число лет, оставшееся до рубки спелых и перестойных насаждений (для спелого насаждения = 1).

$$W^{сок} = 10000 \cdot K_{бер}$$

где:

$W^{сок}$ - объем березового сока, который может быть заготовлен, л/га;

$K_{бер}$ - доля березы в составе древостоя.

Доход от заготовки живицы определялся с учетом того, что подсочка начинается в среднем за 10 лет до рубки спелых и перестойных насаждений. Часть зависимостей выведена авторами из табличных материалов справочника.

$$W^{жив} = Ng(1 - 0.011T)W^{карр}T$$

где:

$W^{жив}$ - выход живицы за весь период подсочки, кг/га;

N - число карр на 1 м² сечения соснового древостоя, шт;

g - сумма площадей сечений соснового древостоя, м²;

T - продолжительность периода подсочки, лет;

$W^{карр}$ - среднесезонный выход живицы с 1 карры, кг (в среднем равен 0,58).

$$N = -0.0591D^2 + 3.3366D - 27.991$$

Где D – средний диаметр соснового древостоя, см.

В случае, если N при вычислениях по формуле принимает отрицательное значение, то оно считается равным нулю.

$$g = (11.644 \ln(h_{сосна}) + 1.7994) \cdot K_{сосна}$$

Промышленная заготовка бересты сопряжена с рубкой древостоя. Расчет выхода бересты проводится по формуле:

$$W^b = M^b \cdot K_3 \cdot 72,$$

где:

W^b - выход бересты, кг/га;

M^b - запас березового древостоя на выделе с учетом прироста древесины к моменту рубки [3], дес. м³/га;

K_3 - поправочный коэффициент, зависящий от класса товарности древостоя, при расчетах принят равным 0,7.

Имея показатели объема заготавливаемой продукции, мы перешли к расчету вклада данных ресурсов в величину кадастровой стоимости. Для этого нами использована адаптированная формула Фаустмана для двух ближайших оборотов рубки [5, 2, 6].

Стоит учитывать тот факт, что заготовка ресурсов данного рода ведется не ранее, чем за 10 лет до главной рубки, и, соответственно, неразрывно с ней связана. Для насаждений, не достигших возраста спелости, этот доход будет получен только через какой-то промежуток времени от настоящего момента, что делает необходимым условием дисконтирование будущих доходов. В общем виде доход должен рассчитываться исходя из неограниченного промежутка времени, однако для удобства примем для расчета ближайшие два оборота рубки, поскольку дисконтированные доходы к концу второго оборота рубки уже будут очень малы и не будут давать значительного вклада в результат.

Из-за отсутствия однозначных сведений о расходах лесозаготовителя при расчетах применялся показатель рентабельности.

$$P_{кад} = \frac{P \cdot W \cdot \frac{R}{1+R}}{(1+d)^t} + \frac{P \cdot W \cdot \frac{R}{1+R}}{(1+d)^{t+T}}$$

$P_{кад}$ - вклад ресурса в значение удельного показателя кадастровой стоимости, руб/га;

P - цена единицы ресурса, руб/кг;

W - выход заготавливаемого ресурса, кг/га;

R - рентабельность лесозаготовительной промышленности (принята равной 6%);

d - ставка дисконтирования (принята равной 2%);

t - время до ближайшей рубки преобладающей породы, лет;

T - оборот рубки преобладающей породы.

Расчет вклада каждого ресурса и последующее их суммирование даст нам искомое значение удельного показателя кадастровой стоимости для каждого выдела. Дальнейшее вычисление среднего или медианного значений по лесничеству или региону даст возможность получить представление об общей картине.

Используя данные таксационных описаний Рошинского лесничества и результаты предыдущих исследований [2, 6] проведем расчет удельного показателя кадастровой стоимости для 200 выделов, после чего определены средние значения для всего лесничества и доля каждого ресурса в итоговом значении удельного показателя кадастровой стоимости.

По результатам вычислений с учетом древесины и пищевой продукции он составляет от 7000 руб./га до 69 000 руб./га. Среднее значение составило 42 000 руб./га, а медианное – 48 000 руб./га.

При учете недревесных ресурсов значения колеблются между 22 000 руб./га и 230 000 руб./га. Среднее значение составляет 105 000 руб./га, медианное 101 000 руб./га.

Стоит отметить, что заготовка живицы при лесопользовании вносить большой вклад в итоговый удельный показатель кадастровой стоимости. Это обусловлено относительно большим ее выходом и стоимостью единицы ресурса, а также продолжительным периодом ее заготовки. С одной стороны, очевидно, что сбор живицы со всех площадей сосновых древостоев слишком трудоемок, а добытый в таком объеме ресурс может не найти своего покупателя. Однако, с точки зрения природопользования, данный подход допустим, так как ущерб, который получит лес в результате заготовки без подсочки живицы, останется тем же. Возможно, стоит скорректировать используемую закупочную цену живицы, поскольку в условиях дефицита она может быть завышена.

Результаты исследования иллюстрируют тот факт, что основной вклад в стоимость лесных земель при их оценке вносит не только древесина, но и недревесные и пищевые ресурсы. При суммировании доход от заготовки древесины при использовании участка оказывается наравне с другими ресурсами. Таким образом, отказ от учета описанных выше видов продукции леса при кадастровой оценке лесных земель ведет к необоснованному занижению кадастровой стоимости, а пренебрежение поведельной оценкой – к искажению данных о конкретных лесных участках.

Литература

1. Грязькин А.В., Кондратенко Н.Н., Пона Д.С. Недревесная продукция леса. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – 338 с.
2. Ковязин В.Ф. Романчиков А.Ю. Проблема определения кадастровой стоимости земель лесного фонда // Записки Горного института/ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2015. – Т. 216. – с. 50-56
3. Ковязин В.Ф. Романчиков А.Ю. Учет текущего прироста запаса древесины при кадастровой оценке лесных земель / В.Ф. Ковязин, А.Ю. Романчиков // Научное обозрение. 2015. №12 – с. 345-352
4. Лесотаксационный справочник по Северо-Западу СССР / Под ред. А.Г. Мошкалева., Г.М. Давидова, Л.Н. Яновского, В.С. Моисеева, Д.П. Столярова., Ю.И. Бурневского – Л.: Лесотехническая академия, 1984. – 320 с.
5. Amacher G., Ollikainen M., Koskela E. Economics of Forest Resources. Massachusetts: The MIT Press, 2009.
6. Kovyazin V., Romanchikov A., Pasko O. 2015 Comparative analysis of forest lands cadastral appraisal estimated with regards to wood and food resources IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 012039

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ****Р.А. Рябцев**

Научный руководитель доцент А.В. Колмыков

**Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Республика Беларусь**

Целью исследования является анализ сложившейся системы расселения Горецкого района и разработка предложений по ее совершенствованию. В процессе исследования были использованы материалы государственной статистической отчетности и материалы статистической отчетности по району, нормативные правовые акты, применены компьютерные технологии, аналитический и статистический методы.

Система сельского расселения – это совокупность сельских населенных мест, расположенных на определенной территории, связанных общей организацией управления, обслуживания, транспорта и участия населения в труде.

В республике Беларусь широкое распространение получила групповая система сельского расселения. Ее основу образуют группы сельских населенных пунктов, связанных между собой и с городскими населенными пунктами – центрами районов в единую систему административными, организационно-хозяйственными, социально-культурными и коммуникационными связями [3]. В исследуемом районе развита групповая система сельского расселения.

Горецкий район расположен на северо-востоке Могилевской области в пределах Горецко-Мстиславской и Оршанско-Могилевской равнин в верховьях рек Прони, Баси и Мереи. Район граничит на юге с Дрибинским и Мстиславльским, на западе - Шкловским районами Могилевской области, на севере - Оршанским и Дубровенским районами Витебской области и на востоке - с Краснинским и Монастырщинским районами Смоленской области Российской Федерации. Протяженность территории района с севера на юг составляет 35 км, с востока на запад – 50 км.

Административным и культурно-хозяйственным центром района является город Горки, расположенный в 86 км северо-восточнее областного центра Могилевской области – г. Могилева и в 285 км восточнее г. Минска. В районе развита дорожная сеть. В направлении с востока на северо-запад район пересекает железная дорога Орша-Кричев. Важнейшими автомобильными дорогами являются дороги республиканского назначения. В различных направлениях проходят автодороги областного и местного значения, соединяющие г. Горки с центрами соседних районов.

Общая земельная площадь района составляет 128,43 тыс. га, в том числе 92,25 тысячи гектаров земель сельскохозяйственного назначения, из них 65,36 тыс. гектаров пахотных земель. Лесные земли занимают 18,9% территории района.

Горецкий район в административном отношении делится на 9 сельских советов: Горский, Добровский, Коптевский, Ленинский, Маслаковский, Овсянковский, Паршинский, Ректянский, Савский сельсоветы, в состав которых входят 170 сельских населенных пунктов.

В соответствии с Государственной программой «Возрождения и развития села» на 2005-2010 годы в республике появился новый тип сельского населенного пункта – агрогородок [2].

Агрогородок – это благоустроенный населенный пункт, в котором предусматривается создание производственной и социальной инфраструктуры для обеспечения социальных стандартов проживающему в нем населению и жителям прилегающих территорий.

Согласно Основным направлениям государственной политики Республики Беларусь на 2007-2010 годы, Государственной схеме комплексной территориальной организации Республики Беларусь сельские населенные пункты классифицируются по их роли в системе сельского расселения и численности населения (таблица).

Таблица

Классификация сельских населенных пунктов

Типы сельских населенных пунктов по	
роли в системе расселения	численности населения, чел.
Опорные центры местного значения (агрозородки)	Крупные – свыше 1000
	Большие – от 500 до 1000
	Средние – от 100 до 500
Рядовые сельские населенные пункты	Крупные – свыше 1000
	Большие – от 500 до 1000
	Средние – от 100 до 500
	Малые – до 100

Используя данную классификацию, был проведен анализ сельских населенных пунктов в разрезе Горецкого района. На территории района расположено 170 рядовых сельских поселений, из них 21 отнесены к населенным пунктам средней величины, а 137 поселения к населенным пунктам малой величины. Стоит отметить, что из числа населенных пунктов малой величины было выявлено 6 поселений, не имеющих постоянно проживающего населения (5 – в Ленинском сельском совете, 1 – в Ректянском).

Также в состав Горецкого района входит 12 агрозородков: 6 из них средней величины (Добрая, Коптевка, Каменка, Красулино, Рудковщина, Сава), 5 большой (Горы, Овсянка, Маслаки, Паршино, Ректа) и 1 крупной величины (Ленино) (рисунок).



Рис. Размещение агрозородков в Горецком районе

Население Горецкого района составляет 45764 человек, из них городское население – 30 926 человек, сельское население – 13 909 человек. На территории района проживает 22470 мужчин (из них 15912 трудоспособных) и 23294 женщины (из них 12764 трудоспособных). Этническое большинство района составляют беларусы - 90,9%, русские – 5,7%, украинцы – 0,8%, туркмены – 0,7% [1].

В Горецком районе сохраняются тенденции к уменьшению численности сельского населения, свойственные практически всем административным районам республики. Так, по данным переписей населения 1979, 1999 и 2009 годов численность сельского населения составляла 28,0, 20,8 и 16,5 тысяч человек соответственно. На 01.01.2015 года по данным текущего статистического учета сельское население составляло 12,8 тысяч человек, или 46% от численности сельского населения в 1979 году.

При этом наблюдается как отрицательное сальдо миграции, так и естественная депопуляция населения (превышение смертности над рождаемостью). Анализ данных естественного движения населения Горецкого района с 2003 по 2015 годы показывает ежегодную естественную убыль сельского и городского населения

района. Миграционный прирост сельского населения в рассматриваемом периоде не наблюдался, а прирост городского населения наблюдался с 2005 по 2007 года и с 2013 по 2015 года.

Изучив материалы статистической отчетности по району можно выделить следующие предложения:

1. Максимально использовать имеющиеся пустующие и незастроенные площади в существующих границах населенных пунктов;
2. В случае невозможности использования пустующих населенных пунктов рассмотреть возможность их реорганизации;
3. При недостатке площадей в существующих границах населенных пунктов выделить дополнительные площади земель.

Литература

1. Горецкий райисполком [Электронный ресурс] / Горецкий райисполком. – Горки, 2015. – Режим доступа: <http://gorki.gov.by/>. – Дата доступа : 09.02.2016.
2. О Государственной программе возрождения и развития села на 2005-2010 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 25 марта 2005 г., №150 – Консультант плюс.
3. Прогнозирование использования земельных ресурсов: учеб. пособие / В.Ф. Колмыков, А.В. Колмыков – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 231 с.

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ АРЕНДНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ГОРОДЕ МОГИЛЕВЕ РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

Е.М. Савицкий

Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова
*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Республика Беларусь*

Для прогнозирования каких-либо отношений, сутью является разработка прогностической модели, позволяющей получать прогнозную информацию об объекте. Для проведения прогностического эксперимента помимо, модели объекта необходимо располагать также набором методов, методик, приемов прогнозирования, которые применяются при его реализации. Поэтому в процессе анализа должны быть выбраны методы прогнозирования, адекватные объекту и целям разработки прогноза. При этом анализ предполагает уточнение цели исследования, предельно возможную конкретизацию задач. Одновременно уточняются структура объекта и прогнозного фона. Состав и взаимосвязь их элементов.

На этапе прогнозирования выявляются тенденции, закономерности изменения земельных ресурсов, описываются проблемные ситуации, выбираются соответствующие методы, приемы и модели прогнозирования.

Однако часто приходится встречаться с такими рядами динамики, когда уровни ряда претерпевают самые различные изменения, (возрастают, то убывают) и общая тенденция развития не ясна. Для выявления общей тенденции развития явления используют особые приемы обработки рядов динамики, так как глазомерной оценки недостаточно по следующим причинам: основой для прогнозирования и оценки изменения уровней является количественное выражение закономерностей развития явлений; не всегда достаточно точно улавливается форма изменения (прямая, парабола и т.д.)

Тенденции изменения переменной могут быть выявлены с помощью трендового анализа - набора математически-статистических процедур, позволяющих строить математическую модель основной тенденции (тренда) динамического ряда. Чаще всего используется при выборе модели тренда, метод наименьших квадратов, с помощью которого обычно сглаживаются временные ряды. Во-первых, если уравнение тренда используется для прогнозирования изучаемого показателя, нужно, чтобы выбранная кривая отображала его особенности. Свойства изучаемого явления должны соответствовать свойствам функции, описывающей тенденцию его динамики. Во-вторых, не всякая функция, казалась бы очень точно описывающая фактические данные, пригодна для прогнозирования. Особенно это касается полиномов третьей, четвертой и пятой степени. Дело в том, что если приближение к исходным данным обеспечивают все члены ряда, то при экстраполяции основной вклад в рассматриваемые значения вносят члены с самыми высокими показателями. Поэтому при анализе динамических рядов предпочтение отдается линейной зависимости. Если основную закономерность ряда нельзя описать линейной функцией, то необходима иногда довольно сложная процедура построения графиков. Оси координат, которых соответствуют функциям, обеспечивающим получение прямой линии. При анализе может случиться, что вообще не удастся подобрать ни одной функции, более-менее точно описывающей динамику показателя. Это означает, что закономерность, тенденция изменения рассматриваемой переменной в изучаемом периоде отсутствует, переменная в основном подвержена влиянию случайных факторов, либо вообще практически не изменяется, что в нашем случае бывает довольно часто.

Первым этапом экстраполяции тренда является выбор оптимального вида функции описывающей эмпирический ряд. Для этого проводится предварительная обработка и преобразование исходных данных с целью облегчения выбора вида. Тренд путем сглаживания и выравнивания временного ряда, определения функций дифференциального роста, а также формального и логического анализа особенностей прогресса. Следующим этапом является расчет параметров выбранной экстраполяционной функции. Важную роль в методе экстраполяционного сглаживания играет выбор оптимального параметра сглаживания, так как именно он определяет оценки коэффициентов модели а, следовательно, и результаты прогноза.

На основании данных об общем количестве зарегистрированных договоров аренды на земельный участок, составлен график, на котором при помощи линии тренда произведен прогноз на 2015-2017 годы (рисунок 1).

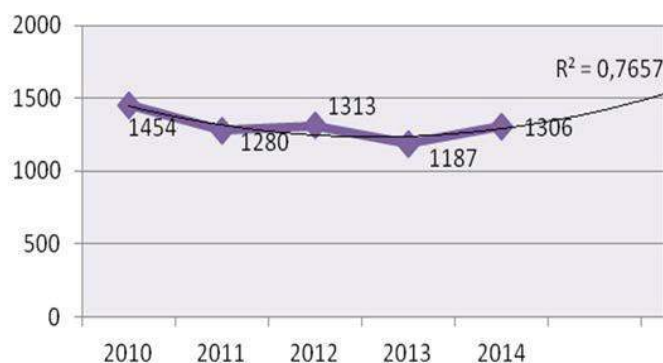


Рис. 1. Прогноз изменения количества государственной регистрации договоров аренды на земельный участок в г. Могилеве

На рисунке 1 показана формула построения тренда. Величина R называется коэффициентом детерминации, показывает, какая часть общей дисперсии результирующего признака обусловлена вариацией признаков-факторов, включенных в рассматриваемое уравнение корреляционной зависимости. Величина совокупного коэффициента корреляции изменяется от 0 до 1 и численно не может быть меньше, чем любое из образующих парных коэффициентов корреляции. По прогнозу коэффициент детерминации равен 0,7657, это означает, что 0,77 учетных факторов и 0,23 неучтенных. При этом в 2015-2017 годах регистрация договоров аренды на земельный участок будет постепенно увеличиваться и в 2017 году составит 1592 зарегистрированных договоров аренды на земельный участок.

Прогнозное изменение количества государственной регистрации договоров аренды на земельный участок юридическими лицами приведено на рисунке 2.



Рис. 2. Прогноз изменения количества государственной регистрации договоров аренды на земельный участок юридическими лицами

Рассматривая рисунок 2 можно заметить, что количество зарегистрированных договоров аренды юридическими лицами в рассматриваемый период колеблется. С 2010 года наблюдается увеличение количества регистраций с 301 до 409 договоров, однако в 2013 году происходит спад на 27 единиц и составляет 382 зарегистрированных договора. В 2014 году так же, как и в период 2010-2012 гг. наблюдается рост количества регистраций договоров (455 ед.). Коэффициент детерминации составил 0,8612, где 0,86 фактора учтены и 0,14 не учтены при прогнозировании. К 2017 году количество зарегистрированных договоров аренды на земельный участок будет равно 497.

Изменение количества регистраций договоров аренды на земельный участок физическими лицами на перспективу можно проследить по рисунку 3, где построен график с учетом фактических данных, а также изображен прогнозный график на 2015-2017 годы с использованием линии тренда.

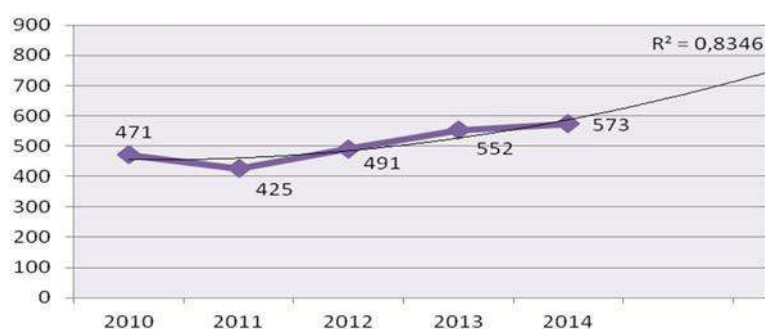


Рис. 3. Прогноз изменения количества государственной регистрации договоров аренды на земельный участок физическим лицами

На рисунке 3 можно заметить с 2011 года постепенный рост количества регистрации договоров аренды на земельный участок физическими лицами (425 ед. и 573 ед. в 2011 и 2014 годах соответственно). Коэффициент детерминации составит 0,8346, где 0,83 фактора учтены и 0,17 не учтены при прогнозировании. К 2017 году прогнозируется 772 зарегистрированных договоров аренды на земельный участок физическими лицами.

Таким образом, после составления прогнозов на основании данных о количестве регистрации договоров аренды на земельные участки в период с 2010 по 2014 годы можно сделать следующие выводы. Количество государственной регистрации договоров аренды в прогнозный период 2015-2017 годы будет постепенно увеличиваться и составит на конец 2017 года 1592 договора аренды на земельные участки.

Литература

1. Официальный сайт Могилевского областного исполнительного комитета. Режим доступа: <http://mogilev-region.gov.by/>. Дата доступа: 24.01.2016 г.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Старицына¹, И.А. Старицына², Н.В. Вашукевич^{2,3}

¹Уральский колледж им. И.И. Ползунова, г. Екатеринбург, Россия

²Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия

³Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

Свердловская область делится на 94 муниципальных образования: 70 городских округов, 5 муниципальных районов, 3 городских поселения и 16 сельских поселений [2]. Неравномерность расселения жителей по территории области связана с климатическими особенностями. На юге, на границе с Челябинской областью, климат наиболее мягкий и благоприятный для ведения сельского хозяйства. Преобладают лиственные деревья. Средняя часть области – смешанные леса, Северная часть области, климат наиболее суровый, преобладают хвойные леса. Наивысшая плотность населения сосредоточена на юге области, в городе Екатеринбурге и его окрестностях. Город-мегаполис, четвёртый по величине миллионник России, как магнит, стягивает со всей области экономические и трудовые ресурсы. Средний уровень заработной платы в Екатеринбурге составляет 20 000 – 25 000 руб/мес., это намного выше, чем средний уровень заработной платы в остальной Свердловской области. По этой причине происходит активная трудовая миграция работоспособного населения из отдалённых районов Свердловской области в город Екатеринбург и его ближайшие окрестности.

Площадь города Екатеринбурга должна постоянно увеличиваться, так как постоянно растёт спрос на жилую и коммерческую недвижимость. Площади земель городских поселений увеличиваются за счёт перевода земель сельскохозяйственного назначения, земель запаса, земель лесного фонда.

В целом по области нет тенденции снижения важных категорий земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда. Эта тенденция наблюдается только в пригороде города Екатеринбурга. В остальных муниципальных образованиях за счёт перевода земель запаса в земли иных категорий выдерживается общий баланс земель. По области площадь земель сельскохозяйственного назначения почти не сократилась, но произошло это не потому, что были сохранены существующие поля и угодья. Необходимые городу Екатеринбургу поля и бывшие совхозные земли застраиваются жилыми домами и коттеджами, и одновременно с этим где-нибудь на севере области неиспользуемые земли переводятся из земель запаса в земли сельскохозяйственного назначения. Для того, чтобы вырастить что-либо на этих землях, нужно вложить немалые средства в удобрение этих земель и благоустройство территории. Свердловская область находится в зоне рискованного земледелия, преобладают серые лесные почвы. Многие культуры не успевают вызреть на данной территории. Гидрография Свердловской области представлена 18 414 реками, 2,5 тысячи озёр, множеством болот. Географически, Свердловская область находится на восточном склоне уральских гор, почти все реки текут на восток. Свердловская область является транзитной для рек, протекающих по данной территории. Из Свердловской области реки текут в Челябинскую и Тюменскую область, унося с собой техногенное загрязнение

наших заводов и крупных промышленных городов. Во многих городах есть металлургические или горно-обогатительные предприятия, отходы этих заводов попадают в реки. То есть, из-за транзитного положения Свердловской области, всю негативную экологическую нагрузку получают соседние области. Площадь земель водного фонда составляет 92,5 тыс. га, это 0,5 % от всей площади Свердловской области. Для сравнения, водный фонд Челябинской области составляет 32,4 тыс. га, это 0,4 % от всей площади области. То есть, небольшой по площади водный фонд Свердловской области оказывает сильное негативное воздействие на огромные водные ресурсы соседних областей, в частности Челябинской области. В Свердловской области преобладают северо-западные ветра, загрязнение атмосферного воздуха переносится на Тюменскую область.

Северная часть области специализируется на лесозаготовках. Многие посёлки живут только за счёт леса, так как в 90-е годы другие источники заработка – заводы, обанкротились и закрылись. Одной из проблем Свердловской области является наличие большого количества горных выработок, есть действующие шахты и карьеры, есть уже отработанные, требующие рекультивации. Данные земельные участки находятся в категории земель промышленности, и могут быть переведены в земли запаса после отработки и проведения рекультивации. Такие объекты потенциально опасны, так как могут нанести экологический и экономический ущерб. На месте бывших карьеров со временем образуются водоёмы, которые, согласно ст. 8. Водного кодекса РФ переводят в земли водного фонда [5]. Старые шахты таят в себе больше опасностей. Шахты закладывают отработанным материалом, укрепляют, цементируют. При неправильной рекультивации шахтных полей могут произойти провалы грунта. Нежелательно такие земли переводить в земли городских поселений, выделять данные земельные участки под многоэтажную жилую застройку. Многоэтажные дома оказывают большое давление на грунт, ослабленный горными выработками, и вероятность провалов повышается. На данных землях можно строить только малоэтажные дома. Под земли сельскохозяйственных угодий данные земли не рекомендуется использовать, так как возможно остаточное экологическое загрязнение.

Земли, находящиеся в границах Свердловской области, составляют земельный фонд области. Площадь Свердловской области по состоянию на 1 января 2015 г. составляет 19 430,7 тыс. га. Земельный фонд Свердловской области представлен всеми категориями земель. В его структуре абсолютно преобладают земли лесного фонда (70,3% всей территории). Доля земель сельскохозяйственного назначения – 21,0 %, на земли городских и сельских населенных пунктов приходится 3,8%, а земли промышленности, и иного специального назначения, земли водного фонда, земли запаса, земли особо охраняемых территорий и объектов занимают в совокупности 4,9% территории области [2].

На территории Свердловской области организованы 3 особо охраняемые природные территории федерального значения, которые представлены землями государственных природных заповедников «Висимский» и «Денежкин камень», а также Государственный национальный парк «Припышминские боры», однако по учетным данным лесного фонда его земли числятся в составе земель лесного фонда [2].

В 2012-2014 гг. в динамике структуры земельного фонда отмечены следующие тенденции: на 7,6 тыс. га увеличились площади сельскохозяйственных земель, на 1,4 тыс. га - площади земель населённых пунктов, произошло сокращение на 0,1 тыс. га площадей земель промышленности и иного специального назначения. Серьезной негативной тенденцией в структуре земельного фонда области является увеличение площади земель фонда перераспределения, которая в 2015 г. составила около 5 % от общей площади земель Свердловской области и порядка 26% от площади сельскохозяйственных земель. За 15 лет, с 2001 по 2014 год, площадь земель фонда перераспределения увеличилась на 927,8 тыс. га. В 2002 году доля земель фонда перераспределения составляла 3,2% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения, в 2015 году она возросла до 26 %. Это связано с добровольным отказом граждан и организаций от права пользования, либо прекращении деятельности организаций, осуществляющих сельскохозяйственное производство и, как следствие, исключения их из Единого государственного реестра юридических лиц. В 2014 году участки земель сельскохозяйственного назначения были переведены в категорию земель промышленности (0,1 тыс. га), а также вошли в состав земель населенных пунктов (0,1 тыс. га). В категорию земель сельскохозяйственного назначения были возвращены участки из категории земли запаса общей площадью 0,1 тыс. га (Каменский район) [2].

Доля земель в государственной собственности в последние годы возросла с 66,7 % в 2010 г. до 67,2 % в 2014 г. Основу этих земель составляют земли лесного фонда. Площади земель, находящихся в государственной собственности ежегодно увеличивается за счёт невостребованных долей, которые переходят в собственность муниципалитетов. Земельный рынок в Свердловской области в основном функционирует на передаче государственных и муниципальных земельных участков в аренду. В рамках арендных договоров или договоров купли-продажи в сделках участвуют около 30% земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности. В тоже время в структуре земель, находящихся в собственности граждан и юридических лиц в сделках аренды, купли-продажи, дарения, наследования, залога участвуют около 6,5 % земельного фонда региона [1].

Кадастровая оценка земель на территории Свердловской области проводилась три раза. В период с 1999 по 2005 год были завершены работы по государственной кадастровой оценке всех категорий земель, за исключением земель запаса. Первые результаты были закреплены еще в 2002 г. и период их практического применения пришелся на 2006–2008 гг. В 2005 году сведения об экономических характеристиках земельных участков (удельном показателе и кадастровой стоимости) внесены в государственной кадастр недвижимости и с 2006 года в соответствии с гл. 31 Налогового кодекса Российской Федерации исчисление земельного налога производится исходя из кадастровой стоимости земельных участков. Дважды проведены работы по актуализации государственной кадастровой оценки на территории Свердловской области: в 2007-2008 годах (земли населенных пунктов) и в 2010-2011 г.г. проведены работы по государственной кадастровой оценке земель

населенных пунктов (998 тыс. участков), земель водного фонда (17 участков), земель промышленности и иного специального назначения (72 тыс. участков), земель особо охраняемых территорий и объектов (722 участка), земель сельскохозяйственного назначения (291 тыс. участков) [3,4].

Плотность населения на юге области выше, а соответственно выше востребованность земель под жилую застройку. Существует программа предоставления определённым категориям граждан земельных участков в собственность бесплатно. Данные участки на территории Свердловской области в 2015 году выделялись в п. Бобровский (Сысертский ГО) и в северной части г. Красноуфимска [2]. Из г. Сысерти можно ездить на работу в г. Екатеринбург ежедневно, но желательно иметь личный автотранспорт. Из Красноуфимска ездить на работу в мегаполис не получится, придётся полностью переезжать и искать работу там, не смотря на то, что уровень зарплат там значительно ниже, чем в Екатеринбурге, а также высок уровень безработицы. Наиболее перспективным вариантом на первый взгляд являются земельные участки в п. Бобровский, Сысертского района. В данном районе активно строятся коммерческие коттеджные посёлки. Рассмотрев их местоположение можно сделать следующие выводы: 1) коммерческие земельные участки под ИЖС строятся вблизи населённых пунктов с возможностью подключения к существующим коммуникациям; 2) данные участки располагаются в непосредственной близости от транспортных магистралей. Бесплатные участки под индивидуальное жилое строительство лишены этих преимуществ. Инфраструктура и дороги запланированы, большинство коммуникаций будут прокладываться за счёт будущих собственников, во всяком случае, от магистральной линии до конкретного землепользования. Поэтому, часто бесплатные участки собственники продают, так как не в состоянии оплатить строительство дома и прокладку коммуникаций.

Литература

1. Афанасьева, С.А. Использование земельных активов для развития ипотеки (на материалах Свердловской области): дисс.... канд. экон. наук: 08.00.05 / Афанасьева Светлана Александровна. – М., 2015. – 152 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Свердловской области в 2014 г.» [Электронный ресурс] // <http://www.mprso.ru/users/Госдоклад%20часть1.pdf.pdf>
3. Котляров, М.А. Кадастровая оценка земель населенных пунктов как показатель привлекательности территорий (на примере Свердловской области) // Вестник УРФУ. Сер. экономика и управление. 2012. № 1/2012. – С.115-125.
4. Лузин, В. М. Итоги новой кадастровой оценки в Свердловской области: земля дешевле не станет. [Электронный ресурс] // <http://www.nep08.ru/interview/2011/03/21/luzin/>
5. Водный кодекс РФ. [Электронный ресурс] // <http://vodnokod.ru/>

ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД ТОМСК»

К.В. Студёнова

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время потребность в совершенствовании правового регулирования, связанного с предоставлением земельных участков для строительства линейных объектов на городских территориях, наиболее актуальна. Существует ряд объективных факторов, которые определяют экономическое развитие и уровень жизни населения, в значительной степени они обусловлены наличием и состоянием различного рода коммуникаций, имеющих линейную протяженность. Инженерные коммуникации являются частью обеспечения жизнедеятельности населения коммунальными услугами (газо-, электро-, тепло-, водо- снабжения, водоотведения и т.д.). Процедура подключения объектов к системам жизнеобеспечения сложна, а в некоторых случаях и невыполнима.

«Разрешение на строительство» является документом необходимым для начала строительства инженерных коммуникаций. В соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации (далее - ГрК РФ) разрешение на строительство является документом, подтверждающим соответствие проектной документации требованиям градостроительного плана земельного участка или проекту планировки территории и проекту межевания территории (в случае строительства, реконструкции линейных объектов). «Разрешение на строительство» предоставляет застройщику право осуществлять строительство, реконструкцию объектов капитального строительства [1].

Вступившие в силу изменения в Земельном кодексе Российской Федерации (далее - ЗК РФ) с 1 марта 2015 года значительно ограничили возможность образования и предоставления земельных участков, в том числе для строительства инженерных коммуникаций. Во-первых, новый порядок в соответствии с пунктом 3 статьи 11.3 ЗК РФ регламентирует образование таких земельных участков, в границах элемента планировочной структуры, застроенного многоквартирными домами, осуществлять исключительно в соответствии с утвержденным проектом межевания территории [3]. Для города Томска, такая задача стала фактически невыполнимой, поскольку на 1 января 2016г. на территорию города Томска разработано 35,25% проектов планировок и проектов межевания территорий из них утверждено 12,51% (рис.1). Таким образом, муниципальное образование «Город Томск» не имеет проектов планировок и проектов межевания территорий более чем на половину территории. Проводя анализ утвержденных проектов, необходимо отметить, что в них не предусмотрены все необходимые инженерные коммуникации. Таким образом, расположенные на таких

территориях объекты (индивидуальных жилых домов и других объектов) остаются без возможности обеспечения сетями газоснабжения, водоснабжения, водоотведения, электроснабжения, телефонизации и другими коммуникациями. Анализ статистики по количеству образованных земельных участков для строительства инженерных коммуникаций за 2014 - 2015 гг. показывает их значительное сокращение в 4 раза (рис.1).

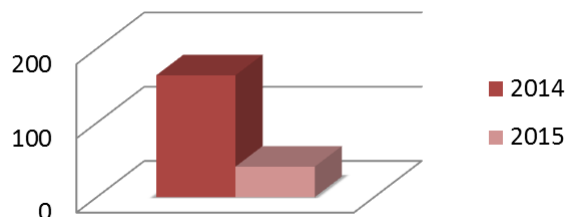


Рис.1. Количество земельных участков, образованных для строительства инженерных коммуникаций по годам (2014-2015гг.)

До 1 января 2016 г. основанием для получения разрешения на строительство линейного объекта мог являться градостроительный план земельного участка или проект планировки и проекта межевания территории. В градостроительном плане земельного участка было определено место допустимого размещения инженерных коммуникаций в границах земельного участка, в то время как проект планировки и проект межевания территории мог не предусматривать размещение инженерных коммуникаций в месте, определенном заинтересованным лицом, либо проект планировки и проект межевания территории отсутствовал. В соответствии с изменениями в ГрК РФ, вступившими в силу с 1 января 2016 года, выдача разрешения на строительство осуществляется исключительно на основании проекта планировки и проекта межевания территории, предусматривающего размещение линейного объекта [1].

Во-вторых, одной из основных причин отказа в предварительном согласовании предоставления земельных участков для строительства инженерных коммуникаций является наличие на запрашиваемом земельном участке сооружений - автомобильных дорог общего пользования местного значения муниципального образования. В соответствии с пп.2 п.8 ст.39.15 и п.5 ст.39.16 Земельного кодекса Российской Федерации в случае, если на земельном участке, указанном в заявлении о предварительном согласовании предоставления земельного участка, расположено сооружение, находящееся в муниципальной собственности, уполномоченный орган принимает решение об отказе в предварительном согласовании предоставления земельного участка. Согласно п.10 ст.23 Земельного кодекса Российской Федерации и Федеральным законом от 08.11.2007 №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» размещение инженерных коммуникаций в границах полос отвода автомобильных дорог осуществляется в порядке и на условиях установления публичного сервитута [5].

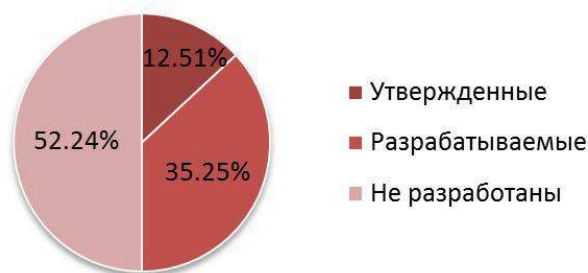


Рис. 2. Соотношение существующих и разрабатываемых проектов планировки и проектов межевания территории г. Томска

Под большей частью автомобильных дорог земельные участки не образованы, возникает проблема в формировании и постановки на государственный кадастровый учет такого земельного участка в связи с тем, что финансирование таких работ не предусматривалось.

Таким образом, учитывая малое количество утвержденных проектов планировок и проектов межевания на территорию МО «Город Томск», внесенные изменения в Земельный и Градостроительный кодекс не упростили порядок получения разрешения на строительство. Заинтересованные лица сегодня находятся в безвыходном положении, в части не только образования земельных участков для строительства инженерных коммуникаций, но и соответственно получения разрешения на строительство. Решением создавшейся проблемы может стать утверждение проекта закона Томской области «Об установлении случаев, при которых не требуется получение разрешения на строительство на территории Томской области», на основании пункта 5 части 17 статьи 51 ГрК РФ, и проекта постановления администрации Томской области «Об утверждении положения о порядке и условиях размещения отдельных видов объектов на землях или земельных участках, находящихся в

государственной собственности или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов на территории Томской области, на основании пункта 3 статьи 39.36 Земельного кодекса Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации 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» [4], статьи 3 Закона Томской области от 09 июля 2015 № 100-ОЗ «О земельных отношениях в Томской области» [2]. В настоящее время указанные акты находятся на стадии согласования.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190 – ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2005. № 1 (часть I). Ст. 16.
2. Закон Томской области от 09.07.2015 № 100 – ОЗ «О земельных отношениях в Томской области» // Собрание законодательства Томской области. 2015. № 7/2(127).
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136 – ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2001. № 44. Ст. 4147. Ст. 4147.
4. 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.
5. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257 – ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2007. N 46. Ст. 5553

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.В. Теняникова

Научный руководитель аспирант Т.С. Постернак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томская область один из самых больших по площади регионов России, однако площадь сельскохозяйственных земель не велика. Область располагается на Юго-Восточной части Западно-Сибирской равнины, имеет общие границы с Красноярским краем на востоке, на юге с Новосибирской и Кемеровской областями, на западе с Омской областью и на северо-западе с Ханты-Мансийским автономным округом и Тюменской областью. Площадь Томской области составляет 314,4 тыс. км² (16-е место в России). Площадь земельного фонда – 31439,1 тыс. га, сельскохозяйственных земель – 2019,0 тыс. га. Большую часть территории области занимают болота, озера, реки и леса. Основная доля площадей сельского хозяйства приходится на долины рек и южную часть области (Шегарский, Кожевниковский, Зырянский и Томский районы) [1].

Гидротермический коэффициент южных районов области равен 1,4 – 1,2, а это значит, что они относятся к влажным, и условия естественного увлажнения удовлетворительные. Общий уровень естественных гидроресурсов для функционирования агро- и биоценозов создает условия для атмосферного и почвенно-грунтового увлажнения, при доминировании атмосферных осадков [5].

Климатические условия южной части области способствуют промывному режиму в формировании почвенного профиля. Это обусловлено сравнительно слабым испарением (200-300 мм в год), частыми осадками, сильным развитием поверхностных и подземных стоков. Для районов сельскохозяйственного производства также характерно повсеместное сезонное промерзание почвы, замедляющего процессы разложения органики и гумусообразования [7].

Среди многообразия типов почв Томской области на территории южных районов преобладают серые лесные почвы, которые характеризуется повышенной кислотностью в верхних горизонтах, ненасыщенностью основаниями, а также невысоким содержанием питательных веществ [3]. Содержание гумуса в почвах определяется количеством поступающей в почву органической массы, а также условиями и характером почвообразовательного процесса, биологическими особенностями возделывания культур, их агротехникой и другими факторами. По содержанию гумуса в почвах оценивают уровень потенциального плодородия и возможные изменения в процессе сельскохозяйственного использования. Почвы земель сельскохозяйственного назначения Томской области относятся к кислым (степень кислотности 5,15) и слабогумусированным.

Исследования почв на содержание подвижных форм тяжелых металлов показали, что на территории области не превышена предельно допустимая концентрация по содержанию радионуклидов и тяжелым металлам (свинец, марганец, медь, никель, цинк, кадмий, валовые формы мышьяка) [5].

Рассмотрим агроклиматические условия соседних с Томской областью территорий для выявления сходства и различий пригодности сельскохозяйственного производства.

Новосибирская область расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Граничит с Томской областью на севере, на юге – с Алтайским краем, с Казахстаном – на юго-западе и на востоке – с Кемеровской областью. Общая площадь области 177,5 тыс. км² – 19 место по России. Относится к умеренно-климатической зоне с континентальным климатом, умеренно-суровой продолжительной и малоснежной зимой и кратковременным жарким летом [4]. Характерно неравномерное распределение осадков в различные сезоны

года, большая часть (около 70%) выпадает летом в виде дождей, в основном ливневых с грозами. Среднегодовое количество осадков 280-550 мм. Количество осадков на территориях, занятых сельским хозяйством, составляет: 400–380 и 380–350 мм в северной и южной подзонах лесостепи; 350–300, 300–280 и 280–240 мм в степных зонах. Гидротермический коэффициент южных районов области от 1,2 до 0,6. Двукратный разрыв связан с тем, что юг области занимают лесостепи и степи.

Территория Новосибирской области отличается широким спектром почв – от дерново-подзолистых в подтайге до степных чернозёмов. Наиболее плодородные земли области расположены от центра к югу. Доминирующее положение среди сельскохозяйственных земель занимают черноземы, площадь которых составляет 1503,6 тыс. га. Одно из важнейших свойств чернозёмов – богатый гумусовый слой, но, несмотря на обогатённые гумусом черноземы центральной части Новосибирской области, черноземы степной зоны слабо гумусированы, содержание гумуса в таких землях всего 1,4-3,2%. Кислотность земель, расположенных в южных частях области составляет 5,8-6,2 [6].

В целом, в Новосибирской области преобладают районы, занимающиеся сельским хозяйством, однако на юге области существует проблема глубокого промерзания почв, которая тормозит процессы оттаивания и прогревания, ухудшает микроклимат, изменяет водный баланс и оказывает отрицательное воздействие на перераспределение всех показателей теплообмена.

Кемеровская область расположена на юге Западной Сибири, в бассейне реки Томь. Она граничит на севере с Томской областью. Площадь всей области 95,725 тыс. км² (34 место по России), сельскохозяйственных земель – 26 тыс. км². Кемеровская область находится на стыке четырёх крупных климатических областей: Западно-Сибирской, Восточно-Сибирской, Центрально-Азиатской и Средне-Азиатской. В связи с этим климат влажный и прохладный летом и влажный слабо морозный зимой. Движение арктических и континентальных воздушных масс формирует сухое жаркое лето и суровую зиму. Количество выпадения осадков в Кемеровской области характеризуется неравномерностью. В районе Кузнецкого Алатау атмосферных осадков за год выпадает больше 1000 мм, в некоторых частях до 1800 мм (это один из самых увлажнённых районов Сибири), а в южной части лесостепи осадков выпадает всего около 350 мм. Почвы разнообразны, как в Новосибирской и Томской областях, но наиболее благоприятные для сельскохозяйственного производства чернозёмы расположены в центральных степных и лесостепных районах области (Беловский, Прокопьевский, Кузнецкий и Юргинский районы). Кислотность почв, пригодных для сельскохозяйственных нужд 5.2-5.5. Почва характеризуется оптимальным содержанием гумусового слоя в среднем 7,7%.

По результатам исследований почв на содержание тяжелых металлов в почве, проводимых центром агрохимической службы «Кемеровский», выявлено, что площади почв сельскохозяйственных угодий загрязнены тяжелыми металлами свыше ПДК. Загрязнённые земли в основном расположены вблизи промышленных центров. К примеру, в Беловском районе почвы загрязнены цинком, а кадмиевое загрязнение встречается почти во всех районах области. Это связано с загрязнением атмосферы промышленными выбросами [2]. Сравнительный анализ соотношения площади земель сельскохозяйственного назначения к площади земель исследуемых регионов Сибири представлен в таблице.

Таблица

Отношение площади сельскохозяйственных земель исследуемых регионов Сибири к их общей площади

Область	Томская	Новосибирская	Кемеровская
Категория земель			
Общая площадь, тыс. га	31440	17 775,6	9572,5
Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га	2243,3	8634,3	2664,8
Доля площади сельскохозяйственных земель от общей площади, %	7	49	28

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что доля земель, пригодных для ведения сельского хозяйства на территории Томской области, относительно соседних регионов мала. Почвы характеризуются повышенной кислотностью, низким содержанием гумуса, невысоким уровнем плодородия. Новосибирская область лидирует по площади земель сельскохозяйственного назначения, располагая на юге черноземами. Для этого региона характерна неравномерность в распределении осадков. Кемеровская область отличается самым высоким коэффициентом увлажнения территории. Ее земли загрязнены тяжелыми металлами. Установлена зависимость площади земель сельскохозяйственного назначения регионов Сибири от гидротермического коэффициента Селянинова, а также от типа почв и проведения агротехнических работ.

Проблемы сельскохозяйственных земель зависят не только от климатических особенностей района, но и от их использования, финансирования системы мониторинга и охраны земель, заброшенности ранее пригодных для сельскохозяйственных целей земель, проведения мероприятий по рекультивации земель.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году» — Томск: Дельтаплан, 2015. — 156 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2014 году // Администрация Кемеровской области Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. — Кемерово, 2015. — 459 с.
3. Заключение об оценке регулирующего воздействия проекта закона Томской области "О внесении изменений в Закон Томской области "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения Томской области" от 10 ноября 2015 года.
4. Климат и экология Новосибирской области: монография / Л.В. Воронина, А.Г. Гриценко. — Новосибирск: СГГА, 2011. — 228 с.
5. Отчет выполнения перечня и объемов работ, предусмотренных государственным заданием на 2014 год / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Станция агрохимической службы «Томская». — Томск, 2015.
6. Хмелев В.А., Миллер Г.Ф. Оценка сельскохозяйственной пригодности земель Новосибирской области // Сибирский экологический журнал. — 2005. — № 5. — С. 835–843.
7. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / Глав. ред. А. М. Адам, редкол.: В. А. Коляшкин, И. Г. Тарасов, Ю. В. Лунева; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск: Дельтаплан, 2014. — 194 с.

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОДТОПЛЯЕМОЙ РЕКОЙ УШАЙКОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА**А.А. Тырганова, А.Ю. Махашкеева**

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природно-техногенные процессы, представляющие угрозу не только зданиям и сооружениям, но и самой жизни людей, развиваются повсеместно, на всей территории РФ. Подтопление в настоящее время из всех опасных процессов имеет максимальное распространение, его последствия могут быть угрожающими для значительных территорий нашей страны. Положение усугубляется тем, что 65% территории России занято вечной мерзлотой, где подтопление особенно опасно.

Подтопление – повышение уровня подземных вод и увлажнение грунтов зон аэрации, приводящие к нарушению хозяйственной деятельности на данных территориях, изменению физических и физико-химических свойств подземных вод, преобразованию почвогрунтов, видового состава, структуры и продуктивности растительного покрова, трансформации мест обитания животных. Причинами подтоплений зданий (сооружений) и фундаментов являются природный и техногенный факторы. Подтопление застроенных территорий – наиболее массовый инженерно-геологический процесс, который наносит ощутимый материальный, экологический и социальный ущерб, в том числе при возведении фундамента строения [5].

Целью данной работы стало исследование природно-техногенного процесса (подтопления) и его влияния на урбанизируемую территорию на примере улицы Юргинской. Территория расположена в Кировском районе г. Томска в зоне подтопления реки Ушайки в 11,456 метрах от улицы Юргинской (общая протяженность 514 м). На ней располагаются жилые объекты, а также объекты индустрии. Юргинская улица ограничена береговой линией, приближенной защитной полосой и линиями водоохранной зоны. Катастрофическое весеннее половодье в 2010 году на р. Ушайке привело к подтоплению жилых домов и сильному размыву левого берега реки. По данным специалистов [4], при повторном возникновении подобной чрезвычайной ситуации может возникнуть угроза жизни людей, проживающих на данной территории и целостности зданий.

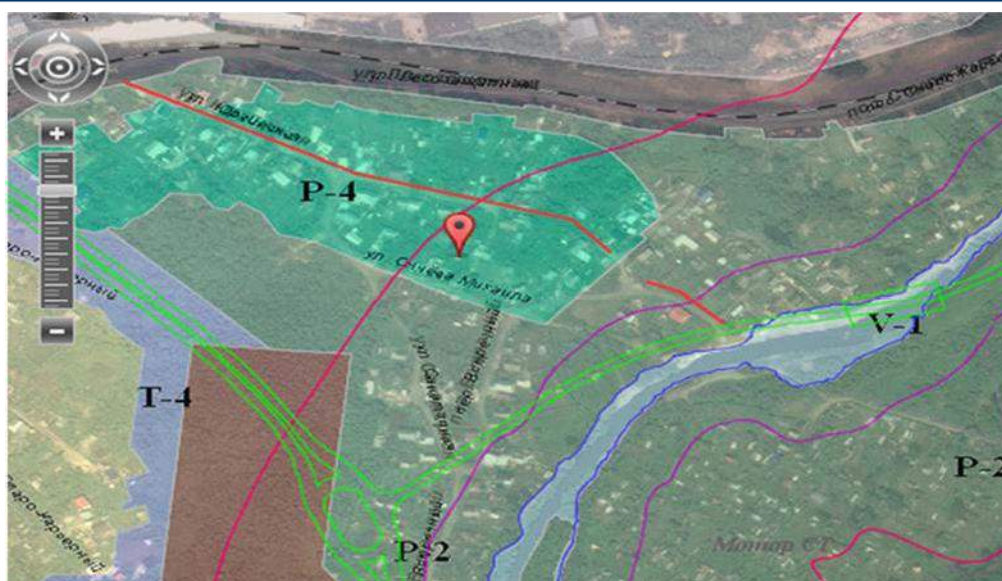
Вышесказанное позволяет говорить о том, что проблема не только актуальна, но и требует незамедлительного решения. Для ее решения были поставлены следующие задачи:

1. Проведены исследования состояния городской среды и дана оценка состояния территории;
2. Разработаны мероприятия по предотвращению подтопления на изучаемой территории.
3. Анализ градостроительной деятельности территории города Томск в районе ул. Юргинской, подтопляемой р. Ушайкой по данным «Градостроительного Атласа Города Томска» [7].

Согласно Градостроительному атласу г. Томска [4], на исследуемой территории (рис. 1) планируются работы по строительству дороги и моста.

Согласно градостроительному зонированию территории г. Томска, в пределах изучаемой территории строительство жилых зданий (особенно многоэтажных) не допускается. Проведенные исследования показали, что на данной территории построены жилые дома, к примеру, по ул. Юргинская дома с 1 по 28 (рис.2).

В соответствии с документом «Инженерная защита территории от затопления и подтопления» СНиП 2.06.15-85 [6], жилые здания должны быть снесены или же проведен ряд работ по устранению подтопления. В качестве таких мероприятий могут служить обвалование прибрежной зоны, искусственное повышение поверхности территории, руслорегулирующие сооружения и сооружения по регулированию и отводу поверхностного стока, дренажные системы и отдельные дренажи и другие защитные сооружения, расположенные вдоль берега реки Ушайки.



Условные обозначения:

— береговая линия; — прибрежная защитная полоса; — Водоохранная зона; — проект улично-дорожной сети [4].

VI – водная поверхность; P-2 – Зона городских лесопарков и городских лесов, лугопарков и зон отдыха; P-4 – Зона спортивных комплексов и сооружений

Рис.1. План-схема из источника «Градостроительный Атлас Города Томска» участка в районе улицы Юргинской

Для предотвращения подтопляемости территории и разрешения возникшего противоречия нами предлагаются следующие мероприятия:

1. Возвращение фарватера в первоначальное место с помощью наращивания береговой территории методом отсыпки грунтом, максимально отклонив стрежень реки от левого берега.
2. Проведение работ по возврату месторасположения русла в естественное состояние путем дополнительного дноуглубления. Гравийно-песчаную смесь можно частично использовать для поднятия отметки дороги.
3. Проведение мероприятий по укреплению берега реки Ушайки на повороте в районе ул. Юргинской строительными блоками.
4. Расширение дороги для проезда техники и подъем высоты ее отметки с заменой водопропускной трубы под дорогой на трубу большего диаметра.

Следует отметить, что указанные мероприятия по решению проблемы подтопления носят временный характер.



Рис.2. Жилые дома из источника «Градостроительный Атлас Города Томска» по ул. Юргинской

Таким образом, в соответствии со статьей 57 Земельного кодекса Российской Федерации [1] для устранения негативного влияния процесса подтопления на жилые сооружения целесообразно жилые дома, находящиеся за прибрежной защитной полосой изъять у собственников; согласно статье 49 Земельного кодекса Российской Федерации [1] – возместить убытки правообладателям (собственникам, землевладельцам и землепользователям), то есть произвести выплату денежных средств в связи с утраченной выгодой.

Литература

1. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу Строительные нормы и правила «Инженерная защита территории от затопления и подтопления» - СНиП 2.06.15-85.
2. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016).
3. Информационная система обеспечения градостроительной деятельности "Градостроительный атлас города Томска": [электронный ресурс]. URL: <http://map.admin.tomsk.ru/>
4. Кузеванов К.И., Дутова Е.М., Покровский Д.С. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Известия ТПУ. – 2004. – №7. – С. 30–35.
5. Попов В. К., Серяков С. В., Серякова Р.Э. Редевелопмент как средство экологизации землеустройства урбанизированных территорий // Известия ТПУ. – 2014. – №1. – С. 191 – 197.
6. Строительные нормы и правила «Инженерная защита территории от затопления и подтопления» – СНиП 2.06.15-85.
7. Gis-Investor администрации города Томска: [электронный ресурс]. URL: <http://invest-tomsk.ru/>

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ КАТЕГОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.В. Фролова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В обществе уже возникло понимание того, что земли сельскохозяйственного назначения нельзя бесконтрольно изымать и использовать для развития населенных пунктов, промышленных, энергетических и других несельскохозяйственных целей, а изменение их целевого назначения, правового режима и разрешенного использования сопряжено со значительными затратами, не обеспечивающими восстановление сельскохозяйственного потенциала территории. За годы реформ земли сельскохозяйственного назначения претерпели самые значительные изменения [4]. Произошли: сокращение площадей продуктивных земель, снижение их плодородия и падение производства сельскохозяйственной продукции [2]. Многие сельскохозяйственные угодья выведены из хозяйственного оборота, почвенное плодородие деградировало [1], проблема сохранения земель сельскохозяйственного назначения обострилась.

Нами был произведен анализ динамики изменения площадей земель Томской области различных категорий за пять лет (таблица).

Таблица

Распределение земель Томской области по категориям за период с 2009г. по 2013г., тыс. га [5]

Категория земель	Года				
	2009.	2010	2011	2012	2013
Земли с.х. назначения	2021,4	2020,6	2020	2019,7	2019,5
Земли населенных пунктов	136,2	136,1	136,1	136,6	136,8
Земли промышленности	48,97	49,3	49,3	49,7	50,4
Земли лесного фонда	28566,7	28597,9	28597,9	28597,9	28597,9
Земли водного фонда	141,5	141,5	141,5	141,5	141,5
Земли запаса	524,3	493,2	493,7	493,4	493

Выявлено, что в период с 2009 по 2013 гг. площадь земель сельскохозяйственного назначения постоянно сокращалась (рис. 1). Этому способствовал низкий уровень спроса при их целевом использовании на производство сельхозпродукции и переработку.

Согласно рис. 1 и 2, построенным по материалам ежегодных докладов Управления Росреестра по Томской области, прогноз по землям сельскохозяйственного назначения не утешительный. Ожидается устойчивое сокращение их площади, в т.ч. за счет исключения из оборота и перевода в другие категории. Прежде всего, это связано с деградацией почвы и зарастанием сельскохозяйственных угодий, с их переводом в земли лесного фонда, а так же с ростом площади земель, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, личного подсобного хозяйства, развития инфраструктуры и промышленности.

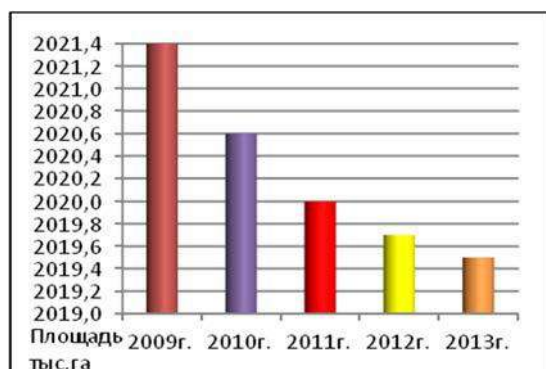


Рисунок 1 - Динамика изменения площади земель сельскохозяйственного назначения [по 3]

Согласно проектным решениям схемы территориального планирования, площадь земель сельскохозяйственного назначения в 2035 г. в Томской области составит 1995 тыс. га, т.е. сократится на 25 тыс. га по сравнению с 2010 г. (рис. 2), в т.ч. за счет их частичного перевода в земли лесного фонда, земли населенных пунктов и земли промышленности. При этом должна учитываться ценность земель, занятых пашней и с бонитетом выше среднеобластного, не подлежащих переводу в земли других категорий [3].

Представленное изменение земель, целиком и полностью согласуется с прогнозом, полученным по фактическим отчетам Томской области. Сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения очевидно и вызывает необходимость принятия превентивных мер.

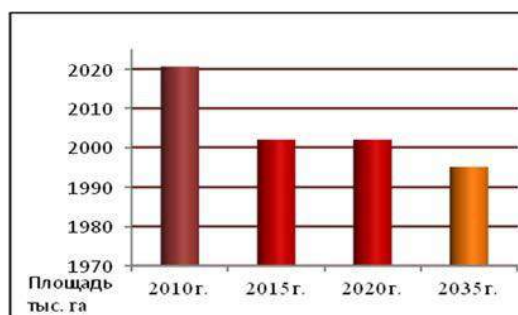


Рисунок 2 – Изменение площади земель сельскохозяйственного назначения в Томской области с 2010г. по 2035г [по 3]

Таким образом, в результате проведенного анализа выявлено следующее:

1. Происходит устойчивое сокращение площади сельскохозяйственных земель и их исключение из оборота;
2. Земли сельскохозяйственного назначения истощаются и деградируют. Основные проблемы, способствующие этому, указаны на рис. 3.

«Отторжение» земель под промышленные и градостроительные нужды



Рис. 3 – Проблемы использования земель сельскохозяйственного назначения.

На основе проведенного анализа нами предложен комплекс мер, включающий:

- усиление контроля со стороны государства над использованием и неиспользованием земель;
- увеличение административной ответственности и ужесточение санкций за неиспользование земель;
- упрощение процедуры изъятия земель и возврат неиспользованных земель в государственный фонд на законодательном уровне с целью дальнейшего их перераспределения;
- формирование государственной программы развития и финансирования в сельскохозяйственной сфере.

Литература

1. Медведева О. Е. Проблемы устойчивого землепользования в России. - М.: Изд-во Института устойчивого развития, 2009. - 104 с.
2. Пасько О.А. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Томской области // Аграрная наука. - 2013. - № 6. - С. 9-12
3. Схема территориального планирования Томской области. Приложение к постановлению Администрации Томской области от 08.07.2011 № 204-а директор института: Щитинский В.А., гл. инженер: Шалахина Д.Х.
4. Шалдунова Н. П. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения: состояние, проблемы, решения //Пермский аграрный вестник. 2013. Вып. № 3. – С. 49-54.
5. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году / А.М. Адам, В.А. Конышкин, С.Н. Воробьев, Ю.В. Лунева. — Томск: Издательство «Графика ДТР», 2009-2014. — 144 с.

К ВОПРОСУ О ПРИВЛЕЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ К РАЗВИТИЮ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ АВАРИЙНОГО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ)

М.Н. Хохлова

Научный руководитель старший преподаватель А.Л. Ильных
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время аварийное, ветхое жилье является местом проживания значительного числа людей. Из самого названия такого вида жилья следует, что оно не пригодно для нормальной жизни граждан.

Анализ законодательного акта «Положение о признании жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции» от 28 января 2006 г. N 47 позволяет выделить следующие основные признаки, по которым то или иное здание (помещение) признается непригодным для жилья. Непригодными для жилья, например, являются жилые помещения, имеющие деформации фундаментов, стен, несущих конструкций, которые свидетельствуют об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и другие, классификация которых приведена в упомянутом положении [3].

Решение о признании жилья непригодным для проживания выносит специальная межведомственная комиссия, которая признает жилье аварийным (если к тому есть основания) и подлежащим сносу. В случае принятия данного решения муниципалитет должен выделить жильцам аварийных домов другие квартиры. Но за счёт одного лишь городского бюджета это сделать практически невозможно, поэтому застройщик, осваивая новые территории, берет на себя обязанность расселить жильцов. Компания передает властям часть квартир бесплатно, а часть по себестоимости, взамен на крупный участок, где можно построить не один высотный дом.

Несмотря на проблемы, местные власти должны быть заинтересованы в сносе ветхого и аварийного жилья в Новосибирске. Реновация территорий является эффективным инструментом развития городской среды, по этому пути идут города во всем мире, но успешные проекты – это те, которые органично вписаны в окружающую территорию. При таком подходе реновация делает использование земельных участков эффективнее, улучшает архитектурный облик города, избавляя его от неприглядных или неэксплуатируемых объектов. Это выгодно не только властям, так как позволяет расселять людей, проживающих в ветхих и аварийных домах, но и девелоперам, которые могут реализовывать проекты на перспективных площадках без проблем с прокладкой коммуникаций [1].

Посредством действующих городских целевых программ, финансируемых за счет бюджетных средств, проблему ликвидации аварийного жилья не решить. Один из способов решения данной проблемы - привлечение строительных компаний к освоению территорий, застроенных ветхими и аварийными жилыми домами. Механизм реализации осуществляется посредством заключения с победителем аукциона договора о развитии застроенной территории, содержащего обязательства сторон (мэрии и застройщика) по расселению домов, подлежащих сносу в границах застроенной территории. Для того, чтобы сделать привлекательными предложения о приобретении земельных участков для застройщиков, необходимо при помощи таких маркетинговых инструментов, как Паблик Рилейшнз (PR), участие в профессиональных выставках, размещение информации в сети Интернет, рассылка писем-предложений и др. При помощи обозначенных методов можно добиться успехов в привлечении строительных компаний.

В данной работе автором сформулированы положительные и отрицательные стороны расселения аварийного жилья для застройщика и рассмотрена перспектива застройки территории микрорайона на конкретных объектах недвижимости. Основными среди положительных аспектов являются: реализация проектов на перспективных

площадках без проблем с прокладкой коммуникаций; застройщик, взамен на крупный участок, где можно построить не один высотный дом, передаёт властям часть квартир бесплатно, а часть по себестоимости; эффективное использование земельных участков улучшает архитектурный облик города, избавляя его от неприглядных или неэксплуатируемых объектов. К основным отрицательным аспектам относятся: низкая цена квадратного метра, по которой город может приобретать жильё при расселении; сложности при расселении жильцов.

Так, по данным официального сайта [2] на 24.02.2016 г. в микрорайоне «Телецентр» (город Новосибирск) имеются несколько аварийных домов с планируемым сроком расселения в текущем году, таблица 1.

Таблица 1

Сведения об аварийных жилых домах в микрорайоне

Адрес	Год ввода в эксплуатацию	Жилая площадь к расселению, м ²	Год планового / фактического расселения	Количество контрактов на переселение
г Новосибирск ул Серафимовича д.12	1962	602.2	2016	3
г Новосибирск пер Серафимовича 1-й д.7	1941	852.7	2016	1
г Новосибирск пер Серафимовича 1-й д.11	1942	826.9	2016	3
г Новосибирск пер Серафимовича 1-й д.13	1942	835.2	2016	3
г Новосибирск пер Серафимовича 1-й д.15	1932	591.8	2016	4

Описание основных характеристик рассматриваемых аварийных домов приведено в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики аварийных жилых домов в микрорайоне

Характеристика	ул. Серафимовича, д.12	пер Серафимовича 1-й д.7	пер Серафимовича 1-й д.11	пер Серафимовича 1-й д.13	пер Серафимовича 1-й д.15
Тип дома	Многоквартирный дом	Многоквартирный дом	Многоквартирный дом	Многоквартирный дом	Многоквартирный дом
Материал стен	Деревянные	Деревянные	Деревянные	Деревянные	Деревянные
Количество этажей (ед.)	2	2	2	2	2
Количество подъездов в доме	2	2	2	2	2
Численность жителей, всего чел.	46	62	62	57	40
Общая площадь жилых помещений (кв.м)	602,20	852,70	826,90	835,20	591,80
В процессе расселения - площадь жилых помещений (кв.м)	602,20	852,70	826,90	835,20	591,80
Завершено расселение - площадь жилых помещений (кв.м)	0	0	0	0	0
Реквизиты документа, подтверждающего признание дома аварийным	Заключение № 175 от 17.04.2008	Заключение № 178 от 17.04.2008	Заключение № 180 от 17.04.2008	Заключение № 181 от 17.04.2008	Заключение № 182 от 17.04.2008
Основание признания дома аварийным	Физический износ	Физический износ	Физический износ	Физический износ	Физический износ
Степень физического износа дома на дату признания дома аварийным (%)	67	65	66	68	66

Для всех рассматриваемых аварийных жилых домов в микрорайоне дальнейшее использование – снос, а плановая дата окончания расселения и сноса - 31.12.2016 г.

Проанализировав данные, представленные в вышеуказанных таблицах, следует сказать, что с момента признания рассматриваемых жилых домов аварийными (17.04. 2008 г.) ответственными лицами не доведена до сегодняшнего дня работа по переселению жильцов, поскольку количество заключенных контрактов на переселение не сопоставимо с численностью жителей. Вероятно за оставшиеся 3 квартала текущего года ситуация изменится в лучшую сторону.

Следует сделать вывод о необходимости привлечения внебюджетных средств, разработке новых механизмов привлечения инвестиций. Это позволит ускорить темпы расселения аварийного фонда и сократить сроки переселения людей, а также улучшит внешний облик города.

Литература

1. Официальный сайт города Новосибирска [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.novo-sibirsk.ru/> – Загл. с экрана.
2. Официальный сайт Государственная корпорация Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/relocation/alarm/mo?tid=2290287&sort=indicatorIndex&order=asc&page=1&limit=50> – Загл. с экрана.
3. Постановление Правительства РФ от 28.01.2006 N 47 "Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции" [Электронный ресурс] – Режим доступа: Правовая система «Гарант». – Загл. с экрана.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ООПТ КАК ОСНОВА ГАРМОНИЧНОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ

Т.Ю. Черникова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В контексте стратегии устойчивого развития обеспечение стабильности природных экосистем является приоритетной задачей в развитии общества. Для поддержания естественного функционирования экосистем и сохранения биоразнообразия, а также научных исследований и экологического просвещения предназначена система особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В работах по созданию систем ООПТ или по их совершенствованию ориентируются на показатель «доля площади охраняемых природных территорий» относительно региона в целом. Существуют разные подходы к оценке площадей ООПТ, необходимых для сохранения экологического баланса региона (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемые «доли площади ООПТ», по [2]

Источник	Доля площади ООПТ в %
Всемирный конгресс национальных парков, 1992	10%
Решение конференции ООН по конвенции о сохранении биоразнообразия в Нагое (Япония, 2010 г.)	17%
Средняя доля охраняемых природных территорий суши по рекомендации Международного союза охраны природы	12%
Ю. Одум	2га/чел

Правительством Российской Федерации распоряжением от 27.12.2012 № 2552-р утверждена Государственная программа «Охраны окружающей среды» на 2012-2020 годы, в соответствии с которой площадь ООПТ РФ к 2016 году должна достигнуть 12,6 % , а к 2020 году - 13,5 %. На конец 2014 года доля площади ООПТ РФ составляла 11,29 %. Для Томской области этот показатель определен как 3,4% [3], т.е. при площади Томской области 31439100 га суммарная площадь ООПТ должна составить 1068691,5 га. По состоянию на 31.12.2015 доля площади ООПТ в Томской области составила 4,38 %, т.е. суммарная площадь ООПТ - 1376726,12 га. Таким образом, показатель, установленный Государственной программой, Томской областью выполнен. Однако, при реализации планов Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации по созданию заповедника в границах заказника «Васюганский» в 2016 году, для Томской области будет применен показатель 4,5% [1]. В этом случае суммарная площадь ООПТ должна составлять 1414759,5 га, т.е. необходимо будет дополнительно создать ООПТ площадью 38033,38 га.

В целях определения дальнейшего развития ООПТ нами был проведен анализ существующей сети ООПТ на предмет обеспеченности ООПТ районов области в соответствии с показателем «доля площади ООПТ», а также в части обеспеченности населения территориями, нетронутыми хозяйственной деятельностью (по Ю. Одуму). На наш взгляд, последний показатель в наибольшей степени отражает взаимосвязь развития природы и общества и соответствует одной из задач экологической политики по сохранению природных систем (табл. 2).

Таблица 2

Обеспеченность ООПТ административных районов Томской области

Наименование района	Площадь района (тыс.га)	Население района (тыс.чел)	Площадь ООПТ (га)	Доля площади ООПТ в (%)	Обеспеченность (га/чел)
1 группа					
Александровский	3016	8,3	135670	4,5	16,3
Бакчарский	2470	12,4	510034	20,6	41
Зырянский	396,6	12,3	24913	6	2
Молчановский	635,1	12,7	49811,83	7,8	3,9
Шегарский	502,9	19,8	58093,35	11,5	2,9
2 группа					
Верхнекетский	43 34,9	16,3	76116	4,6	1,7
Асиновский	594,3	34,6	37879	6,3	1
Каргасокский	8685,7	21,1	226712,53	2,6	10,6
Кожевниковский	390	20,6	30962,7	7	1,5
Кривошеинский	440	12,5	24352,5	5,5	1,9
Томский	1002,4	70,5	101402,74	10	1,4
3 группа					
Колпашевский	17 11,2	40,1	20	0	0
Парабельский	3 505	12,1	1,54	0	0
Первомайский	15 60	17,5	26538,6	1,7	1,5
Тегульдетский	1230	6,4	0	0	0
Чаинский	724,3	12,9	3355,69	0	0,2

Все административные районы области можно разделить на три группы:

- 1 группа - наиболее благополучные районы как по доле площади, занимаемой ООПТ, так и по площади на одного жителя района: Александровский, Бакчарский, Зырянский, Молчановский, Шегарский;

- 2 группа – недостаточно благополучные районы по одному из показателей: Асиновский, Верхнекетский, Каргасокский, Кожевниковский, Кривошеинский, Томский;

- 3 группа – не благополучные районы, в отношении которых необходимо принять решение о создании новых ООПТ: Колпашевский, Парабельский, Первомайский, Тегульдетский, Чаинский. Районы этой группы, кроме Колпашевского, характеризуются слабой заселенностью и транспортной доступностью. Ведущей отраслью экономики всех районов является лесная промышленность. Кроме того, в Парабельском районе ведется активная добыча нефти и газа, разведано 53 месторождения торфа. Значительная часть населения занимается заготовкой дикоросов, охотой и рыбной ловлей. В связи с этим, при планировании новых ООПТ необходимо учитывать как сложившуюся структуру хозяйствования, так и потребности населения.

Схемой размещения и развития ООПТ Томской области, разработанной научными сотрудниками Томского государственного университета, предложено создать памятник природы «Озеро Малые Чертаны» в Первомайском районе. Это котловинное озеро с песчаным дном и прозрачной водой в окружении сосновых боров и заболоченных сосняков представляет ценный рекреационный ресурс для местных жителей. В связи с тем, что берега озера давно используются для организации отдыха и рыбной ловли, наиболее уместным будет создание ООПТ категории «территория рекреационного назначения» [1]. Из-за ослабленного стока озера в режиме охраны необходимо предусмотреть запрет на использование моторной техники.

В Колпашевском районе наиболее ценной в природоохранном отношении являются сосновые боры Дальненской территории, расположенной в пределах Пиковского и Куржинского лесничеств. Данная территория является местообитанием редких видов грибов, занесенных в Красную книгу Томской области и Российской Федерации. Придание статуса «ресурсоохранная территория» [2] с запретом на сплошные рубки, где возможен сбор дикоросов местным населением, позволит проводить мониторинг состояния популяций редких грибов и осуществлять контроль за хозяйственным использованием территории.

В Чаинском районе необходимо сохранить грибоносные типы лесов как ресурсоохраняемые территории, в целях создания условий для развития традиционных промыслов местного населения. Территорию, расположенную на правом берегу реки Чае на южной окраине с. Подгорное, включающую геологическое обнажение «Гора Кулайка» с обилием палеонтологических остатков, целесообразно придать статус «территория рекреационного значения» с выделением зоны для сохранения и восстановления объектов историко-культурного наследия. Эту территорию можно будет использовать как для организации отдыха, так и в образовательном процессе при обучении местных школьников географии и экологии.

Парабельский и Тегульдетский районы из-за удаленности от областного центра, затрудненной транспортной доступности, малой заселенности остаются наиболее малоизученными.

Реализация планов по развитию сети ООПТ позволит выполнить показатель, установленный Государственной программой [3]. Создание ООПТ таких категорий, в которых может осуществляться более широкий набор видов деятельности без принижения природоохранных задач, позволит гармонично вписать охраняемые территории в существующую структуру хозяйствования, обеспечивая сохранение ценных природных комплексов и благосостояния местного населения.

Литература

1. Годовой отчет о ходе реализации и об оценке эффективности государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012 – 2020 годы в 2014 году [Электронный ресурс] / <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=142844>
2. Закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 № 33-ФЗ [Электронный ресурс] / СПС «Консультант Плюс».
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2012 №2552-р [Электронный ресурс] / СПС «Консультант Плюс».
4. Санников П.Ю. Оценка репрезентативности сети ООПТ Пермского края. //Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2014, № 3, стр.14-26.

ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ИСИЛЬКУЛЬСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.А. Чудопалова

Научный руководитель доцент И.В. Хоречко

Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина, г. Омск, Россия

В ходе своей деятельности человек использует различные природные ресурсы. Поэтому производственная деятельность на какой-либо территории зависит от возможностей, от потенциала данной местности, то есть от объективной оценки природных ресурсов. Природно-ресурсный потенциал представляет собой совокупность естественных ресурсов, являющихся основой экономического развития территории, его приоритетных направлений. Он дает возможность принимать решения, учитывая экологизацию природопользования. Оценка природно-ресурсного потенциала имеет большое значение для целей рационализации использования ресурсов на определенной территории [1].

Природно-ресурсный потенциал состоит из естественных, антропогенных и социально-экологических ресурсов [3]. Оценка этих ресурсов была произведена на территории Исилькульского района Омской области, в результате которой установлена биологическая продуктивность по объектам природных ресурсов. При обобщении количественных характеристик природно-ресурсного потенциала, сложно найти единицу измерения для разных видов ресурсов, поэтому оценка произведена в денежном эквиваленте, но носит условный характер из-за непостоянства цен, а также возможном нарушении хода естественных процессов вмешательством человека. Стоимость ресурса рассчитана как произведение объема ресурса за один год и цены его реализации [2]. За основу оценки ресурсного потенциала были взяты исследования Л.Н. Гилевой, М.Н. Веселовой, З.Ф. Кочергиной.

Естественные ресурсы – это промысловые (охотничьи) виды животных, лесные и рыбные ресурсы, дикоросы [3]. Стоимость естественных ресурсов в Исилькульском районе Омской области составляет 48210,70 тысяч рублей (таблица 1).

Таблица 1

Результаты оценки естественных ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, руб.	Стоимость ресурса, тыс. руб.
	единица измерения	количество единиц		
1. Фауна				
заяц-беляк	кг/гол.	806/403	200/100	161,2/40,3
заяц-русак	кг/гол.	88/44	200/100	17,6/4,4
кабан	гол.	11	12000	132,0
колонок	гол.	97	3000	291,0
корсак	гол.	26	1000	26000,0
козуля сибирская	кг	6000	430	2580,0
куница лесная	гол.	20	3000	60,0
лисица обыкновенная	гол.	167	2000	334,0
хорь	гол.	61	800	48,8
куропатка	кг	1496	200	299,2
тетерев обыкновенный	кг	2292	100	229,2
2. Дикоросы				
грибы	ц	5,10	2000	10,2
ягоды	ц	1,20	5000	6,0
лекарственное сырье	ц	0,50	3000	1,5
3. Лесные ресурсы (годовой запас)				
древесина хвойных пород	куб.м	3000	1500	4500,0
древесина лиственных пород	куб.м	12000	1000	12000,0
4. Рыба				
рыба	кг	22000	70	1540,0
Итого	-	-	-	48210,7

Антропогенные ресурсы – это сельскохозяйственные угодья, которые рассматриваются с точки зрения зерновой продукции и обеспечения кормами животноводства [3]. Площадь сельскохозяйственных угодий в Исилькульском районе составляет 216390 га или 78,7% от общей площади района. Общая биологическая продуктивность (объем ресурса) складывается из площади пашни либо кормовых угодий и урожайности сельскохозяйственных культур. Также к виду антропогенных ресурсов относятся месторождения полезных ископаемых. В районе разведаны два месторождения глины, суммарные запасы которой составляют один миллион кубических метров. Стоимость антропогенных ресурсов в Исилькульском районе составляет 2330359,93 тыс. руб. (таблица 2).

Таблица 2

Результаты оценки антропогенных ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, руб.	Стоимость ресурса, тыс. руб.
	единица измерения	количество единиц		
1. Сельскохозяйственные культуры				
зерновые	ц	2292149	445,31	1020717,23
силосные	ц	192893	184,99	35683,28
травы на зеленый корм	ц	2480320	113,99	101294,49
травы на сено	ц	708155	143,04	282731,68
сенаж	ц	1289956	91,97	118637,25
корнеплоды	ц	270370	800,00	216296,00
2. Полезные ископаемые				
глина	т	18500000	300,00	555000,00
Итого	-	-	-	2330359,93

При определении стоимости социально-экологических ресурсов (таблица 3) учитывались водоочистные функции болот, площадь которых составляет 9596 га или 3,49% от общей площади района. Одиннадцать гектаров болот могут очистить сточные воды эквивалентно одной промышленной очистной установке в сутки [3]. Стоимость рекреационно-оздоровительного эффекта местности является произведением 30% численности трудоспособного населения, умноженного на 3,5 дня и заработной платы, которая в районе составляет 11000 рублей. Определено, что число дней временной нетрудоспособности сокращается на 3,5 дня при отдыхе на природе в течение 20 дней. По статистическим данным 30% населения пользуются услугами той местности, в которой они проживают. Процесс депонирования углерода представляет собой поглощение лесной растительностью и болотами углекислого газа. Площадь лесов и болот в районе занимает 47243 га или 17,18%. Депонирование углерода для Омской области болотами составляет от 1,6 до 2,1 тонн на один гектар в год, лесами – от 0,8 до 1,1 тонн на один гектар в год [3]. Стоимость недовоспользования ресурсов находится исходя из численности трудоспособного населения (в Исилькульском районе это 25830 человек), которое готово заплатить 1\$ за каждый день недовоспользования ресурсов (365 дней). Стоимость социально-экологических ресурсов составила 1071030,54 тыс. рублей.

Таблица 3

Результаты оценки социально-экологических ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, рублей	Стоимость ресурса, тысяч рублей
	единица измерения	количество единиц		
рекреационно-оздоровительный эффект	чел. дней	27121,50	11000	298336,50
депонирование углеродом	т/год	45471,20	3750	170,52
водоочистные функции болот	м/сутки	872,36	75000	65427,27
стоимость неиспользования ресурсов	чел. дней	9427950,00	75	707096,20
итого	-	-	-	1071030,54

Установлено, что природно-ресурсный потенциал Исилькульского района Омской области в денежном эквиваленте составляет 3449601,17 тысяч рублей, из которых большую часть (67,6%) занимают антропогенные ресурсы; 31% - социальные экологические ресурсы; 1,4% - естественные ресурсы. Отсюда следует вывод о приоритетном развитии сельскохозяйственного производства данной территории. При использовании какого-либо природного ресурса, необходимо его восстановление в прежнем количестве. Для антропогенных ресурсов предполагается восстановление почвенного плодородия мероприятиями, которые помогут восполнить баланс вещества и энергии.

Литература

1. Гилева Л.Н. Оценка природно-ресурсного потенциала территории (на примере Пуровского района ЯНАО) // Вестник ОмГАУ. – 2011. – № 3. – С. 53–57.
2. Оценка природно-ресурсного потенциала Горьковского района как основы экологического равновесия / З.Ф. Кочергина, А.И.Таланова // Земля и недвижимость: управление, организация использования, оценка, геодезическое обеспечение : сборник научных трудов. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2012. – С. 135 –140.
3. Потенциал земли и природных ресурсов : учеб.пособие / Л.Н. Гилева, М.Н. Веселова. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А.Столыпина, 2015. – 112 с.

ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ИСИЛЬКУЛЬСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.А. Чудопалова

Научный руководитель доцент И.В. Хоречко

Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина, г. Омск, Россия

В ходе своей деятельности человек использует различные природные ресурсы. Поэтому производственная деятельность на какой-либо территории зависит от возможностей, от потенциала данной местности, то есть от объективной оценки природных ресурсов. Природно-ресурсный потенциал представляет собой совокупность естественных ресурсов, являющихся основой экономического развития территории, его приоритетных направлений. Он дает возможность принимать решения, учитывая экологизацию природопользования. Оценка природно-ресурсного потенциала имеет большое значение для целей рационализации использования ресурсов на определенной территории [1].

Природно-ресурсный потенциал состоит из естественных, антропогенных и социально-экологических ресурсов [3]. Оценка этих ресурсов была произведена на территории Исилькульского района Омской области, в результате которой установлена биологическая продуктивность по объектам природных ресурсов. При обобщении количественных характеристик природно-ресурсного потенциала, сложно найти единицу измерения для разных видов ресурсов, поэтому оценка произведена в денежном эквиваленте, но носит условный характер из-за непостоянства цен, а также возможном нарушении хода естественных процессов вмешательством человека. Стоимость ресурса рассчитана как произведение объема ресурса за один год и цены его реализации [2]. За основу оценки ресурсного потенциала были взяты исследования Л.Н. Гилевой, М.Н. Веселовой, З.Ф. Кочергиной.

Естественные ресурсы – это промысловые (охотничьи) виды животных, лесные и рыбные ресурсы, дикоросы [3]. Стоимость естественных ресурсов в Исилькульском районе Омской области составляет 48210,70 тысяч рублей (таблица 1).

Таблица 1

Результаты оценки естественных ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, руб.	Стоимость ресурса, тыс. руб.
	единица измерения	количество единиц		
1. Фауна				
заяц-беляк	кг/гол.	806/403	200/100	161,2/40,3
заяц-русак	кг/гол.	88/44	200/100	17,6/4,4
кабан	гол.	11	12000	132,0
колонок	гол.	97	3000	291,0
корсак	гол.	26	1000	26000,0
косуля сибирская	кг	6000	430	2580,0
куница лесная	гол.	20	3000	60,0
лисица обыкновенная	гол.	167	2000	334,0
хорь	гол.	61	800	48,8
куропатка	кг	1496	200	299,2
тетерев обыкновенный	кг	2292	100	229,2
2. Дикоросы				
грибы	ц	5,10	2000	10,2
ягоды	ц	1,20	5000	6,0
лекарственное сырье	ц	0,50	3000	1,5
3. Лесные ресурсы (годовой запас)				
древесина хвойных пород	куб.м	3000	1500	4500,0
древесина лиственных пород	куб.м	12000	1000	12000,0
4. Рыба				
рыба	кг	22000	70	1540,0
Итого	-	-	-	48210,7

Антропогенные ресурсы – это сельскохозяйственные угодья, которые рассматриваются с точки зрения зерновой продукции и обеспечения кормами животноводства [3]. Площадь сельскохозяйственных угодий в Исилькульском районе составляет 216390 га или 78,7% от общей площади района. Общая биологическая продуктивность (объем ресурса) складывается из площади пашни либо кормовых угодий и урожайности сельскохозяйственных культур.

Таблица 2

Результаты оценки антропогенных ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, руб.	Стоимость ресурса, тыс. руб.
	единица измерения	количество единиц		
1. Сельскохозяйственные культуры				
зерновые	ц	2292149	445,31	1020717,23
силосные	ц	192893	184,99	35683,28
травы на зеленый корм	ц	2480320	113,99	101294,49
травы на сено	ц	708155	143,04	282731,68
сенаж	ц	1289956	91,97	118637,25
корнеплоды	ц	270370	800,00	216296,00
2. Полезные ископаемые				
глина	т	18500000	300,00	555000,00
Итого	-	-	-	2330359,93

Также к виду антропогенных ресурсов относятся месторождения полезных ископаемых. В районе разведаны два месторождения глины, суммарные запасы которой составляют один миллион кубических метров. Стоимость антропогенных ресурсов в Исилькульском районе составляет 2330359,93 тыс. руб. (таблица 2).

При определении стоимости социально-экологических ресурсов (таблица 3) учитывались водоочистные функции болот, площадь которых составляет 9596 га или 3,49% от общей площади района. Одиннадцать гектаров болот могут очистить сточные воды эквивалентно одной промышленной очистной установке в сутки [3]. Стоимость рекреационно-оздоровительного эффекта местности является произведением 30% численности трудоспособного населения, умноженного на 3,5 дня и заработной платы, которая в районе составляет 11000 рублей. Определено, что число дней временной нетрудоспособности сокращается на 3,5 дня при отдыхе на природе в течение 20 дней. По статистическим данным 30% населения пользуются услугами той местности, в которой они проживают. Процесс депонирования углерода представляет собой поглощение лесной растительностью и болотами углекислого газа. Площадь лесов и болот в районе занимает 47243 га или 17,18%. Депонирование углерода для Омской области болотами составляет от 1,6 до 2,1 тонн на один гектар в год, лесами – от 0,8 до 1,1 тонн на один гектар в год [3]. Стоимость недоиспользования ресурсов находится исходя из численности трудоспособного населения (в Исилькульском районе это 25830 человек), которое готово заплатить 1\$ за каждый день неиспользования ресурсов (365 дней). Стоимость социально-экологических ресурсов составила 1071030,54 тыс. рублей.

Таблица 3

Результаты оценки социально-экологических ресурсов

Вид ресурса	Объем		Цена реализации, рублей	Стоимость ресурса, тысяч рублей
	единица измерения	количество единиц		
рекреационно-оздоровительный эффект	чел. дней	27121,50	11000	298336,50
депонирование углеродом	т/год	45471,20	3750	170,52
водоочистные функции болот	м/сутки	872,36	75000	65427,27
стоимость неиспользования ресурсов	чел. дней	9427950,00	75	707096,20
итого	-	-	-	1071030,54

Установлено, что природно-ресурсный потенциал Исилькульского района Омской области в денежном эквиваленте составляет 3449601,17 тысяч рублей, из которых большую часть (67,6%) занимают антропогенные ресурсы; 31% - социальные экологические ресурсы; 1,4% - естественные ресурсы. Отсюда следует вывод о приоритетном развитии сельскохозяйственного производства данной территории. При использовании какого-либо природного ресурса, необходимо его восстановление в прежнем количестве. Для антропогенных ресурсов предполагается восстановление почвенного плодородия мероприятиями, которые помогут восполнить баланс вещества и энергии.

Литература

1. Гилева Л.Н. Оценка природно-ресурсного потенциала территории (на примере Пуровского района ЯНАО) // Вестник ОмГАУ. – 2011. – № 3. – С. 53–57.
2. Оценка природно-ресурсного потенциала Горьковского района как основы экологического равновесия / З.Ф. Кочергина, А.И.Таланова // Земля и недвижимость: управление, организация использования, оценка, геодезическое обеспечение: сборник научных трудов. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2012. – С. 135–140.
3. Потенциал земли и природных ресурсов: учеб.пособие / Л.Н. Гилева, М.Н. Веселова. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А.Столыпина, 2015. – 112с.

**ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В АРЕНДУ В ГОРОДЕ
МОГИЛЕВЕ РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ**

А.Е. Шаров

Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова
*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Республика Беларусь*

Земельные участки могут предоставляться в аренду гражданам в Республике Беларусь для: строительства и обслуживания жилого дома; обслуживания принадлежащих им на праве собственности или ином законном основании жилого дома, зарегистрированной организацией по государственной регистрации квартиры в блокированном жилом доме; ведения личного подсобного хозяйства в сельских населенных пунктах, поселке городского типа, в котором он зарегистрирован, или предоставляемых в ином населенном пункте, расположенном на территории соответствующего сельсовета; ведения крестьянского (фермерского) хозяйства; коллективного садоводства; дачного строительства; традиционных народных промыслов (ремесел); огородничества; сенокосения и выпаса сельскохозяйственных животных; строительства гаражей и открытых стоянок; под служебные земельные наделы и других целей, предусмотренных земельным законодательством, а так же индивидуальным предпринимателям, юридическим лицам Республики Беларусь, иностранным юридическим лицам и их представительством, иностранным государствам, дипломатическим представительством и консульским учреждениям иностранных государств, международным организациям и их представительством в соответствии с законодательством.

Желающие арендовать земельный участок обращаются с заявлением в соответствующий исполнительный комитет, к гражданину или юридическому лицу – собственнику земельного участка. Передача земли в аренду осуществляется в порядке отвода.

В таблице 1 отражена динамика количества зарегистрированных договоров аренды земельных участков в г. Могилеве период с 2010 года по 2014 год.

Таблица 1

Динамика количества зарегистрированных договоров аренды земельных участков за 2010-2014гг.

Год	Зарегистрировано договоров аренды всего за год, кол-во	Из них на вновь образованные земельные участки, кол-во
2010	1454	305
2011	1280	362
2012	1313	380
2013	1187	315
2014	1306	375

Из таблицы видно, что в период с 2010 года по 2014 годы наибольшее количество зарегистрированных договоров наблюдается в 2010 году (1454ед.), а наименьшее – в 2013 году (1187 ед.) Это связано с приобретением арендуемых земельных участков в частную собственность, пожизненное наследуемое владение либо отказом от данных участков, а так же с истечением срока аренды.

Из данных, предоставленных РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» о количестве поданных заявлений о государственной регистрации договоров аренды, можно судить о желании субъектов земельных отношений иметь земельные участки на праве аренды.

Количество поданных заявлений о государственной регистрации договоров субаренды значительно меньше, чем о государственной регистрации договоров аренды земельных участков и отражено в таблице 2.

Количество зарегистрированных договоров субаренды за исследуемый период колеблется от 0 до 2, в 2010 и 2013 годах таких договоров зарегистрировано не было. Такое небольшое количество регистрации договоров субаренды на земельные участки можно связать с тем, что требуется согласие собственника земельного участка. В большинстве случаев в субаренду сдают земельные участки лишь за неимением возможности его использования арендаторами.

Таблица 2

Статистика о количестве регистрации договоров субаренды в г. Могилеве на земельные участки в период с 2010 года по 2014 годы

Год	Кол-во зарегистрированных договоров субаренды
2010	0
2011	2
2012	1
2013	0
2014	2

В таблице 3 отражена информация о государственной регистрации договоров аренды земельного участка, заключенных юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и физическими лицами в г. Могилеве.

Таблица 3

Динамика регистрации договоров аренды юридическими и физическими лицами в г. Могилеве

Наименование	Количество поданных заявлений в год				
	2010	2011	2012	2013	2014
Юридические лица	301	335	409	382	455
Индивидуальные предприниматели	682	520	413	253	378
Физические лица	471	425	491	552	573

Анализируя данную таблицу, можно заметить, что юридические лица реже обращаются в РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» с заявлением о государственной регистрации договора аренды, чем индивидуальные предприниматели и физические лица. За исследуемый период количество зарегистрированных договоров аренды физическими лицами увеличилось на 148 ед. Показатели количества регистраций договоров аренды юридическими лицами за 2010-2014 гг. изменчивы, однако в общей картине изменчивости наблюдается рост регистраций (301 ед. в 2010 году и 455 ед. в 2014 году). С индивидуальными предпринимателями сложилась другая ситуация с 2010 г. по 2013 годы наблюдается спад количества регистраций договоров аренды, а с 2014 года уже отмечается подъем (на 125 ед. по сравнению с 2013 годом).

Литература

1. Официальный сайт Могилевского областного исполнительного комитета. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mogilev-region.gov.by/>. Дата доступа: 24.01.2016

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.В. Якубовская

Научный руководитель старший преподаватель В.В. Савченко
*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
 Республика Беларусь*

Осуществление государственного контроля за использованием и охраной земель является конституционной задачей. Согласно статье 46 Конституции Республики Беларусь государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды [1]. В соответствии со статьей 1 Кодекса о земле государственный контроль за использованием и охраной земель – это деятельность государственных органов, направленная на предотвращение, выявление и устранение нарушений законодательства об охране и использовании земель, осуществляемая в соответствии с законодательными актами [2].

Государственный контроль за использованием и охраной земель осуществляется в целях соблюдения всеми гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами установленного порядка пользования землями, земельными участками, а также иных правил и норм, предусмотренных законодательством об охране и использовании земель (статья 90 Кодекса о земле).

Порядок осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель регулируется рядом нормативных правовых актов, в том числе Указами Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 г. № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь», от 11 декабря 2009 г. № 622 «О совершенствовании порядка регулирования земельных отношений и осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель» и другими.

Контрольная деятельность осуществляется с использованием мер профилактического и предупредительного характера, реализуемых контролирующими органами во взаимодействии с проверяемыми субъектами, подлежащими контролю, в том числе путем:

- проведения мониторинга, направления рекомендаций по устранению и недопущению недостатков, выявленных в результате мониторинга;
- проведения разъяснительной работы о порядке соблюдения требований законодательства, применения его положений на практике;
- информирования субъектов о типичных нарушениях, выявляемых в ходе проверок контролирующими органами и других мероприятий [3].

На основе статистических данных можно провести простейшую количественную оценку эффективности осуществления отдельных стадий государственного контроля за использованием и охраной земель в форме сравнения.

Эффективность ведения государственного контроля за использованием и охраной земель в части устранения выявленных правонарушений определяется как отношение количества устраненных в течение года нарушений земельного законодательства к количеству выявленных правонарушений за аналогичный период и составляет в 2014 г. для Могилевской области 0,98 доли ед. При этом ее значение колеблется от 0,87 доли ед. в г. Бобруйске до 1,07 доли ед. Костюковичском районе, что является довольно высокими показателями и свидетельствует о почти 100 % устранения выявляемых правонарушений. Превышение количества устраненных в течение года нарушений земельного законодательства над выявленными обусловлено тем, что на начало отчетного периода имеют место неустраненные правонарушения, выявленные в предыдущем году.

Определяя эффективность работы государственных инспекторов по выявлению нарушений земельного законодательства целесообразно использовать такие показатели, как количество правонарушений, выявленных на одного специалиста землеустроительной службы и на 1000 землепользователей административно-территориальной единицы (таблица 1).

Таблица

Оценка эффективности работы землеустроительных служб Могилевской области по выявлению нарушений земельного законодательства

Наименование административно-территориальной единицы	Количество специалистов в земслужбе (N ₁)	Количество землепользователей (N ₂)	Количество выявленных нарушений (N ₃)	N ₃ /N ₂ **1000	N ₃ /N ₁
Бельиничский район	4	15066	51	3,4	12,8
Бобруйский район	5	33729	47	1,4	9,4
Быховский район	7	14255	33	2,3	4,7
Глусский район	4	7823	23	2,9	5,8
Горецкий район	7	19788	43	2,2	6,1
Дрибинский район	3	11351	28	2,5	9,3
Кировский район	4	13667	45	3,3	11,3
Климовичский район	4	19673	63	3,2	15,8
Кличевский район	5	9702	25	2,6	5,0
Костюковичский район	4	7166	30	4,2	7,5
Краснопольский район	3	8342	24	2,9	8,0
Кричевский район	5	13424	20	1,5	4,0
Круглянский район	4	11521	38	3,3	9,5
Могилевский район	8	65909	38	0,6	4,8
Мстиславский район	4	15675	60	3,8	15,0
Осиповичский район	7	25279	38	1,5	5,4
Славгородский район	3	7391	47	6,4	15,7
Хотимский район	3	6189	28	4,5	9,3
Чаусский район	4	17946	30	1,7	7,5
Чериковский район	2	7716	18	2,3	9,0
Шкловский район	6	27818	44	1,6	7,3
г. Бобруйск	4	21745	39	1,8	9,8
г. Могилев	9	20655	77	3,7	8,6
Итого	109	401830	889	2,2	8,2

Согласно приведенным данным в целом по области в 2014 г. было выявлено 2,2 правонарушения на 1000 землепользователей. Наибольшего значения указанный показатель достиг в Славгородском районе, где в течение года было выявлено 6,4 правонарушения на 1000 землепользователей. В то же время на территории Могилевского района за анализируемый промежуток времени было выявлено лишь 0,6 правонарушения на 1000 землепользователей, что свидетельствует о недостаточном уровне работы специалистов соответствующей землеустроительной службы в данном направлении. При этом в целом по области имеет место положительная динамика выявления совершенных нарушений земельного законодательства. Так, количество выявленных в течение 2014 г. правонарушений на 1000 землепользователей превысило аналогичный показатель за 2010 г. в 4,4 раза.

Говоря о количестве выявленных правонарушений на одного специалиста землеустроительной службы исполнительного комитета следует отметить, что наибольшие показатели имеют место в Климовичском и Славгородском районах – 15,8 и 15,7 правонарушения соответственно. Наименьшее значение указанного показателя наблюдается по результатам работы специалистов землеустроительной службы Кричевского районного исполнительного комитета (4,0 правонарушения).

Однако данная методика не полно отражает деятельность по контролю за использованием и охраной земель. Дело в том, во-первых, что задачи и цели контроля не сводятся к обнаружению и устранению нарушений. Если, например, допускаются случаи необоснованного изъятия земель из сельскохозяйственного оборота, ослаблен предварительный контроль (профилактика земельных правонарушений), то это не отражается на официальных показателях эффективности, но надлежит снижать ее. Во-вторых, данные для показателя эффективности берутся лишь из отчетов о контроле за использованием и охраной земель, проводимом территориальными землеустроительными службами. Между тем обнаруживают и добиваются устранения земельных нарушений и другие государственные органы.

Наиболее объективную оценку эффективности ведения государственного контроля за использованием и охраной земель конкретной административно-территориальной единицы можно делать только на основании данных о реальной ситуации в области соблюдения земельного законодательства на ее территории, полученных в результате проведения проверок независимыми комиссиями [4].

Для повышения эффективности осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель целесообразно дальнейшее структурно-функциональное совершенствование органов государственного контроля, повышение эффективности взаимодействия между органами, выполняющими надзорно-контрольные функции, роли профилактики правонарушений, прохождение госинспекторами аттестаций, для поддержания профессиональных знаний и навыков в актуальном состоянии, улучшение и модернизация существующей материально-технической базы землеустроительных служб и др.

Литература

1. Конституция Республики Беларусь 1994 г. с изм. и доп., принятыми на респ. референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г. – Мн.: «Беларусь», 2004. – 69 с.
2. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
3. О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 г. № 510 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
4. Помелов А. Вопросы эффективности государственного контроля за использованием и охраной земель / А. Помелов, Л. Карпиевич, В. Савченко // Земля Беларуси. – 2005. – № 2. – С. 17 – 23.

АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРАВ, ОГРАНИЧЕНИЙ (ОБРЕМЕНЕНИЙ) ПРАВ НА НЕДВИЖИМОЕ ИМУЩЕСТВО В ГОМЕЛЬСКОМ МЕЖГОРОДСКОМ ФИЛИАЛЕ РУП «ГОМЕЛЬСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»

В.Г. Якушева

Научный руководитель доцент И.М. Швед
*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Республика Беларусь*

Введение. Совершенствование системы государственной регистрации прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество способствует повышению эффективности использования и охраны земель.

Государственная регистрация права, ограничения (обременения) права на недвижимое имущество – юридический акт признания и подтверждения государством возникновения, перехода, прекращения права, ограничения (обременения) права на недвижимое имущество. Отношения, связанные с государственной регистрацией недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним в Республике Беларусь, регулируются Гражданским кодексом Республики Беларусь, Кодексом Республики Беларусь о земле, Законом Республики Беларусь «О государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним» от 22 июля 2002 г. № 133-З и иными актами законодательства Республики Беларусь с целью признания и защиты государством зарегистрированных прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество и сделок с ним [1].

Целью исследования является анализ регистрации прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество в Гомельском межгородском филиале РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».

Объектом исследования послужили документы единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним; сводные показатели государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним на территории, обслуживаемой Гомельским межгородским филиалом РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» за 2011 – 2015 гг., нормативные и правовые акты Республики Беларусь. В качестве метода исследования применялся метод анализа собранных материалов [2].

Обсуждение результатов: Гомельский межгородской филиал РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» является структурным подразделением территориальной организации по государственной регистрации. За годы исследований среднесписочная численность работников, в том числе в производственного состава сократилась на 9 % и составила в 2015 году соответственно 84 и 46 человек. В данном филиале наблюдается устойчивая тенденция роста практически по всем экономическим показателям финансово-хозяйственной деятельности организации. В 2015 г. рентабельность увеличилась на 4 % по сравнению с данным показателем в 2011 г. и составила 12,88. Гомельский межгородской филиал является успешным предприятием, где увеличиваются доходы, выработка на одного человека. Также предприятие является самокупающимся и может обеспечить достойную зарплату своим работникам. В 2015 г. чистая прибыль составила 1135 млн. руб., прибыль от реализации – 1989 млн. руб. Среднемесячная зарплата в 2015 г. составила 7233480 руб. В таблице 1 представлена информация об основных экономических показателях финансово-хозяйственной деятельности территориальной организации по государственной регистрации.

Таблица 1

Основные экономические показатели финансово-хозяйственной деятельности

Показатели	Ед. изм.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1. Объем выполненных работ (услуг)	млн. руб.	4532,3	8356,7	10568,5	11925	13781
2. Среднесписочная численность работающих	чел.	92	91	88	92	89
3. Рентабельность	%	9,1	10,1	10,3	11,26	12,29
4. Объем платных услуг населению	млн. руб.	1223,9	2525,4	3913,1	4228	5199

На основании приведенных данных можно отметить достаточно высокую эффективность регистрационных действий, осуществляемых в Гомельском межгородском филиале в период с 2011 г. по 2015 г., объем выполненных работ увеличился в 4 раза, объем платных услуг увеличился почти в 5 раз. Регистрации, регистрационные действия совершаются в следующем порядке: прием документов, представленных для осуществления государственной регистрации; принятие решения о совершении регистрационных действий; совершение регистрационных действий; удостоверение произведенной государственной регистрации. Информация о документах, представляемых для осуществления государственной регистрации, вносится в журнал регистрации заявлений, который является документом единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним и ведется по принципу последовательных записей.

Наибольшее количество регистраций земельных участков производится на праве пожизненного наследуемого владения (7123 ед. в Гомельском районе и 4108 ед. в г. Гомеле), а наименьшее – на праве сервитута, ипотеки и ареста (от 2 до 4 ед. в среднем за исследуемый период). За 2011-2015 гг. был зарегистрирован лишь один земельный участок на праве субаренды в 2012 г. в Гомельском районе. Всего на территории Гомельского района и г. Гомеля осуществлено 93243 регистраций прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки, в среднем за пять лет, 18764 ед. в год. Отмечается рост государственной регистрации прав, ограничений (обременений) прав на земельные участки в среднем на 764 ед./г.

За исследуемый период наибольшее количество регистраций капитальных строений производится на праве собственности (8058 ед. в Гомельском районе и 9684 ед. в г. Гомеле), а наименьшее количество – на праве аренды, ареста и безвозмездного пользования, не было зарегистрировано ни одного капитального строения на праве постоянного пользования в г. Гомеле и всего один в Гомельском районе. Всего на территории Гомельского района и г. Гомеля осуществлено 102574 регистраций прав, регистрация прав, ограничений (обременений) прав на капитальные строения, в среднем за пять лет 20514 регистраций в год. Отмечается тенденция роста государственной регистрации прав, ограничений (обременений) прав на капитальные строения в среднем на 790 ед. в год.

Далее были проанализированы виды зарегистрированных ограничений (обременений) на недвижимое имущество. Количество зарегистрированных ограничений (обременений) прав, установленных в отношении земельных участков в связи с обслуживанием линий электропередач за 2011-2015 гг. составило 3727 в Гомельском районе и 1402 в г. Гомеле. Наибольший удельный вес от общего количества регистраций занимают ограничения (обременений) в использовании земель, находящихся в охранных зонах линий электропередачи

(71% в Гомельском районе и 44% в г. Гомеле). Наименьший удельный вес приходится на иные ограничения (обременения), устанавливаемые в отношении недвижимого имущества в связи с обслуживанием линий электропередач, трубопроводов и иных инженерных сооружений (0,3% в Гомельском районе и 4,8% в г. Гомеле). Количество зарегистрированных ограничений (обременений) прав, устанавливаемых в отношении недвижимого имущества и использовании земельных участков, находящихся в санитарно-защитных зонах поверхностных и подземных водных источников за 2011-2015 гг. на территории Гомельского района и г. Гомеля составило 10882 ед. и 1430 ед. соответственно.

В период 2011-2015 гг. было зарегистрировано 9870 ограничений (обременений) прав, устанавливаемых в отношении недвижимого имущества, находящегося в охранных зонах в Гомельском районе и 3109 ед. в г. Гомеле. Отмечается наибольшее количество зарегистрированных ограничений (обременений) прав на земельные участки, расположенные в водоохраных зонах водных объектов (5056 ед. в Гомельском районе и 820 ед. в г. Гомеле), и на земельные участки, расположенные в охранных зонах линий электропередачи (2930 ед. в Гомельском районе и 927 ед. в г. Гомеле).

В период 2011-2015 гг. было зарегистрировано 635 ограничений (обременений) прав, устанавливаемых в отношении земельных участков, расположенных в границах природоохранных, оздоровительных, рекреационных, историко-культурных территорий. Наибольшее количество было зарегистрировано ограничений (обременений) прав на земельные участки, расположенные в водоохраных зонах, прибрежных полосах водных объектов, зонах санитарной охраны водных объектов, используемых для питьевого водоснабжения, водоохраных и защитных лесов, охраняемых типичных и редких природных ландшафтов (457 ед. в Гомельском районе и 69 ед. в г. Гомеле).

Имеются данные о иных запрещениях, ограничениях (обременениях) прав на земельные участки, зарегистрированные в РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру». Из них наибольшее количество регистраций в Гомельском районе составляет запрещение отчуждения земельного участка, предоставленного в частную собственность гражданину как нуждающемуся в улучшении жилищных условий, и (или) дома, а также объектов недвижимости, образованных в результате их раздела, слияния или вычленения из них, расположенных на земельном участке, предоставленном гражданину как нуждающемуся в улучшении жилищных условий, в течение 8 лет с момента государственной регистрации возведенных жилых домов 264 единиц, в г. Гомель данный показатель не зарегистрирован в течение 5 лет. Наибольшее количество регистраций в г. Гомеле составляют ограничения (обременения) прав в использовании земель по строительству, благоустройству и тому подобные (348 ед.).

Количество зарегистрированных ограничений (обременений) прав на капитальные строения и изолированные помещения за 2011-2015 гг. составило 509 в Гомельском районе и 747 в г. Гомеле. За исследуемый период наибольшее количество регистраций составляют запрещения отчуждения жилого помещения, приобретенного в рассрочку, до полного погашения стоимости жилого помещения (116 ед. и 119 ед. соответственно в Гомельском районе и г. Гомеле) и запрещение продажи, ограничение дарения, обмена жилого помещения до полного погашения льготного кредита, ограничение продажи, дарения, обмена жилого помещения в течение года со дня погашения льготного кредита (111 ед. и 139 ед. соответственно в Гомельском районе и г. Гомеле). Также в г. Гомеле значительно чаще регистрируется залог доли в праве собственности в сравнении с Гомельским районом (153 ед. в г. Гомеле и 5 ед. в Гомельском районе).

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что в Гомельском межгородском филиале РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» ведется активная работа по государственной регистрации прав, ограничений (обременений) на недвижимое имущество. При этом количество зарегистрированных ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество зависит от природных, социально-экономических условий в регионе. После составления прогнозов на основании данных о количестве регистраций прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество в период с 2011 по 2017 годы можно сделать вывод, что количество государственной регистрации прав, ограничений (обременений) прав 2016-2017 годы будет постепенно увеличиваться, благодаря чему предприятие будет успешно развиваться.

Литература

1. О государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним: закон Респ. Беларусь, 22 июля 2002 г., №133-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002 г. – №2/282.
2. Статистическая отчетность Гомельского межгородского филиала РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА ПО МАТЕРИАЛАМ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК

К.С. Янкович

Научный руководитель доцент В.Г. Житков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из важнейших задач землеустройства является инвентаризация земель. В процессе инвентаризации составляют карту (план) территории путем нанесения на топооснову новых либо уточненных данных, а также описательные документы. Полученные материалы применяют для организации контроля за использованием и охраной земель, составления планов объектов землеустройства и др. [3].

В законодательстве РФ не предусмотрен регламент проведения инвентаризации земель, не определены частота и ответственный орган. Фактически определяется только назначение данной процедуры. В отличие от инвентаризации земель, нормативно-правовыми актами более детально определяется инвентаризация лесов. В ст. 90 Лесного кодекса РФ определены предмет инвентаризации, ее цели, способы реализации, а также органы государственной власти, ответственные за регламентацию и проведение. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов утверждены приказом Рослесхоза от 10.11.2011 N 472. Согласно данному документу актуализация базовых карт-схем лесных страт на хозяйственную деятельность и воздействие антропогенных и природных факторов осуществляется путем дешифрирования аэрокосмических снимков текущего года с пространственным разрешением не ниже 5 м. Инвентаризация лесов должна проводиться ежегодно [4].

Цель работы заключалась в разработке универсального алгоритма подготовки и обработки материалов мультиспектральных и гиперспектральных космических съемок, в создании технологической цепи и оценки эффективности применяемых методик.

Работа выполнялась на основе программного обеспечения ERDAS Imagine 2010 и Arc_Gis. Использованы расположенные в свободном доступе материалы мультиспектральных космических съемок системы Landsat ETM+ (пространственным разрешением 30 (15) м, 7 спектральных диапазонов от видимого до теплового). Несмотря на то, что пространственное разрешение данной системы является более грубым, нежели это предусмотрено нормативными документами, методы обработки и смысловая нагрузка являются универсальными для применяемого типа дистанционных материалов. В качестве эталонной была выбрана территория, включающая г. Томск в южной ее части, общей площадью 8000 кв. км.

Исследование методически включало в себя следующие этапы [5, 6]:

- 1) анализ по-канальным изображениям и выявление наиболее информативных спектральных диапазонов;
- 2) синтез цветных изображений;
- 3) автономная классификация синтезированного растра с подбором необходимого количества классов;
- 4) создание библиотеки эталонов основных объектов расчета;
- 5) классификация растра по эталонам, оценка ее результативности, корректировка базы эталонов;
- 6) обработка растра по методу главных компонент, определение наиболее информативных компонент;
- 7) классификация растров, обработанных по методу главных компонент, оценка результативности метода;
- 8) создание индексных растров по методу "алгебры карт", подбор наиболее информативных индексов;
- 9) сравнительный анализ результатов различных способов обработки, выбор наиболее информативных материалов;
- 10) преобразование растрового изображения в векторное, наполнение его необходимой атрибутивной информацией, расчет площадей изучаемых объектов.

При помощи инструментов классификации из растрового файла можно получить векторный, который будет содержать в себе набор тематических информационных классов. Используемое программное обеспечение позволяет проводить классификацию различными способами: автономная (неконтролируемая) классификация и классификация по эталонам.

В первом случае тематические классы создаются автоматически с использованием заданных параметров (количество классов, величина стандартного отклонения, значение порога сходимости). 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.

Второй вариант – классификация по эталонам (рисунок). Данный вид классификации позволяет производить "обучение" программы путем идентификации области и ее свойств в ручном режиме. Созданные эталоны сохраняются в соответствующем наборе данных. Обычно их определяют в ходе полевых изысканий, отмечая координаты объектов определенного класса. Программа обрабатывает исходный растр, присваивая области, содержащей эталонные пиксели, параметры соответствующего класса [2].

Хорошие результаты показал способ обработки растра по методу главных компонент. Были получены промежуточные препараты по 6 компонентам. Первая компонента позволила уверенно разделить лесные массивы по породам (сосна, кедр, береза, осина, пихта, пойменная растительность). Вторая компонента – населенные пункты и сельскохозяйственные угодья. Четвертая компонента позволяет уверенно классифицировать вырубки по возрасту. В связи с этим, классификация растров, полученных по методу главных компонент, была проведена отдельно для каждой из информативных компонент, с последующим наложением результирующих препаратов и, соответственно, уточнением принадлежности классов.

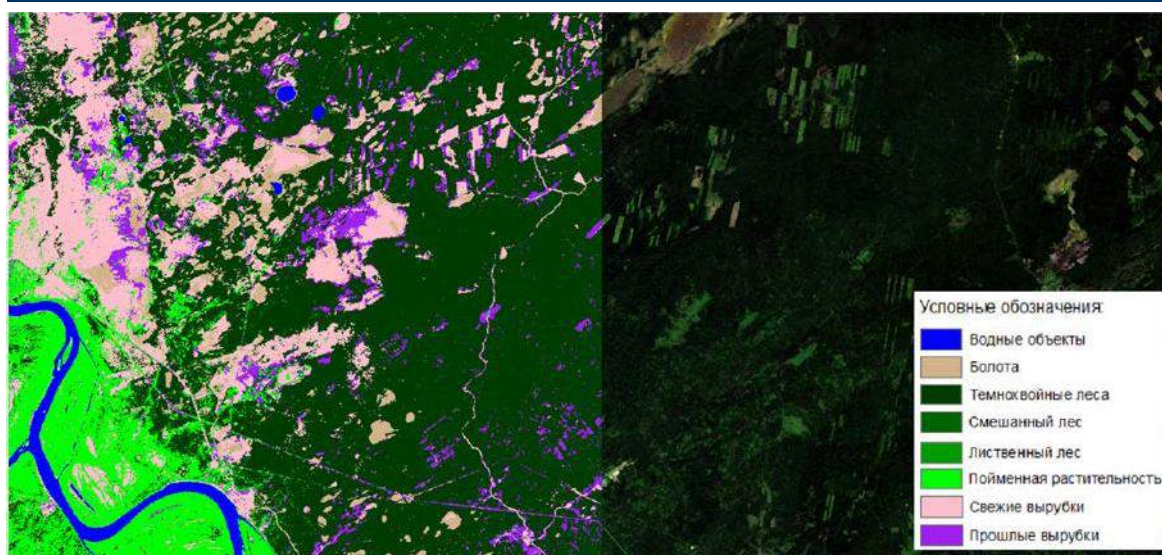


Рис. Результат классификации по эталонам (слева) и исходный растр (справа)

Данные, полученные в результате анализа материалов мультиспектральных космических съемок, можно использовать при проведении инвентаризации лесов для подсчета площадей лесных насаждений, свежих и прошлых вырубок, территорий лесных пожаров и пр. Так как данная процедура является обязательной и периодической, то увеличение эффективности ее проведения позволит в значительной мере сократить расходы. Эффективность выполненных исследований оценивается по трудозатратам, подсчитанным после отработки технологической цепочки. В классической модели рыночной экономики эффективность определяется как отношение полезных конечных результатов и затрат по формуле [2]:

$$\varepsilon = \frac{P}{Z}$$

где ε – эффективность; P – полезный результат; Z – затраты.

По произведенным расчетам трудозатраты составили 16 чел./час или 2 рабочих дня. Даже при грубом методе оценки, очевидно, что выполнение данных работ с применением ГИС-технологий целесообразно, так, как съемка территории на местности требует постоянного участия человека в процессе, а на преодоление расстояний требуется значительное время.

Таким образом, по итогам проведенной работы можно сделать вывод, что рассматриваемая технология обладает значительными преимуществами по сравнению с другими и дает возможность подобрать наиболее удобный и действенный метод классификации данных.

Литература

1. Елсаков В.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений: учебное пособие / В.В. Елсаков, Д.В. Кириллов; Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар: СПИ, 2013. – 44 с.
2. Ещенко Е. С., Лешина О. С. Теоретические и практические аспекты анализа эффективности деятельности предприятия // Молодой ученый. — 2015. — №11.3. — С.30-34.
3. Жданова Р.В. Важнейшие задачи и проблемы эффективного управления земельными ресурсами [Текст]/Р.В. Жданова // Проблемы и перспективы современного эффективного землепользования: сб. науч. тр. / Гос. ун-т по землеустройству. – М., 2013. –С.131-133
4. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов // утв. приказом Рослесхоза от 10.11.2011 N 472. – 177с.
5. 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.
6. 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.

ANALYSIS OF AGRICULTURE MONITORING RESULTS IN IRAQ

A.J. Alshaibi

Supervisor associate professor O.S. Tokareva

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Iraq lies between 29°15'N, and 38°15'N, 38°45' and 48°45'E, and is located entirely within the north temperate zone where it enjoys stimulus seasonality of climate. Iraq, with a total area of 438,320 km² including 924 km² of inland waters, is surrounded by Iran to the east, Turkey to the north, Syria and Jordan to the west, Saudi Arabia and Kuwait to the south, and the Arabic Gulf to the southeast. Topographically, Iraq is shaped like a basin, consisting of the Great Mesopotamian alluvial plain of the Tigris and Euphrates. This plain is surrounded by mountains in the north and the east, which can reach altitudes of 3,550 m above sea level, and by desert areas in the south and west, which account for over 40 % of the land area [6].

The climate of Iraq is mainly of the continental, subtropical semi-arid type, with the north and northeastern mountainous regions having a Mediterranean climate. Rainfall occurs during the winter months, from December to February in most parts of the country and November to April in the mountains, with average day temperature of 16°C dropping at night to 2°C with a possibility of frost. Summers are dry and hot to extremely hot, with a shade temperature of over 43°C during July and August, yet dropping at night to 26°C. Rainfall is highly erratic in time, quantity and locations, and ranges from less than 100 mm in the south and southwest to about 1,000 mm/year in the north and northeast. The substantial variation in amount and distribution of rainfall increases the risk to rainfed crop production [6].

Iraq has a total surface area of about 44 million hectares about one-fifth of Iraq's territory consists of farmland. About half of this total cultivated area is in the northeastern plains and mountain valleys, where sufficient rain falls to sustain agriculture. The remainder of the cultivated land is in the valleys of the Euphrates and Tigris rivers, which receive scant rainfall and rely instead on water from the rivers. Both rivers are fed by snowpack and rainfall in eastern Turkey and in northwest Iran [3].

Agricultural production in Iraq is divided into rain fed agriculture, mainly in the North of the country, and irrigated agriculture, mainly in the Mesopotamian plain centered around the Tigris and Euphrates rivers. The most important rain fed crops in the North are wheat and barley, both grown during the winter months, accounting for 1/3rd of the nation's cereal production (FAS website, 2003). The same winter crops are grown in the irrigated Mesopotamian plain. Main irrigated summer crops are rice, corn, dates, cotton, vegetables and fruits (FAS website, 2003). Forage crops like alfalfa and other legumes are grown for livestock in addition to barley [6].

Iraqi agricultural production has been affected by several socio-economic and political events in the last century. At the same time, variations in water availability, installation of drainage systems and reclamation of saline lands, as well as the introduction of new crop varieties, advances in agronomic practices and other agricultural technologies affect the ability to produce. Data sources used are the USDA-PSD database, the FAO FAOSTAT database, and data provided from the ministry of Agriculture, Iraq. USDA – Production, Supply and Distribution Database The agricultural production data for Iraq can be extracted from an on-line database maintained by the United States Department of Agriculture. A summary of results for Iraq agricultural production is reported here. Ministry of Agriculture, Government of Iraq the Ministry of Agriculture in Iraq collects data on cropping systems in Iraq. These data have been obtained through the interaction within the current Iraq salinity management project. This report reviews the historical trends in Iraqi agriculture, with special emphasis on the irrigated agriculture in the Mesopotamian plain [6].

Based on the available reports from the databases described above, three major classes can be distinguished: total area of cultivated winter cereals, total area of irrigated winter cereals (an extraction of the previous data set, indicating the area of winter cereals that is relying on irrigation water) and summer crops, indicating the irrigated summer area.

Figure 1 shows the percentages of harvested crop area in summer 1990, 2000, 2010 as obtained from the FAOSTAT data set. Harvested crop area is an indication of the type of crops that can be identified using remote sensing (more so than crop production).

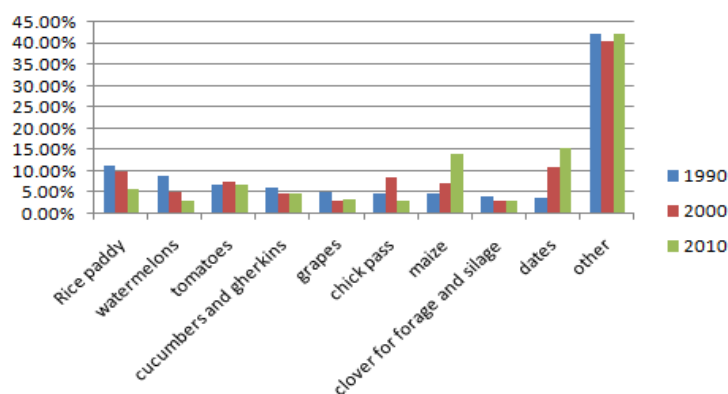


Figure 1– Summer crops covering more than 4 % of the area harvested in 1990, 2000, 2010

The group labeled "Other" in Figure 1 contains all crops covering less than 3 % of the total cultivated area in the summer. This group includes, seed cotton, okra, clover for forage, fresh vegetables, leguminous vegetables and eggplant. In the list of crops with less than of the total harvested area in the summer are apples, potatoes, string beans, dry onions, grapes, chick peas, pumpkins and sesame seed. Other crops cover less than 1 % each of the total harvested area [4].

Changes in patterns of agricultural land are crucial for assessing the sustainability of production [5, 1]. Figure 2 shows the cultivated land for different years [6]. Note that area of the cultivated land increase in the mid-1990s. In the mid-1990s, following the invasion of Kuwait, an economic blockade was imposed on Iraq, preventing the import of vital goods.

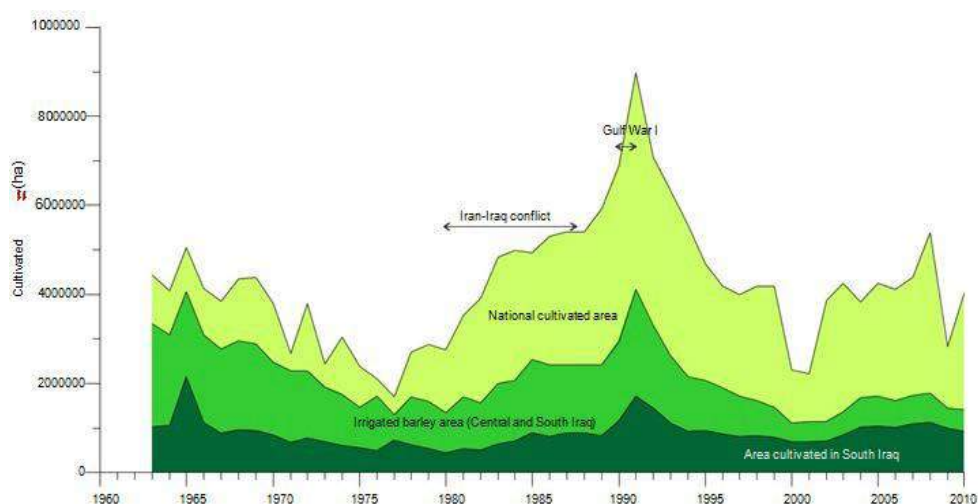


Figure 2 Cultivated land for different years

Vast tracts of Iraqi land were used at the time to meet 50 % of the domestic wheat demands. According to experts, agriculture represented 7 % of Gross National Product (GNP) in the 1990s that's why Iraq makes a concerted effort to restore its irrigation and drainage network and to control seasonal flooding. Various regimes constructed several large dams and river control projects, rehabilitated old canals, and built new irrigation systems. Barrages were constructed on both the Tigris and the Euphrates to channel water into natural depressions so that floods could be controlled.

In the aftermath of the 2003 Iraq war, agricultural productivity decreased by 90 %. The workforce shifting toward state employment, a lack of government subsidization and the lingering effects of long years of severe drought all took their toll on agriculture. From 2004 until 2010, Iraq witnessed its driest winters on record [2].

Reference

1. Пасько О.А. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Томской области // Аграрная наука. - 2013. - № 6. - С. 9- 12
2. Agriculture in Iraq: Resources, Potentials, Constraints, and Research Needs and Priorities. – <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/50600000/Products-Reprints/2002/1107.pdf> (Accessed 2016-02-26) .
3. Helen Chapin Metz, ed. Iraq: A Country Study. Washington: GPO for the Library of Congress, 1988. <http://countrystudies.us/iraq/58.htm> (Accessed 2016-02-25).
4. Iraqi Agriculture in Crisis. – <http://www.al-monitor.com/pulse/originals/2013/01/iraq-farmers-abandon.html> (Accessed 2016-02-24).
5. 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 Volume 1 / ed. by S. Stark. – New York, CIBUNET Publishing, Monograph Series No. 1. 2013. – P. 45 -60
6. Richard Soppe and Dr Raad O. Saleh (Editors). Iraq Salinity Project. Technical Report 8. – https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwinku-y25XLAhWkNpoKHVs7A2oQFggnMAI&url=https%3A%2F%2Fapps.icarda.org%2FwsInternet%2FwsInternet.asmx%2FDownloadFileToLocal%3FfilePath%3DIraq_Projects%2FIraq_Salinity%2F08_CompB_Review_Agricultural_Producti_on.pdf%26fileName%3D08_CompB_Review_Agricultural_Production.pdf&usq=AFQjCNFR_jfHWA1Lww-3eTWq8dnUq194qw&sig2=QCFnL-kG3dAcVjhf09Sglw (Accessed 2016-02-14).

WOODLAND BELTS AS A SOLUTION TO MITIGATE THE CLIMATE CHANGE**G. Babur-Caratelli¹, O.A. Pasko²**¹ *University of the Netherlands;*² *National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk Russia***Introduction**

The climate change that we experience nowadays is mainly caused by humanity's massive use of the primary energy sources, which we call fossil fuels. When we burn coal, oil and gas to move vehicles, heat buildings and produce electricity, the combustion process produces the greenhouse gas –carbon dioxide (CO₂) that is emitted into the atmosphere. The rising concentration of CO₂ in the atmosphere is the main, though not the only, source of human-induced climate change [7]. The humanity is causing changes that are large, serious and highly disruptive.

Climate change affects every part of the planet, and there is no escaping from its severity and threat. The solutions on climate change are inherently complex. There is no one action, one technology, which would solve the problem by now. Therefore, the solution also should be complex. The reduction of human caused greenhouse gas emissions should go along with development of technologies for CO₂ recycling and practical solutions, which could forward the natural vital processes to reduce the excess of carbon dioxide in the atmosphere.

The challenge we met in our work is to align existing anthropogenic systems (sources of large volumes of carbon dioxide) with other systems in the web of life. The later intends the circular "breath of life" (metabolism), when waste from one system becomes food for another system and so on. In any case, our long-term survival is possible only on support and cooperation with nature [5].

The large "customers" of atmospheric carbon dioxide are forests. The famous international agreement on climate change, the Kyoto protocol [9], supports replanting trees or establishing new forests [6]. Yet we are losing forests. Over the past 50 years, about half the world's original forest cover has been lost.

In our work, we propose as easy and flexible alternative to new forests, which for one reason or another cannot be planted. We propose to plant woodland belts, which, together with existing forests, will help to mitigate the climate change on our planet.

"Breath of Life" of Live Systems

All live and dead organisms in nature have so-called "breath of life" (metabolism) through the network of chemical reactions. This provides the continuous flow of energy. All systems produce waste, which becomes food for other systems. Building ecologically sustainable societies is possible, when material and social structures do not interfere with nature's inherent ability to sustain life.

We cannot imagine our life without technology. The anthroposphere (sometimes also referred as technosphere) became a part of the environment made or modified by humans for use in human activities and human habitats. "Breath of life" of modern people is not limited by the breathing and digestion processes of human-beings. The "breath of life" of anthropogenic systems includes "exhalation" of large volumes of CO₂ due to the fossil fuel use etc. The anthropogenic waste (carbon dioxide) is used for metabolism of other systems (for example, by forests, swamps, oceans); any growing biomass absorbs carbon dioxide. The problem is that the amount of CO₂ emissions produced by anthropogenic systems are so large that it cannot be completely digested by other systems and, therefore, accumulates in the atmosphere. The result is known: it is the climate change with all the consequences.

The direct solution for decreasing CO₂ in the atmosphere is the increase of biomass (plant or plant-based materials). And the most natural effort for the biomass increase is planting trees, because trees absorb carbon dioxide and emit oxygen. The opposite process (oxygen absorption and carbon dioxide emission by trees), is much more imperceptible.

On planting trees there might be two obstacles. The first is the popular statement that once trees die, almost all the carbon that they stored up in their bodies is released again into the atmosphere. In principle, it is true, if trees are burned. However, wood burning is not a natural process, not all trees are burnt. A more natural process is when wood decays into organic substances, which are fertilizing new plant. As an example, many trees are dying in swamps, but swamps are famous as a carbon sink. In addition, it is revealing that the map of forests on our planet is highly correlated with the maps of CO₂ distribution in the atmosphere. The higher density of forests, generally, corresponds to the lower concentration of CO₂.

The second obstacle limiting planting large amounts of trees (forests) is that the anthroposphere tends to take land from nature for its own use in agriculture, industry, as habitat etc., but not to give it back to nature. However, the solution exists. Our paper proposes an easy alternating for forests, which can be embedded and successively used in the anthropogenic structures. This alternative is called woodland belts.

Woodland Belts

Woodland belts (forest belts) are protective forest plantations, consisting of two or more rows of trees and shrubs, situated among croplands, pastures, orchards, along roads, irrigation and navigation canals, railways, on the slopes of ravines etc. [5]. When woodland belts are designed, first of all, less valuable land is selected.

Russia has ratified the Kyoto Protocol and received the new economic mechanisms. Due to this, woodland belts reveal two important functions:

1. Binding of CO₂ for reduction of the greenhouse effect.
2. Compensation of the industrial CO₂ emissions.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	
Дмитриев А.Ю. Институт природных ресурсов: история развития и достижения настоящего.....	29
Шварцев С.Л. Глобальная эволюция как объект геологии.....	30
Иванова Г.М. 20 лет международному симпозиуму им. академика М.А. Усова. Усовским конференциям и симпозиуму – 45 лет.....	34
Иванова Г.М. Традиции, заложенные В.А. Обручевым в подготовке высокопрофессиональных специалистов, успешно развиваются в Институте природных ресурсов (к 120-летию основания Томского политехнического университета)	49
Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ	
Бетчанов Д.М., Водина Е.С. Палеографические и литофациальные условия формирования девонских рифогенных массивов на юго-востоке Западно-Сибирской плиты (карьер "Камень" и карьер "Подломск")..	55
Вязовкина А.О., Вязовкина Е.О. Биостратиграфическое изучение маастрихтских отложений Самарской области.....	57
Галимов А.А. Геотектонические аспекты в местоположении области питания рифейских отложений Южного Урала.....	58
Гончаров Я.А. Анализ стадийности развития рельефа территории Шелеховского района Иркутской области.....	60
Гусев В.А., Кривоногов С.К., Жилич С.В. Промежуточные озера водосборного бассейна озера Чаны.....	62
Джумашев М.И. Новые данные о палеогеографических и литофациальных особенностях формирования отложений среднего девона (Северная Хакасия).....	63
Джумашев М.И., Романов В.И. Стратиграфия и трилобиты Сибирской платформы и Алданской антеклизы	
Ермак А.Д., Мизина Н.В. Научные результаты геолого-съёмочной практики на Приполярном Урале в 2015 г.....	68
Жилич С.В., Рудая Н.А., Кривоногов С.К. Климатостратиграфия позднего голоцена на юго-востоке Западной Сибири по материалам микропалеонтологического изучения озерных отложений.....	70
Зарипова А.Д. К характеристике алыкаевского флористического комплекса (Кузнецкий бассейн, верхний карбон).....	72
Киселева А.А. Палеорекострукция условий углеобразования Ерковецкого месторождения.....	74
Моляренко В.Л. Геологические обнажения стратиграфического типа: «Дорошевичи», «Зборово» (Гомельская область, Республика Беларусь).....	76
Полковой К.С. Аммоноидеи нижней зоны среднего апта окрестностей г. Кисловодска.....	78
Протодяконов К.Е., Дмитриев А.И. Находки плейстоценовых псовых в многолетней мерзлоте Якутии.....	80
Ревенок Я.Н. Изучение глинистых минералов костеносных месторождений динозавровой фауны Приамурья физическими методами исследования.....	82
Садыков А.М. Особенности палеографии васюганской подсвиты Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.....	84
Салауатова А.Е. Минералы марганца на месторождениях Казахстана.....	85
Семиряков А.С. Особенности геологического строения и условий формирования местонахождения мамонтовой фауны Новодубровское.....	86
Стержанова У.А. Палеогеографические условия формирования наунакской свиты (Усть-Тымская и Нюрольская впадины).....	87
Страхов А.А. Методика создания цифровой модели геологического разреза по данным SRTM с использованием программного продукта ArcGIS 10.2.....	88
Туманцева Д.В., Самойлова Е.Ю. Таксономические особенности и тафономический анализ фауны местонахождения новодубровское (предварительные результаты работ – 2015 г.).....	91
Уралбаев Е.А. Трилобиты Кыршабактинского разреза.....	91
Федяев Н.Я. Тафономический и морфологический анализы остатков лошадей местонаждений Новодубровское и Волчья грива (предварительные результаты работ 2015 г.).....	92
Фролов А.О., Машук И.М. Палеофитогеография Северной Евразии в раннеюрское время.....	92
Черных В.Н. Позднеплейстоценовая и голоценовая ископаемая фауна Куйтунской межгорной котловины (Селенгинское среднегорье).....	95
Шумилова Т.Н., Сухорукова В.А. Палеогеографические и биофациальные особенности седиментогенеза среднеюрских отложений юго-востока Западной Сибири (Томской области).....	96

СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

Кучеренко И.В. Генетическая классификация рудообразующих процессов.....	99
Арлюкова К.Р. Основные черты геохимии зональных метасоматитов и золото-кварцевых жил месторождения Аметистовое (Камчатка).....	108
Бабинцев Н.А. Составы оливинов в ультрамафитах Кулибинской платино-никеленозной площади (Восточный Саян).....	110
Бакаева Ж.М. Известковые каличе в палеозойских отложениях Южного Урала.....	112
Белоголова Е.А. Люминесцентные свойства костной ткани.....	115
Бестемьянова К.В. К вопросу о этапности и стадийности рудообразования барит – полиметаллических месторождений Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай).....	116
Бородин А. И. Рентгенография хлоритов. Особенности диагностики.....	118
Вергунов А.В. Роль палеовулканизма в накоплении редких металлов в углях Бейского месторождения Минусинского угольного бассейна.....	120
Вислогозов К.К., Гайворонская А.С., Голованев И.А. К вопросу о происхождении песчаников с базальным гипсовым пойкилитовым цементом.....	122
Вопилов И.С. Минералого-геохимические особенности тонштейнов Черногорского месторождения Минусинского угольного бассейна.....	124
Ву К.Х. Определение глинистых минералов в составе пород-коллекторов методом инфракрасной спектроскопии.....	126
Гаврилова К.А. Типоморфные особенности акцессорного ильменита гранитоидов полифазного алейско-змеиногорского комплекса (СЗ часть Рудного Алтая).....	128
Гракова О.В., Уляшева Н.С. Углеродное вещество в сланцах Няровейской серии полярного Урала.....	128
Гунько С.Д., Усольцева У.С. Инаглинское месторождение ювелирного хромдиоксида.....	132
Данг Т.Ф.Т. Определение глинистых минералов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного микроанализа.....	134
Джумашев М.И., Капанов А.С. Неоднородность химического состава уролита как следствие изменения условий его формирования.....	136
Джумаян Н.Р. Индикаторные минералы низкоалмазоносных кимберлитов на примере трубки Моркока (Якутия).....	138
Дугарова Н.А. Минералогические особенности метабазитов офиолитовой ассоциации Кузнецкого Алатау.....	140
Ефименко С.В., Чурилин В.С., Бадина М.В. Особенности гранулометрического и минералогического состава грунтов Западно-Сибирского региона.....	142
Иванова О.А., Логвинова А.М. Первая находка флогопита в алмазе из кимберлитов Снэп Лейк (кратон Слейв, Канада): свидетельство мантийного метасоматоза.....	143
Иванова М.О. Диагностика глинистых минералов отложений урочища Талое озеро (Республика Хакасия).....	145
Иванов И.В., Смирнов В.А. Коллекция яшмы Южного Урала в минералогическом музее ТПУ.....	147
Канева Е.В. Кристаллохимические особенности минералов подгруппы быстрина группы канкринита.....	149
Кичеева А.В. Рудная минерализация ультрамафитов Калнинского хромитиноносного массива (Западный Саян).....	151
Козулина Т.В. Проблемы Новые данные о химическом составе породообразующих минералов щелочных интрузий Центрального Сангилена (Юго-Восточная Тува).....	153
Комарицына Т.Ю. Вулканизм Удино-Еравнинской, Нерчинской и Александрово-Заводской впадин Забайкалья.....	155
Костылева А.А. Минералого-геохимические особенности монацита Туганского месторождения.....	157
Кузнецова Е.С. Особенности вещественного состава фундамента месторождений Витимского урановорудного района.....	158
Лишунов А.А., Кемкина Р.А., Кемкин И.В. Сульфосоли в рудах скарновых месторождений (Приморский край).....	160
Лобастов Б.М., Савченко В.А. Тергешская трубка взрыва уникальный объект учебной геологической практики для студентов геологических специальностей.....	162
Марфин А.Е. Рентгенолюминесценция патогенных органоминеральных агрегатов на примере уролитов... ..	164
Мизина Н.В., Ермак А.Д., Результаты петрографических исследований магматических пород, отобранных на восточном склоне Приполярного Урала в 2014-15 гг.....	166
Моляренко В.Л. Определение гранулометрического и минералогического состава аллювия пойменной фации реки Сож (Республика Беларусь).....	168
Мудровская Н.В. Спектроскопия комбинационного рассеяния монокристаллов куперита (PtS).....	170
Намет А.А. Вещественный состав пород уранового месторождения Харасан (Республика Казахстан).....	173
Непряхина О.Б. Особенности пирротиновой минерализации в месторождении Чертово Корыто (Патомское нагорье).....	175
Никитин Р.Н. Минералогические особенности и оценки Р-Т условий метаморфизма метабазитового проявления в бассейне р. Тырада (Заангарье, Енисейский кряж).....	177
Осипова Д.А. Особенности литологии алевропесчаников суворовской свиты Енисейского Кряжа.....	179

Пешков А.А. Подходы к изучению генетического аспекта формирования Индертинского массива Западной Монголии.....	181
Полевская О.С. Вклад спорообразующих бактерий рода <i>Bacillus</i> в биогеохимические процессы на горных породах карстовых пещер.....	183
Сальникова Л.А., Кемкина Р.А., Кемкин И.В. Разновидности сфалерита в рудах скарново-полиметаллических месторождений Дальнегорского района.....	185
Сидорова Е.В. Петрографические особенности вулканитов Ключевского вулкана, Камчатка.....	187
Силкин В.А. Минералогия сперрилита р. Изас и р. Бейка Кузнецкого Алатау.....	189
Соломина Д.В. Петрографическая неоднородность дунитов Гальмозанского массива.....	190
Суханова К.Г. Сравнительная характеристика акцессорных ниобатов из вольфрамоносных грейзенов и литий-фтористых гранитов Верхнеурмийского рудного узла (Приамурье).....	192
Тогузов Р.Р. Типоморфные особенности золота месторождений различных генетических типов.....	194
Уляшева Н.С., Гракова О.В. Особенности химического состава пород няровейской серии (Полярный Урал).....	195
Усольцев Д.Г. Формы нахождения элементов-примесей в черносланцевых породах баженновской свиты Западной Сибири.....	197
Фахардо Бехарано Э.Л., Николаев А.Г. Исследование природы окраски и колориметрии Колумбийских изумрудов.....	199
Черданцева Д.А., Юркова М.В. Определение ориентировок зерен осадочных пород с помощью палеомагнитно ориентированного зерна.....	200
Юричев А.Н. Хромшпинелиды Харчерузского блока массива Сыумкеу (Полярный Урал).....	202

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Рудмин М.А. К вопросу о генезисе оолитовых железных руд Западной Сибири.....	205
Александрова М.А. Оценка перспектив на золотое оруденение Риддер-Сокольного месторождения (Рудный Алтай).....	207
Бушманов А.И. Новые данные о составе руд Центрального золоторудного поля (Кузнецкий Алатау).....	209
Вильгельм Е.А. Условия локализации и особенности вещественного состава золото-серебрянного оруденения участка «Солнечный» (Амурская область).....	211
Винтизенко И.Г. Петрохимический анализ руд Тейского месторождения.....	213
Герасимов В.К. Типоморфные особенности берилла пегматитов Туркестанского хребта (Киргизия).....	215
Гришин А.Е. О возможности применения метода рентгенофлуоресцентного анализа при подсчете запасов железных руд Западного участка Бакчарского рудного узла.....	216
Дьячкова А.В. Структурно-морфологические особенности оруденения месторождения золота «Еловое» и оценка перспектив рудоносности Юзикского поля (Северная Хакасия).....	218
Егорова Е.О. Реконструкция истории и условий формирования ореолов индикаторных минералов кимберлитов по минералогическим данным.....	220
Жанибеков Б.О., Дулабова Н.Ю., Закиров О.Т. Геолого-структурные позиции золоторудных месторождений Центральных Кызылкумов.....	222
Жуман Е.Д. Особенности локализации титан-цирконовых песков на Обуховском месторождении (Акмолинская область, Казахстан) и некоторые особенности распределения в них ценных минералов.....	224
Карих А.А. Петрогеохимия эффузивных пород вулкана Батур (о. Бали, Индонезия).....	226
Кириллова М.М., А.С. Янкович А.С., Маськов А.А. Применение многомерного статистического анализа для обоснования перспективности рудогенных геохимических аномалий на Провиденской площади (ЧАО).....	227
Леденгский Р.А. Использование методов гамма спектрометрии для выделения слабомагнитных алмазоносных кимберлитов.....	229
Луханин А.Н. Гранулометрия и палеогеографические условия формирования строительных песков Мишкинского месторождения (Ростовская область).....	231
Макад Д.К., Макадов Д.К., Толеутай Т.А. Состояние геологической изученности и перспективы медно-порфирового месторождения Нурказган.....	232
Мансуров Р.Х. Адаптация экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах на примере поисковых работ на Средне-Ишимбинской площади (Красноярский край).....	234
Мырзасадыкова Г.Т., Ключникова Д.Б., Салахова Ж.О. Золото-сульфидно-кварцевое штокверковое месторождения Секисовское, Казахстан, геологическая позиция, рудные минеральные ассоциации.....	237
Назарова А.М. Особенности вещественного состава шлихов россыпи Ольчано-Нерской золотоносной зоны.....	239
Наидко В.И. Перспективные источники германия в красноярском крае.....	240
Никифоров А.Г. Пространственно генетическая связь комплексных гранатовых руд проявления «Высота-181» с полиминеральными кислотными метасоматитами.....	241

Ойцева Т.А., Кузьмина О.Н. Перспективность основных металлогенических структур Калба-Нарымского редкометалльного пояса Большого Алтая.....	243
Осадчий А.А. Анализ закономерностей изменения химического состава известняка (О1) на западном участке Жирновского месторождения.....	245
Осмоловский А.А. Геология, геохимия и прогноз золоторудной минерализации в пределах Акимовской рудной площади (Алтайский край).....	247
Пахмутова К.Д. Ценные и благородные металлы в кремнисто-мышьяково-марганцевых образованиях удерейской свиты и пути их формирования (Енисейский кряж).....	249
Рева И.В., Гунько А.П. Минералого-технологические особенности глауконита Бакчарского месторождения (Томская область).....	251
Рева И.В. Теллуру-висмутовая минерализация Центрального золоторудного месторождения (Кузнецкий Алатау).....	253
Серебряков Е.В. Детализированная схема разрывной структуры месторождения «Трубка Нюрбинская» по результатам тахеометрической съемки.....	255
Серета Н.С. Особенности морфологии золота россыпи руч. Берендей (Оймяконский район, Республика Саха, Якутия).....	256
Смирнов П.В., Константинов А.О. Кремниевые породы севера Тюменской области: литология, условия залегания и особенности подсчета запасов.....	259
Соатов Н.Т. Древние выработки – как показатель перспективности недр района работ.....	261
Соколов В.А., Шнайдер А.В., Внуков Д.А. Анализ вторичных геохимических ореолов и геофизических полей участка "Право-Буяновский" (Енисейский кряж).....	262
Сторожева О.И. Геологическое строение и минеральный состав руд подэкранного месторождения Герфед (Енисейский кряж).....	264
Стороженко А.Ф. Анализ распределения геологопромышленных параметров Петровско-Сельского месторождения строительных материалов (Ставропольский край).....	265
Тихонова А.А., Маськов А.А. Хромшпинелиды из ультрамафитов и хромитов Агардагского массива (Юго-Восточная Тыва).....	267
Файзиев Ф.А. К генезису серебро-оловянного месторождения Мирхант (Центральный Таджикистан).....	269
Файзиев Ф.А., Файзиев А.Р., Каюмарси М. Серебро-оловянный рудноформационный тип оруденения в Таджикистане.....	271
Юрьева Ю.С. Минералого-петрографические критерии обнаружения россыпного золота на участке Полуденный (Республика Саха (Якутия).....	273

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Запивалов Н.П. Геология нефти и газа – новые концепции XXI века.....	276
Абдулазизов Х.И. Из истории проблемы поиска палеозойской нефти в Ферганской впадине (Узбекистан)	279
Андреянов М.О. Анализ эффективности проведения гидроразрыва пласта на низкопроницаемых коллекторах Западной Сибири.....	281
Антипина М.И., Дегтярев Д.С. Технологии использования магнитных эффектов стабильных изотопов в нефтегазовом производстве.....	283
Барабашева Е.Е., Пикатова М.В. К вопросу о поисках нефтегазовых отложений в Забайкальском крае	265
Бахтина Е.С., Самойленко В.В. Природа нефтей Лугинецкого месторождения на основании геохимических данных.....	285
Берко В.Ю. Состав рассеянного органического вещества и нефтей Новопортовской площади (малышевский горизонт, средняя юра) Западной Сибири.....	288
Бредихин Н.П. Информативность наземных геохимических и геофизических (несейсмических) методов при поисках залежей сланцевой нефти в баженовской свите.....	290
Валева Р.Р. Особенности геологического строения пластов-коллекторов в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на примере месторождений Бузулукской впадины.....	292
Горбунов П.А. Методика прогноза пластовых давлений в отложениях основных нефтегазоносных комплексов северной части Западной Сибири.....	294
Горожанкина М.С. К вопросу об условиях формирования берриас-валанжинских отложений северной части Уренгойского месторождения (Западная Сибирь, пласт БУ14).....	296
Горшков А.М., Ли-Ван-Хе О.С. Изучение петрофизических свойств пород баженовской свиты юго-восточной части Каймысовского свода (Томская область).....	298
Григорьев А.М., Ширяева И.В. Антропогенное изменение флюидодинамических условий как основной фактор выбора конструкций эксплуатационных скважин (на примере миоценовых отложений северного борта Западно-Кубанского прогиба).....	300
Гринько А.А., Панова Е.В., Рубан А.С., Новиков С.С. Молекулярный состав донных отложений северной части моря Лаптевых.....	302
Гушина А.А., Недоливко Н.М. Литологические особенности и условия формирования позднеблатских отложений (горизонт Ю3) в зоне сочленения Нюрольской впадины и Пудинского мегавала (Томская область).....	304

Дешин А.А. К обоснованию типов керогена для нефтепроизводящих свит Гыданской нефтегазоносной области.....	307
Джабиев О.А. Литологическая характеристика пород скважины 191 Ингинского месторождения Красноленинской группы.....	309
Дмитриева А.О., Дюндик А.С. Определение и прогнозирование аномально высоких пластовых давлений в процессе бурения скважин методом эквивалентных глубин.....	311
Долженко К.В. Геохимическая характеристика органического вещества верхнепалеозойских отложений Виллойской синеклизы (на примере сверхглубокой скважины Средневиллойская-27)	313
Доржиев С.А. Исследования сложнопостроенных природных резервуаров Лугинецкого месторождения с применением системного подхода.....	315
Дубинин А.П. Особенности распределения фильтрационно-емкостных свойств горизонта Ю-IVБ-1 Сарыбулакского месторождения.....	316
Дубовик Ю.Н., Недоливко Н.М. Литологические особенности и условия формирования отложений мальшевской свиты на Полярной площади (Красноярский край)	317
Евдокимова А.В., Панова Е.В. Методические аспекты литолого-фациального анализа при поисках месторождений углеводородов.....	320
Жамсаранова А.Б. Особенности строения и условия формирования пласта АВ1 раннемелового возраста на Советском нефтяном месторождении (Томская область)	323
Жердева А.В., Веклич М.А. Возможности масс-спектрометрии изотопных отношений (IRMS) для геохимических исследований.....	325
Журба Е.Ю. Изучение вещественного состава коллекторов нижнемеловых отложений Северного Кавказа	327
Зияев Д.Ш., Сафаралиев Н.С. Приведенные давления и направление возможного движения подземных вод в Вахшском нефтегазоводоносном бассейне	329
Зияев Д.Ш., Сафаралиев Н.С. Микроэлементы в пластовых водах нефтегазовых месторождений и разведочных площадях Таджикистана.....	331
Кажумуханова М.З. Особенности литологического и гранулометрического состава донных отложений северной части моря Лаптевых.....	333
Карих А.А. Литолого-петрографическая характеристика коллекторов осинского горизонта билирской свиты (Среднеботубинское месторождение)	335
Кастильо Т.С. Перспективы открытия новых нефтяных месторождений в Мексиканском бассейне и Карибском море.....	337
Киреева А.А. Распределение органического углерода в баженовской свите по данным геофизических исследований скважин (гамма каротажа) юго-восточных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.....	338
Ковешников А.Е., Меркулова А.А. Система трещинообразования при формировании пород-коллекторов в средне-верхнедевонских карбонатных образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы.....	340
Ковешников А.Е., Нестерова А.С. Формирование трещинных пород-коллекторов в ордовикско-нижнедевонских карбонатных образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы.....	342
Козырева О.С., Чуйкина Д.И. Состав нефтей пермокарбоновой залежи Усинского месторождения.....	344
Костина М.С. Геохимические методы поисков нефти и газа. Пироллиз.....	346
Кочнев А.А. Анализ литолого-фациального строения и коллекторских свойств верхнедевонско-турнейских рифов Березниковского палеоплато.....	348
Краузе Н.А. Геологические 3D-модели месторождения как способ изучения Восточно-Сургутского месторождения.....	350
Краузе Н.А., Лопатина О.А. Определение перспектив нефтегазоносности бассейна Кот-Д'Ивуар по данным бассейнового моделирования.....	352
Кулакова Н.В. Создание геомодели подсчета запасов углеводородов в геоинформационной системе ARCGIS.....	354
Любимова М.Ю. Литолого-фациальная модель Первомайского нефтяного месторождения (Томская область)	357
Майков К.Ю. Особенности получения параметров пласта при гидродинамических исследованиях скважин	358
Макаров К.В. Оценка параметров уплотнения глин, аргиллитов юры и мела северных районов Западной Сибири.....	360
Мартынов К.С. Анализ формирования трудноизвлекаемых запасов при разработке газовой залежи пласта ПК1 месторождения N.....	361
Меледин А.С. Методика обоснования скважин для многостадийного гидроразрыва пласта на примере юрских отложений Западной Сибири.....	363
Нанаджанова Р.Г., Велиметова Н.И., Маммедбеили С.Ф. Микроэлементы нефти: цветные и благородные металлы.....	365
Насонов В.В. Определение обстановок осадконакопления по породам бобриковского горизонта в пределах Ковалевского месторождения. Связь нефтенасыщения пород с петромагнитными характеристиками и генетическим типом отложений.....	366
Никитенко Н.Н. Петрофизическая характеристика III пласта черемшанского горизонта Патроновского месторождения.....	369
Носов Д.А. Строение верхнеюрского разреза на Западно-Лугинецком месторождении.....	370

Нургалиев И.И. Исследование влияния буровых растворов на коллекторские свойства пласта на установке FDS-350.....	372
Оленев Я.В. Роль гидродинамических исследований в горизонтальных скважинах для оценки фильтрационно-емкостных свойств пласта.....	374
Онищенко Я.В., Ситнов С.А., Иванова А.Г., Вахин А.В., Нургалиев Д.К. Каталитическая интенсификация деструкции керогена в присутствии минерального пирита и катализатора на основе кобальта.....	376
Осинцева М.А. Литология неомских отложений (ачимовской толщи) южного окончания Сургутского свода (Ханты-Мансийский АО).....	382
Павельева О.Н., Павельева Ю.Н. Корреляция нефть-нефть на основе изотопно-фракционных кривых нефтей Западной Сибири.....	384
Павловец Т.А., Недоливко Н.М. Особенности порового пространства в песчаниках пласта Ю13-4 Ключевской площади.....	385
Петрова Д.И. Литолого-петрофизические характеристики известняков черепетского горизонта турнейского яруса на территории Республики Татарстан.....	388
Подшивалов А.И., Шеуджен А.Ш. Оптимизация гидравлического разрыва пласта путем учета распространения трещин в процессе проведения операции.....	390
Полтавченко Е.А. Комплексное изучение фильтрационной неоднородности пластов-коллекторов.....	391
Пономарев А.А. «Цифровая петрофизика» при изучении коллекторов трудноизвлекаемых запасов.....	393
Пономарева А.В. Расчленение и корреляция верхнеюрских отложений на примере месторождений Казанского нефтегазоносного района.....	395
Потемкин Г.Н. Геологическое изучение нефтегазоносного региона с применением автоматизированной корреляции разрезов скважин (на примере девонского терригенного комплекса Самарской области).....	397
Потемкина Е.Л. Реконструкция условий формирования отложений пласта АВ1-2 Ватьеганского нефтяного месторождения.....	399
Розенбуш М.А., Мустафина А.В. Аномальное строение разреза баженовской свиты на территории Чупальского лицензионного участка (Широтное Приобье).....	401
Ростовцев А.В. Влияние условий осадконакопления на фильтрационно-емкостные свойства залежи нефти пласта Ю11 Верх-Тарского нефтяного месторождения.....	406
Санина О.И. История геологического развития позднеоксфордских отложений Калинового месторождения.....	408
Сарычева О.В. Оценка нефтегазового потенциала осадочного чехла северной части Карского моря на основании сейсмологической модели.....	411
Сафаров А.Ф. О новой классификации запасов нефти в России и ее интеграции с мировыми аналогами.....	413
Сафронов П.И. Оценка масштабов генерации углеводородов в юрских нефтегазопроизводящих толщах Северо-Газовской мегавпадины (бассейновое моделирование).....	415
Сидоренко С.Н., Нгуен С.Х. Фазочастотный алгоритм прогноза свойств геологического разреза и его исследование на моделях слоистых поглощающих сред.....	417
Сиязов А.К., Недоливко Н.М. Литологические особенности, генетические признаки и условия формирования отложений сивговской свиты на Полярной площади (Красноярский край).....	419
Суворов А.О. Поиск и разведка залежей углеводородов в верхней юре Западной Сибири с использованием фациальной интерпретации материалов ГИС.....	421
Суворов А.О. Критерии прогноза нефтеносности баженовской свиты Западной Сибири.....	422
Султанова К.С., Бахлостов А.И. Изучение коллекторов и оценка перспектив нефтегазоносности баженовско-абалакского комплекса Краснотеннинского месторождения.....	424
Сюрин А.А., Первухина Н.В. Время формирования антиклинальных ловушек залежей нефти и газа в юрском нефтегазоносном мегакомплексе севера Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.....	425
Томашев Д.В., Нелепов М.В., Папоротная А.А. Взаимосвязь условий осадконакопления и нефтегазоносности нижнемеловых отложений на примере одного из месторождений Восточного Ставрополя.....	427
Трушков П.В., Самойленко В.В., Кашапов Р.С. Оценка исходного генерационного потенциала ОВ пород баженовской свиты Западной Сибири.....	429
Ханипова Р.Р. Литолого-петрофизические характеристики и геомеханические свойства терригенных пород бобринского горизонта южного склона Южно-Татарского свода.....	431
Цепляева А.И. Построение геологической модели объекта, сложенного метаморфическими породами (на примере одного из месторождений Краснотеннинского свода).....	432
Шеуджен А.Ш., Подшивалов А.И. Интенсификация добычи флюида путем воздействия упругой волной.....	434
Ширинова Э.А. Фациальные особенности формирования позднеюрских отложений на Лугинецком месторождении.....	435
Шмидт Е.И. К вопросу о фациальных условиях формирования осадков кимеридж-оксфордского возраста поздней юры Александровского мегавала.....	436
Штырляева А.А. Исследование литологических типов коллекторов пласта Ю1 средней части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна методом компьютерной микротомографии.....	439
Юрьева М.А. Определение генезиса отложений по данным ГИС на примере пласта ЮС2 Быстринского месторождения (Западная Сибирь).....	446

Янышевский А.В., Ежова А.В. Влияние пиритизации на параметры ГИС в юрских коллекторах нефтяных месторождений юго-востока Западной Сибири.....	448
Ярославцева Е.С. Очаги генерации углеводородов в отложениях куонамского комплекса Курейской синеклизы.....	453

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Немирович-Данченко М.М. Некоторые задачи современной геофизики.....	455
Агеев А.О. Мониторинг территорий на основе базы знаний.....	456
Азаров А.В., Сердюков А.С. Повышение точности моделирования упругих волн от источников точечного типа.....	458
Булгаков А.А., Григорьев Я.В., Сафронов Я.Н. Применение бесконтактного метода вызванной поляризации.....	460
Брюханова Е.В. Связь магнитного поля Земли с геотермоэлектрическими токами.....	462
Вишняков К.А. Использование геолого-геофизической информации для изучения гидрогеологической обстановки месторождения Угахан.....	464
Власова А.В. Применение геотермии для выделения перспективных зон нефтегазоносности нижнеюрского резервуара (пласта Ю16) Нюрольской мегавпадины.....	466
Гречишникова С.В., Гапонов Д.А., Коханистая Н.В. Низкочастотная электромагнитная обстановка на селитебной территории Советского района города Ростова-на-Дону.....	468
Диханов Е.Н., Ефименко О.С., Ефименко С.А. Аппаратура для ядерно-геофизического опробования и анализа руд на горных предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс».....	470
Искоркина А.А. Влияния неоплейстоценовой мерзлоты на термическую историю нефтематеринской нижнеюрской Тогурской свиты (Томская область).....	472
Ислямова А.А. Выделение зон затухания на временном разрезе на основе фильтрации в скользящем окне..	474
Капарулин А.Л. Результаты анализа геофизических исследований скважин на Ново-Покурском нефтяном месторождении (ХМАО).....	476
Каюров Н.К. Комплексная характеристика коллекторов доюрского основания Солоновского месторождения (Томская область) по данным ГИС.....	478
Лунёва Т.Е. Перспективы нефтегазоносности резервуаров коры выветривания Нюрольской мегавпадины по данным геотермии.....	480
Мамедов Р.М., Коновалова В.А., Решетников М.В. Применение петромагнитных методов при поиске и разведке нефтяных и газовых месторождений (на примере Волго-Уральской провинции).....	482
Михайлов И.В. О возможности изучения геологической среды при индукционном, гальваническом и смешанном возбуждении каротажных сигналов.....	484
Николаев Д.С. Двухмерное моделирование данных электротондирований на примере мельничного месторождения высоковязких нефтей.....	486
Окс Л.С. Оценка характера насыщения терригенных коллекторов в условиях значительной литологической изменчивости пород.....	488
Павлова Д.М., Евменов Н.Д. Совместная интерпретация разновысотных магнитных данных над трубками взрыва.....	490
Ражаббоев И.М., Шавкиева М.Т., Эргашев Ш.Х. Исследование нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана в урановых продуктах.....	492
Рубанов С.Ю. Эффективность применения георадара для обследования инженерных сооружений.....	493
Сердюков А.С., Яблоков А.В., Дергач П.А. Исследование и эффективная реализация метода многоканального анализа поверхностных волн.....	495
Сердюков А.С., Чернышов Г.С., Яблоков А.В. Исследования физических и механических свойств грунтов методом сейсморазведки.....	497
Стоцкий В.В. Оценка геотемпературных условий генерации баженовских нефтей (северо-запад Томской области).....	498
Татаурова А.А. Влияние пластической деформации на напряженно-деформированное состояние блочного фрагмента земной коры.....	501
Фадеева И.И. Разработка полевой методики определения тепловых свойств различных сред.....	503
Чубаров Д.Л. Расчет и анализ роли приливных сил луны и солнца в процессе подготовки землетрясения....	505
Чупин Е.А. геофизическая характеристика баженовской свиты и нефтегазоносность разреза северного месторождения.....	507
Шакиров А.Б. Геофизические закономерности трансформации баженовской свиты в марьяновскую на северо-востоке Томской области.....	509
Шумская Е. М.И., Юнашева А.С., Ельцов Т.И. Электрофизические свойства и ямр-характеристики криогелей.....	511

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Попов В.К. Вода. Природа. Власть.	513
Алимова И.Н., Малыгина В. В. Техногенные факторы развития геодинамических процессов на территории г. Томска.	514
Ангахаева Н.А. Гидрологические условия водопользования в Тункинском национальном парке (Бурятия)	515
Ахметов А.Ж., Жакулина А.А., Елиусизов Р.Н. Особенности структурно-неустойчивых грунтов южного региона Казахстана.	517
Баранова А.А. Выбор метода утилизации дренажных вод карьера кимберлитовой трубки «Нюрбинская»	518
Белобородов А.В. Геологические процессы переформирования береговых уступов центральной части Волго-Ахтубинской поймы.	521
Беспалова Ю.В. Оценка естественной защищенности бассейна стока подземных вод западно-сибирского мегабассейна.	523
Василенко Е.С. Определение влажности глин с использованием сверхвысокочастотного излучения.	525
Вербовская В.А., Омельченко О.В. Гидрогеодинамические особенности зоны гипергенеза южного Предуралья.	526
Волбуева О.В. Сопоставление данных компрессионных испытаний грунтов по методике гост 12248-96 и методу релаксации напряжений.	528
Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Современные проблемы водопользования полуострова Крым.	530
Воротынцев М.С., Кузеванов К.К. Подсчет запасов подземных вод на Березовском водозаборном участке (Кузбасс)	530
Горбенко О.Э. Инженерно-геологическая оценка пород осадочных формаций территории Краснодарского края.	532
Гребнева А.В. Основные аспекты формирования естественных ресурсов подземных вод в зоне распространения многолетнемерзлых пород в пределах Витимо-Патомского нагорья.	534
Гридасов А.Г. Схематизация гидродинамических условий на месторождениях угольного метана Кузнецкого бассейна	536
Гришаев Р.А., Огарков А.В. Оценка определения прочностных характеристик скальных и полускальных грунтов на Бакчарском железорудном месторождении	538
Деева Ю.А. Цифровая модель рельефа склона лагерного сада в городе Томске.	540
Денисенко И.А., Горбунов А.Н. Анализ причин формирования селевых потоков в горном обрамлении Тункинской впадины, Республика Бурятия.	542
Денисов В.М. Опыт использования фотограмметрического метода для оценки склоновых процессов при эксплуатации железных дорог.	544
Дребот В.В., Ворожейкина Е.А. Современные проблемы водопользования полуострова Крым.	546
Дробинина Е.В. Исследование локальных изменений свойств перекрывающих грунтов как индикаторов ослабленных зон в карстующихся породах.	548
Ермолаева А.В. Исследование опасных инженерно-геологических процессов, приводящих к оседанию земной поверхности при проектировании магистрального газопровода в южной Якутии.	550
Ефстифеева А.С. Разработка региональной таблицы нормативных значений прочностных характеристик грунтов для рудничного района г. Кемерово.	552
Животов Н. А. Характеристика Стан-Бехтемирского месторождения подземных вод (Алтайский край).	554
Жошкин А.А. Расчет водопритоков в карьер на Удерейском месторождении с использованием гис технологий Visual Modflow.	556
Зарубов М.С., Поскотин А.Е. Численное моделирование гидрогеологических условий водозабора академгородка (г. Томск)	558
Зверева И.А., Лбова Д.С. Зависимость набухания глинистых грунтов от первоначальной плотности и гранулометрического состава.	560
Карманова А.В. Проблема утилизации осадков, образующиеся на станции обезжелезивания Томского подземного водозабора.	562
Кыйматов Э.А. Моделирование процессов загрязнения подземных вод в междуречном массиве (на примере решения учебной задачи)	563
Курулюк И.Е. Проектирование программного обеспечения для оценки интенсивности денудационных процессов фотограмметрическими методами.	565
Ломакина К.М., Дмитриева С.А. Инженерно-геологические особенности оврагообразования в Томской области.	566
Малыгина В.В. Гидрогеологические предпосылки нефтегазаносности Баргузинской впадины.	567
Мерзлякова М.В. Вертикальная гидрогеохимическая зональность Советского нефтяного месторождения Томской области.	570
Микитенко М.С. Гидрогеологические условия и подсчет запасов подземных вод на водозаборном участке «Южно-Сахалинский»	572
Надеждина (Левак) Ю. Ю. Управление водопользованием на территории нижнего течения р.Томи.	573

Пинкевич М.Н. Оценка естественных ресурсов подземных вод гидрометрическим методом.....	575
Прянишников Е.Г. Инженерно-геологический прогноз условий разработки открытым способом Айнского золоторудного месторождения и устойчивости бортов карьера.....	577
Пургина Д.В. Гидрогеологические условия эксплуатации водозабора хозяйственно-питьевого водоснабжения для нужд шахты им. С.А. Тихого.....	579
Пургина Д.В. Характеристика лавиноопасных участков на перегоне Дебильчинда-Дабан восточносибирской железной дороги.....	581
Радюк Е.В. Гидрогеологические последствия катагенеза угленосных отложений Кузбасса.....	583
Русланова К.Р. Оценка устойчивости оползневого склона в черте пос. Мин-Куш Джумгалского района Кыргызской республики.....	585
Самойлич К.А., Станчев А.О. Возможности применения по imagej при определении фрактальной размерности структуры дисперсных грунтов.....	587
Самушева А.А. Управление солеотложений при эксплуатации нефтяных месторождений.....	588
Семинский А.К. Объемная активность радона в подземных водах южного Приангарья: результаты мониторинга.....	590
Сотников П.В. Карта оползневой опасности г. Барнаула.....	592
Сотников П.В. Динамика развития гравитационных процессов г. Барнаула.....	594
Тетерин Е.А. Идентификация, диагностика и ранжирование опасности оседания поверхности для магистральных газопроводов Сибири.....	596
Тик И.А. Оценка загрязнения подземных вод нефтепродуктами территорий АЗС г. Томска.....	598
Торговкин Н.В. Засоленные криогенные грунты деятельного слоя и многолетнемерзлой толщи г. Якутска	600
Фазлыева А.И., Петрук А.С. Карст г.Уфа республики Башкортостан и методы его предотвращения.....	602
Хорошко А.П. Характеристика прочностных свойств торфов Энтельской площади Мамонтовского месторождения.....	603
Царева А.В. Определение водопритоков в горные выработки на золоторудном месторождении «Белая гора»	605
Чилингер Л.Н. Экологизация кадастровой оценки водосборной территории Томского подземного водозабора.....	607
Шилова К.О. Проблемы оценки радоноопасности территорий застройки на примере измерений, проведенных в Российской Федерации и Чешской республике.....	609
Яцко Л.Ф. Методологические аспекты определения инфильтрационного питания грунтовых вод по данным режимных наблюдений за их уровнем.....	611

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Шварцев С.Л. Вода как основная среда образования сложностей.....	613
Антонова Е.С. Водоснабжение и водоотведение ООО «Межениновская птицефабрика» (г. Томск).....	614
Артюков Е.В., Щелканова В.Ю. Эколого-геохимические особенности озера Ильменское.....	616
Балобаненко А.А. Оценка качества питьевых подземных вод юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна.....	618
Баркова М.О. Химический и микробиологический состав воды родника «Божья Роса»	620
Багуева Э.М. Влияние техногенной нагрузки на подземные воды (г. Гусиноозерск, республика Бурятия)..	622
Безгубова Т.В., Белозерцева Е.Е. Исследование изменений приземной циркуляции атмосферы на севере Западной Сибири.....	624
Белкин П.А. Результаты изучения влияния ионообменных процессов на состав подземных вод Верхнекамского месторождения солей.....	626
Борисова В.Е. Геохимические особенности химического состава подземных вод в восточном Донбассе	628
Брюшко А.В. Химический состав подземных вод Кожевниковского района Томской области.....	630
Волженина А.Ю. Оценка качества водопроводной воды города Томска.....	632
Волженина А.Ю. Микробиологический состав воды реки Васюган.....	634
Воробьева Д.А. Формы миграции химических элементов в природных водах района озера Имандра (Мурманская область)	636
Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Химический состав минеральных вод Шадринского месторождения.....	638
Вторушина О.О. Йод в подземных водах Республики Алтай.....	640
Гейвус А.С. Влияние хозяйственной деятельности в пределах водосборной территории на экологическое состояние водных объектов (на примере р. Ушайки, г. Томск)	642
Гридасов А.Г., Стародубцева Е.И., Покровский В.Д. Химический и микробиологический состав подземных вод из дренажной горной выработки в Лагерном саду (г.Томск)	644
Дучко М.А. Сравнение состава и содержания органических соединений в верховых торфах различных природных зон.....	646
Еремина А.В. Университетские родники г. Томска: состав и особенности обустройства.....	648
Зарипов М.С. Бор в подземных водах Набережно-Челнинской площади.....	650
Зиппа Е.В. Химический состав термальных вод провинции Цзянси (юго-восточный Китай)	651
Иванова Е.В. Русловые деформации как фактор геоэкологического состояния рек на участках переходов	653

магистрального трубопровода «Александровское – Анжеро-Судженск»	
Иванова К.Ю. Распространённость эссенциальных микроэлементов в природных подземных водах западной и центральной Тывы.....	655
Колесникова К.О. Озеро Киран – гидрологический памятник природы федерального значения.....	658
Малышева К.С. Физико-химическое моделирование приповерхностных гидротермальных систем вулкана Головинна.....	659
Моисеева Ю.А. Методика палеогидрологических исследований в бассейне реки Обь в голоцене.....	661
Нгуен Ван Луен Гидрогеохимическая характеристика подземных вод в уезде Чодонь провинции Ваккан (Вьетнам)	663
Нургалиева А.И., Челноков Г.А., Асеева А.В. Основные черты распределения редкоземельных элементов в водах полуострова Камчатка.....	665
Прокопьева М.Э. Химический и микробный состав источников питьевой воды села Парбиг Томской области.....	667
Ролдугин В.В. Результаты многолетнего мониторинга состояния подземных вод на территории Республики Алтай (РА)	669
Румак А.В. химический состав реки Томь в районе Лагерного сада (г. Томск)	671
Сагдеева Н.С. Кальций, магний в питьевой воде и риск заболевания сахарным диабетом 2 типа.....	673
Скопцова О.А. Расчет и обоснование нормативов допустимого сброса в реку Зеленчиха ООО “Разрез Новобачатский” (Кемеровская область)	675
Смышляева О.Н. Выявление гидравлической взаимосвязи водных объектов района томского водозабора на основе гидрогеохимических данных.....	677
Спиридонов Т.С. Гидрогеохимическая характеристика апт-сеноманского водоносного комплекса для прогнозирования солеотложения на месторождениях Каймысовского свода Западной Сибири.....	679
Титов И.В. Бассейновая модель трансформации суммарного содержания растворенных солей в водах малой реки (на примере реки Киргизка, г. Томск, Российская Федерация)	681
Федорова С.Н. Оценка загрязнения нефтепродуктами и тяжелыми металлами малых рек бассейна р. Обь в пределах нефтяных месторождений юго-западной части Томской области.....	684
Хусанов А.С. Нефтепоисковые значения состава подземных вод палеозоя Ферганской впадины.....	685
Чан Тхи Хыонг Исследование химического состава природных вод прибрежной зоны провинции Нгеан (Вьетнам)	686
Черникова А.В., Васина Е.В. Исследование изменений приземной циркуляции атмосферы в нижнем течении р.Оби.....	689
Шестакова А.В. Геотермометрия термальных вод природного комплекса Тарыс, Тува.....	691

СЕКЦИЯ 8. КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные технологии геологических исследований и управления природными ресурсами.....	694
Аненко А.Д., Мусагалиева Ж.Е. Технология обработки радарных космических снимков SMALLBASELINES, в модуле SARSCAPE.....	695
Аненко А.Д., Мусагалиева Ж.Е. Настройки параметров технологии обработки снимков SMALLBASELINES, в модуле SARSCAPE.....	698
Ахметшин Р.Р. О влиянии геолого-литологических факторов на распространение онкологических заболеваний среди населения Республики Башкортостан.....	700
Гуляев Д.И., Модоров А.А. Возможность дешифрирования элементов ротационной динамики на многозональных космических снимках Земли.....	701
Джумашев М.И., Федоров Н.А. Дистанционные исследования в решении геологических задач.....	703
Маерков П.О. Гигантские тектонические брекчии в зонах разломов.....	705
Мусейко А.В. Опыт применения геоаналитических информационных систем учета и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.....	707
Намсараева Б.Р. Продукты тектонических деформаций в зонах сдвигового течения и масштабы их проявления.....	709
Польшикова А.Е. Использование данных дистанционного зондирования при проведении геоэкологических исследований в районе нефтегазовых месторождений.....	710
Протасова А.Р., Макажанова Ж.Е. использование открытых Gis для целей градостроительства на примере левобережья города Томска.....	712
Страхов А.А. Результаты интерпретации дешифровочной схемы линейных структур дистанционной основы госгеолкарты-200/2 листа n-45-xxx.....	714
Тимошков С.В., Сафин Р.И., Каркаранов Т.Е. Комплексирование материалов космической съемки высокого пространственного разрешения в решении геологоразведочных задач.....	716

СЕКЦИЯ 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

Богданов В.Л., Постернак Т.С., Пасько О.А., Ковязин В.Ф. Проблемы засорения земель экологически опасными растениями и меры борьбы с ними.....	719
Дикин Э.К. Изучение геоинформационных систем в университетах США.....	722
Игембаева А.К. Анализ состояния земельных ресурсов и агропромышленного производства.....	724
Антохонова В.И. Особенности постановки на кадастровый учет земель иного специального назначения... ..	726
Алиферова А.В. Особенности формирования земельного участка для размещения садоводческого товарищества в России в разные периоды земельного законодательства.....	728
Алиферова А.В. Проблемы использования территории садоводческих товариществ, вызванные развитием городской территории.....	730
Бекерова В.С. Анализ государственной регистрации прав на земельные участки в Горьком филиале РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».....	732
Быкова А.А. К вопросу о формировании экологической сети в России.....	734
Ванюшин И.С. Универсальное приложение для системы контроля информации о состоянии земель и ходе полевых работ.....	735
Волкова Д.В., Панарина Т.В. Изъятие земельных участков на основе государственного частного партнерства в городе Томске.....	736
Гапонов Е.А., Ушакова Н.С. Анализ температурного режима территорий снежных отвалов в г. Томске.....	738
Гатина Н.В. Нарушения требований по использованию охранных зон линейных объектов.....	740
Гимранова А.Б. Климатические условия для землеустройства в республике Татарстан.....	742
Жуков К.Е. Использование методики SPACE-анализа как инструмента стратегического планирования развития территории Каргасокского района Томской области.....	744
Ильиных А.Л. Анализ применения программного продукта AUTODESK INFRAWORKS для формирования трехмерных объектов недвижимости.....	746
Кадетова Т.А. Выделение зон первоочередного инвестирования в проектах комплексного развития территорий в городе Томске.....	748
Калюжный Б. Модель экономики замкнутого цикла во Франции и России как основа рационального землепользования.....	750
Кашенко Е.Ф. Рекультивация земель золоотвала ГРЭС-2.....	752
Киселева А.Е. Проблемы градостроительства моногородов на примере Прокопьевска.....	754
Козина М.В., Студенкова Н.А. Проблемы массового выкупа земель сельскохозяйственного назначения с целью последующего перевода в иные категории.....	756
Колодная М.И., Каташова А.Е. Правовой и социальный аспекты разработки генеральных схем очистки территории Томского района.....	758
Корнеева Е.А. Применение средств инженерного обустройства территорий муниципальных образований для защиты от подтопления грунтовыми водами (территории микрорайона Черемошники города Томска)	760
Кузнецов Д.П. Эколого-хозяйственная оценка земельных ресурсов Пинского района.....	761
Макажанова Ж.Е. Решение проблем планировки парковок при строительстве жилых зданий, на примере жилого дома в г. Томске.....	763
Макарцова Е.С. Состояние снежных отвалов в Томске.....	765
Монахова Е.А. Учёт участков лесного фонда под объектами капитального строительства.....	767
Москвина В.С. Необходимость газификации поселений Томской области.....	769
Оборина А.А. Анализ трансформации землепользований на землях сельскохозяйственного назначения в кунгурском районе Пермского края.....	770
Отчик Н.А., Васильева А.Ф. расчет площадей, занимаемых полигонами, при применяющихся в России и европейских способах хранения твердых бытовых отходов.....	773
Петров М.А. Оценка состояния и динамика изменения природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственного типа природопользования Тарского района Омской области.....	775
Пичуева Е.С. История формирования кадастра недвижимости в России и его роль в системе управления... ..	777
Польмская Д.С., Югина Ю.А. Создание интерактивной карты зон отдыха Томского района.....	779
Прокопова А.В. Организация рационального использования мелиорированных земель с торфяными почвами.....	781
Прошина В.В. Экономическое обоснование левобережной дороги г. Томска.....	783
Редькина В.И., Усеинова Э.С. Проблема организации парковочных мест в пределах жилой застройки.....	785
Романчиков А.Ю. Учет недревесных ресурсов при кадастровой оценке лесных земель.....	787
Рябцев Р.А. Анализ системы расселения Горьковского района Могилевской области республики Беларусь и перспективы его развития.....	789
Савицкий Е.М. Прогноз развития арендных отношений в городе Могилеве республика Беларусь.....	791
Старицына Н.А., Старицына И.А., Вашукевич Н.В. Анализ современного состояния земельных ресурсов Свердловской области.....	793
Студёнова К.В. Проблемы предоставления земельных участков для строительства линейных объектов на примере муниципального образования «город Томск».....	795
Тенятникова Д.В. Агроклиматические условия сельскохозяйственного производства в Западной Сибири..	797
Тырганова А.А., Махашкеева А.Ю. Природно-техногенные проблемы экологизации землепользования на	799

примере подтопляемой рекой Ушайкой территории г. Томска.....	801
Фролкова Е.В. Рациональное использование земель категории сельскохозяйственного назначения.....	801
Хохлова М.Н. К вопросу о привлечении строительных компаний к развитию застроенных территорий (на примере жилых домов аварийного жилищного фонда в городе Новосибирске).....	803
Черникова Т.Ю. Развитие системы ООПТ как основа гармоничного развития общества и природы.....	805
Чудопалова Д.А. Оценка природно-ресурсного потенциала территории (на примере Исилькульского района Омской области).....	807
Чудопалова Д.А. Оценка природно-ресурсного потенциала территории (на примере Исилькульского района Омской области).....	809
Шаров А.Е. Правила предоставления земельных участков в аренду в городе Могилеве республика Беларусь.....	811
Якубовская В.В. Анализ эффективности осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель на территории Могилевской области республики Беларусь.....	812
Якушева В.Г. Анализ государственной регистрации прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество в Гомельском межгородском филиале РУП «Гомельское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».....	814
Янкович К.С. Методика оценки территорий для целей инвентаризации земель лесного фонда по материалам мультиспектральных космических съемок.....	816
Alshaibi A.J. Analysis of Agriculture Monitoring results In Iraq.....	819
Babur-Caratelli G., Pasko O.A. Woodland Belts as a Solution to Mitigate the Climate Change.....	821

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Труды XX Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых
учёных, посвященного 120-летию со дня основания
Томского политехнического университета

Том I

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка
А.В. Епихин, О.Г. Токаренко

Дизайн обложки
ИП Мазенков Олег Вениаминович

Подписано к печати 15.06.2016. Формат 60×84/8. Бумага «Снегурочка» 80 г/м.кв.
Печать XEROX COLOR 550 Serial Number 3915169251. Усл. печ. л. 149,12. Уч.-изд. л. 134,87.
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